

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



AL PÚBLICO EN GENERAL

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.

DIRECCIÓN GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO EÓLICO “ECOWIND”

JULIO 2016

Coordinador General:

Dr. Rafael Villegas Patraca.

Responsables técnicos:

M. en C. Alexandro Medina Chena

M. en C. Oscar Muñoz Jiménez

Medio biótico:

M. en C. Sergio Cabrera Cruz

Biól. Estefanny S. Villagomez Palma

Biól. Eduardo Ramírez Almanza

Biól. Fernando C. Molina Montes

Biól. Guillermo Rodríguez Aguilar

Biól. Agni Martínez Villasis

Biól. Jose Eduardo Gamez López

Biól. Christopher Ehecatl Vega Flores

Biól. Luis Lagunes Galindo

Biól. Víctor U. Díaz Fisher

Sistemas de Información Geográfica

Geóg. Cesar A. Gallo Gómez

Geóg. Gerardo Domínguez Domínguez

Geóg. Cuauhtémoc Cabrera Garcia

Impacto Ambiental

Biól. Rodolfo López Polanco

Geóg. David Chacon Castillo

Medidas correctoras y Pronosticos ambientales

M. en C. Lorena Sagrero Uscanga

Biól. Rodolfo López Polanco

Geóg. Leonardo Herrera Alsina

Geóg. David Chacon Castillo

Seguimiento Administrativo:

LAE. Iris Ortiz Virues

Diseño Editorial

DG. Dánae A. Castro Sagaón



CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	17
I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO	17
I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO	17
I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO	17
I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO	17
I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE	18
I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	18
I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE	19
I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL	19
I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES	19
I.2.5 NOMBRE DEL CONSULTOR QUE ELABORÓ EL ESTUDIO	19
I.2.6 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP	19
I.2.7 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO	19
I.2.8 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO	19
II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO	21
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	21
II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO	21
II.1.1 JUSTIFICACIÓN	24
II.1.2 UBICACIÓN FÍSICA	28
II.1.3 INVERSIÓN REQUERIDA	30
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO	30
II.2.1 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO	31
II.2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.	33
II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL	44
II.2.4 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL	44
II.2.5 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	45
II.2.6 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	50
II.2.7 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	53
II.2.8 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES	57
II.2.9 RESIDUOS	58
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DEL SUELO	69
III.1 PLANES DE DESARROLLO REGIONAL Y PROGRAMAS SECTORIALES	69
III.1.1 PLAN DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)	69
III.1.2 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018	70
III.1.3 PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA 2014 - 2018 (PNI)	74
III.1.4 PROGRAMA SECTORIAL DE ENERGÍA 2013-2018	75
III.1.5 PROSPECTIVA DEL SECTOR ELÉCTRICO 2014-2028	78
III.1.6 PROGRAMA ESPECIAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES 2013-2018	79

III.1.7 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE OAXACA 2011-2016 _____	80
III.1.8 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE LA HEROICA CIUDAD DE JUCHITÁN DE ZARAGOZA 2014-2016 _____	82
III.1.9 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO SUSTENTABLE 2014 – 2016. EL ESPINAL _____	83
III.1.10 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y OTRAS ÁREAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN. _____	84
III.2 MARCO JURÍDICO NORMATIVO _____	89
III.2.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS _____	90
III.2.2 CONVENIOS INTERNACIONALES _____	90
III.2.3 OTROS COMPROMISOS INTERNACIONALES _____	91
III.2.4 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. _____	93
III.2.5 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Y SU REGLAMENTO. _____	96
III.2.6 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO _____	96
III.2.7 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE Y SU REGLAMENTO, _____	97
III.2.8 LEY DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA _____	100
III.2.9 LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EL FINANCIAMIENTO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y SU REGLAMENTO _____	101
III.2.10 NORMAS OFICIALES MEXICANAS _____	103
IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. _____	111
IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO _____	111
IV.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA _____	112
IV.1.2 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SAR. _____	112
IV.1.3 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO EÓLICO ECOWIND _____	124
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) _____	125
IV.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS _____	125
IV.2.2 ASPECTOS BIÓTICOS _____	179
IV.2.3 PAISAJE _____	324
IV.2.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO _____	347
IV.3 DIAGNOSTICO AMBIENTAL _____	377
IV.3.1 CONSIDERACIONES PREVIAS _____	377
IV.3.2 DESCRIPCIÓN BREVE DEL SISTEMA AMBIENTAL _____	379
IV.3.3 DELIMITACIÓN DE LAS UNIDADES AMBIENTALES _____	382
V IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. _____	403
V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS _____	404
V.1.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES _____	404
V.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES DEL PROYECTO _____	405
V.1.3 INDICADORES DE IMPACTO _____	406
V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS _____	407
V.2.1 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN _____	407
V.2.2 CRITERIOS _____	408

V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS _____	411
V.3.1. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SELECCIONADA _____	411
V.3.2 EVALUACIÓN CUALITATIVA DEL IMPACTO POTENCIAL _____	414
V.3.3 DESCRIPCIÓN CUALITATIVA DE IMPACTOS RELEVANTES _____	416
V.4 IMPACTOS RESIDUALES _____	437
V.4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS RESIDUALES IDENTIFICADOS _____	437
V.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS _____	439
V.5.1 METODOLOGIA _____	440
V.5.2 RESULTADOS _____	442
V.5.3 ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN SOBRE LA TASA DE TRANSFORMACIÓN PARA EL SAR _____	451
V.5.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RIESGO DE COLISIÓN _____	468
V.6 IMPACTOS SINERGICOS _____	471
V.6.1 METODOLOGÍA _____	472
V.6.2 RESULTADOS _____	472
V.7 CONCLUSIONES _____	477
VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL _____	479
VI.1 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL _____	481
VI.1.1 MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS PARA MURCIÉLAGOS _____	500
VI.1.2 ESTABLECIMIENTO DE UN PROGRAMA DE MONITOREO DE MURCIÉLAGOS _____	500
VI.1.3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS PARA LAS AVES MIGRATORIAS Y RESIDENTES _____	501
VI.1.4 PROGRAMA DE CONTINGENCIA AMBIENTAL POR COLISIONES DE AVES CONTRA LOS AEROGENERADORES Y LÍNEA DE ALCANCE _____	505
VI.1.5 PROGRAMA DE MONITOREO DE FAUNA, AVIFAUNA Y QUIROPTEROS _____	507
VI.2 SEGUIMIENTO CONTROL Y MONITOREO _____	508
VI.2.1 SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL _____	513
VI.3 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS Y FIANZAS _____	515
VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS _____	517
VII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO _____	517
VII.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO _____	522
VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN _____	525
VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL _____	530
VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS _____	531
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL “A” _____	533
VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN _____	533
VIII.2 CARTOGRAFÍA _____	533
VIII.3 FOTOGRAFÍAS _____	536
VIII.4 VIDEOS _____	536

VIII.5 OTROS ANEXOS	536
VIII.5.1 LISTADOS FLORÍSTICOS Y FAUNÍSTICO	536
VIII.5.2 DOCUMENTOS LEGALES.	536
VIII.5.3 RESULTADOS DE LABORATORIO.	537
VIII.5.4 RESULTADOS DE ANÁLISIS Y/O TRABAJOS DE CAMPO.	537
VIII.5.5 EXPLICACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS	537
VIII.6 GLOSARIO DE TÉRMINOS	537
VIII.7 BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA (POR TEMA)	544
VIII.7.1 VINCULACIÓN	544
VIII.7.2 CLIMA	546
VIII.7.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	547
VIII.7.4 EDAFOLOGÍA	548
VIII.7.5 HIDROLOGÍA	548
VIII.7.6 VEGETACIÓN	549
VIII.7.7 FAUNA	550
VIII.7.8 SOCIOECONÓMICO	554
VIII.7.9 DIAGNÓSTICO	555
VIII.7.10 IMPACTOS	556
VIII.7.11 MEDIDAS DE MITIGACIÓN	557

ÍNDICE CUADROS

Cuadro 1. Impactos ambientales de la generación de electricidad.	26
Cuadro 2. Coordenadas Extremas Polígono del Proyecto.	29
Cuadro 3. Programa de Trabajo.	32
Cuadro 4. Capacidad del Proyecto y número de unidades, en función de la capacidad individual de los aerogeneradores a instalar en el Proyecto Eólico EcoWind.	37
Cuadro 5. Superficie a ocupar durante la etapa de preparación de sitio, temporal.	41
Cuadro 6. Superficie a ocupar de manera permanente, en la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto Eólico EcoWind.	42
Cuadro 7. Afectaciones temporales y permanentes totales del proyecto.	43
Cuadro 8. Equipo a utilizar en la etapa de construcción del Proyecto.	52
Cuadro 9. Actividades de mantenimiento y su periodicidad.	55
Cuadro 10. Calendario de actividades para las obras de desmantelamiento.	57
Cuadro 11. Residuos sólidos peligrosos: etapas de preparación del sitio y construcción.	58
Cuadro 12. Residuos sólidos peligrosos: etapa de operación.	59
Cuadro 13. Generación de residuos sólidos no peligrosos: durante las etapas de preparación del sitio y construcción.	59
Cuadro 14. Generación de residuos sólidos durante la etapa de operación del Proyecto Eólico EcoWind.	60
Cuadro 15. Generación de residuos sólidos no peligrosos y peligrosos durante la ejecución de otras centrales eólicas.	60
Cuadro 16. Requerimientos de maquinaria y equipo para las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto Eólico EcoWind.	64
Cuadro 17. Emisiones a la atmósfera, por fuentes móviles durante la etapa de operación del Proyecto Eólico EcoWind.	66
Cuadro 18. Generación de ruido por el equipo y maquinaria en las diferentes etapas.	66
Cuadro 19. Cuadro resumen de políticas establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo vinculantes al Proyecto Eólico EcoWind.	72
Cuadro 20. Objetivos, estrategias y líneas de acción vinculantes al Proyecto Eólico EcoWind.	76
Cuadro 21.- Objetivos, estrategias y líneas de acción del programa especial para el aprovechamiento de energías renovables vinculados al desarrollo del Proyecto.	79
Cuadro 22- Estrategias planteadas en las megatendencias vinculantes al Proyecto EcoWind.	81
Cuadro 23. Cuadro resumen de políticas y estrategias planteadas en el Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca vinculadas al Proyecto.	81
Cuadro 24. Áreas destinadas voluntariamente a la conservación (ADVC), cercanas al predio del Proyecto Eólico EcoWind.	84
Cuadro 25. Disposiciones reglamentarias vinculantes con el Proyecto Eólico EcoWind.	90
Cuadro 26. Convenios Internacionales vinculantes al Proyecto Eólico EcoWind.	91
Cuadro 27. Lista de especies en algún apéndice de CITES.	92
Cuadro 28. Disposiciones reglamentarias contenidas en la LGEEPA, vinculantes al Proyecto.	94
Cuadro 29. Análisis técnico, jurídico y/o administrativo del Artículo 5 del REIA y su vinculación con el Proyecto Eólico EcoWind.	95
Cuadro 30. Disposiciones reglamentarias vinculantes al Proyecto.	97
Cuadro 31. Disposiciones reglamentarias contenidas en la Ley vinculantes al Proyecto Eólico EcoWind.	100
Cuadro 32. Disposiciones reglamentarias vinculantes al Proyecto Eólico EcoWind.	102

Cuadro 33. Vinculación del Proyecto con la normatividad aplicable a su desarrollo.....	103
Cuadro 34. Distancia de las RTP en relación al Proyecto	113
Cuadro 35. Ubicación de las estaciones climatológicas.....	126
Cuadro 36. Irradiación solar global horaria en Oaxaca, derivada del Satélite GOES (MJ/m ²). Tomado de CFE (2000).....	127
Cuadro 37. Frecuencias de dirección y velocidad del viento en La Venta, 1999. (CFE, 2003).	135
Cuadro 38. Ubicación geográfica de los pozos edáficos dentro del Área de Influencia del proyecto.	157
Cuadro 39. Ubicación geográfica de las vistas edáficas dentro del SAR.....	165
Cuadro 40. Balance y disponibilidad de aguas superficiales de la Subregión V.5 Complejo Lagunar, Oaxaca. Tomado de CNA, (2003).	169
Cuadro 41. Tabla comparativa de la nomenclatura usada para los tipos de Uso de Suelo y Vegetación utilizada en esta MIA-R con respecto a la Serie V de INEGI.	182
Cuadro 42. Descripción de los sitios establecidos dentro del SAR.....	185
Cuadro 43. Puntos de muestreo seleccionados para vegetación del proyecto dentro del Área de influencia.....	188
Cuadro 44. Superficies del SAR por tipo de uso del suelo.....	191
Cuadro 45. Valor de Importancia (VI) de las especies de cada uno de los sitios registrados dentro del SAR.	194
Cuadro 46. Valores de riqueza, equitatividad e índice de Shannon a cada sitio incluido dentro del análisis del SAR.	199
Cuadro 47. Índice de similitud (Sorensen) de todos los sitios dentro del SAR.	200
Cuadro 48. Especies en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.	201
Cuadro 49. Superficies por tipo de de vegetación y uso del suelo dentro del Área de influencia	203
Cuadro 50. Índice de Valor de Importancia de las especies en Sitio 1.	207
Cuadro 51. Índice de Valor de Importancia de las especies en Sitio 2.	209
Cuadro 52. Índice de Valor de Importancia de las especies en Sitio 3.	212
Cuadro 53. Índice de Valor de Importancia de las especies en Sitio 4.	214
Cuadro 54. Índice de Valor de Importancia de las especies en Sitio 5.	216
Cuadro 55. Índice de Valor de Importancia de las especies en Sitio 6.	218
Cuadro 56. Índice de Valor de Importancia de las especies en Sitio 7.	221
Cuadro 57. Índice de Valor de Importancia de las especies en Sitio 8.	222
Cuadro 58. Valores de riqueza, equitatividad e índice de Shannon de los sitios de Área de Influencia.....	224
Cuadro 59. Especies identificadas dentro del Área de influencia y catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	225
Cuadro 60. Fuentes de información y sitios de muestreo de donde se obtuvo información de la fauna terreste que se distribuye por el SAR.	227
Cuadro 61. Índice de Diversidad de Shannon (H') para cada sitio.	236
Cuadro 62. Matriz de comparación de la prueba t-Student entre sitios.....	236
Cuadro 63. Listado de murciélagos presentes en el SAR.....	240
Cuadro 64. Número de especies, individuos y Shannon por unidad ambiental	245
Cuadro 65. Listado de mamíferos no voladores presentes en el SAR	248
Cuadro 66. Abundancia relativa de las especies de mamíferos presentes en el SAR.....	251
Cuadro 67. Listado de especies de herpetofauna presentes en el SAR.	254
Cuadro 68. Especies catalogadas en la MOM-059-SEMARNAT-2010, presentes en el SAR.....	256
Cuadro 69. Abundancia relativa de las especies de herpetofauna presentes en el SAR	256
Cuadro 70. Coordenadas de puntos de conteo de aves para el Proyecto Eólico Ecowind.	268

Cuadro 71. <i>Coordenadas de transectos de aves para el Proyecto Eólico EcoWind.</i>	269
Cuadro 72. <i>Coordenadas de sitios de muestreo de aves Proyecto Eólico EcoWind.</i>	270
Cuadro 73. <i>Categorías de estacionalidad para avifauna según Howell y Webb (1995).</i>	271
Cuadro 74. <i>Órdenes y números de especies registrados mediante los diferentes métodos.</i>	275
Cuadro 75. <i>Familias y números de especies registradas mediante los diferentes métodos.</i>	276
Cuadro 76. <i>Número de especies residentes y estacionales registradas en el área de influencia.</i>	278
Cuadro 77. <i>Especies residentes y estacionales registradas en el área de influencia, susceptibles de algún tipo de aprovechamiento.</i>	280
Cuadro 78. <i>Especies residentes y estacionales registradas en el área de influencia durante el estudio.</i>	281
Cuadro 79. <i>Especies registradas en el área de influencia enlistadas en alguna categoría de riesgo según CITES (2015) y UICN (2014).</i>	283
Cuadro 80. <i>Especies de aves planeadoras y acuáticas registradas en el estudio para el Banco Mundial (2009).</i>	284
Cuadro 81. <i>Tasa de flujo migratorio (TFM) por sesión de trabajo.</i>	286
Cuadro 82. <i>Cantidad y porcentaje de individuos detectados por categoría de alturas de vuelo en metros sobre nivel del suelo (msns) en el área de influencia del Proyecto Eólico EcoWind. Otoño 2011.</i>	286
Cuadro 83. <i>Coordenadas UTM de las redes de niebla</i>	295
Cuadro 84. <i>Coordenadas UTM de los puntos de detección ultra-acústica</i>	296
Cuadro 85. <i>Listado de especies de murciélagos encontradas en el predio del proyecto Eólico EcoWind</i>	298
Cuadro 86. <i>Especies registradas por el método de captura con redes de niebla.</i>	301
Cuadro 87. <i>Abundancia relativa de los individuos capturados</i>	302
Cuadro 88. <i>Número de especies, individuos y Shannon por unidad ambiental</i>	302
Cuadro 89. <i>Número de pases de ecolocación por especie y tipo de secuencia</i>	303
Cuadro 90. <i>Coordenadas UTM de los sitios de muestreo</i>	307
Cuadro 91. <i>Número de especies registradas y especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 por orden respecto a las especies potenciales.</i>	309
Cuadro 92. <i>Listado de especies de mamíferos no voladores presentes en el área influencia.</i>	310
Cuadro 93. <i>Índice de diversidad de Shannon H' por unidad ambiental.</i>	312
Cuadro 94. <i>Abundancia relativa de las especies de mamíferos no voladores registradas por medio de transectos.</i>	312
Cuadro 95.- <i>Abundancia relativa de mamíferos pequeños registrados por el uso de trampas tipo Sherman.</i>	313
Cuadro 96. <i>Abundancia relativa de las especies de mamíferos no voladores registradas por trampas Tomahawk</i>	314
Cuadro 97. <i>Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de la herpetofauna dentro del Área de influencia.</i>	317
Cuadro 98. <i>Número de familias presentes y especies registradas con respecto a la lista potencial y protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.</i>	318
Cuadro 99. <i>Especies registradas por orden, familia y unidad ambiental.</i>	320
Cuadro 100. <i>Índices de diversidad Shannon H' por unidad ambiental</i>	321
Cuadro 101. <i>Abundancia relativa de las especies de herpetofauna encontradas en el Área de influencia</i>	322
Cuadro 102. <i>Especies listadas en la NOM-059 SEMARNAT 2010</i>	323
Cuadro 103. <i>Jerarquización de las unidades de paisaje en el SAR.</i>	326
Cuadro 104. <i>Variables empleadas en la valoración de la calidad visual paisajística del SAR</i>	327
Cuadro 105. <i>Matriz para valorar la calidad visual intrínseca del SAR</i>	329
Cuadro 106. <i>Matriz para valorar la calidad visual intrínseca del SAR</i>	329
Cuadro 107. <i>Matriz para valorar la calidad visual paisajística del SAR.</i>	330

Cuadro 108. Valores y clases de calidad visual intrínseca de las unidades de paisaje del SAR.....	331
Cuadro 109. Clase de visibilidad relativa por altura de observación de 3 m y 125 m de las unidades de paisaje del SAR	333
Cuadro 110. Valores y clases de calidad visual paisajística del SAR	335
Cuadro 111. Variables empleadas en la valoración de la fragilidad visual paisajística del SAR	338
Cuadro 112. Matriz para valorar la visibilidad intrínseca y adquirida en las unidades de paisaje del SAR	340
Cuadro 113. Matriz para valorar la fragilidad visual paisajística del SAR	340
Cuadro 114. Clases de visibilidad intrínseca y adquirida en las unidades de paisaje del SAR.....	341
Cuadro 115. Clase de visibilidad relativa por altura de observación de 3 m y 125 m de las unidades de paisaje del SAR	343
Cuadro 116. Valores y clases de fragilidad visual paisajística del SAR	344
Cuadro 117. Tasa de crecimiento medio anual de los municipios presentes en el SAR del Proyecto Eólico Ecowind.....	348
Cuadro 118. Porcentaje de población en situación de pobreza.....	350
Cuadro 119. Porcentaje de población en situación de pobreza por rezago social.....	351
Cuadro 120. Localidades y número de personas presentes en el SAR cercanas a este y que podrían verse afectadas por el establecimiento del Proyecto.	352
Cuadro 121. Densidad demográfica de los municipios presentes en el SAR del Proyecto Ecowind.....	354
Cuadro 122. Población económicamente activa de las localidades dentro del SAR, más cercanas al área de influencia del proyecto.....	355
Cuadro 123. Porcentaje del número de población ocupada a nivel municipal.....	356
Cuadro 124. Porcentaje de la población ocupada por sector de los municipios en donde se encuentra inmerso el SAR.	357
Cuadro 125. Población ocupada por rama de actividad.....	358
Cuadro 126. Cobertura de servicios del municipio de Juchitán.....	359
Cuadro 127. Servicios en la vivienda y la urbanización a nivel municipal.....	360
Cuadro 128. Cobertura de servicios básicos con los que cuentan las viviendas particulares habitadas más cercanas al área de influencia.....	361
Cuadro 129. Índice de marginación y grado de marginación de los municipios donde se encuentra el SAR.....	363
Cuadro 130. Índice de desarrollo humano de los municipios donde se encuentra el SAR	363
Cuadro 131. Índice y grado de marginación, lugar que ocupa en el contexto estatal y nacional por municipio.....	364
Cuadro 132. Índice de Rezago social de los municipios presentes en el SAR	365
Cuadro 133. Migración presente por localidad y por municipio.....	366
Cuadro 134. Distribución de la población ocupada por ingresos mensuales según sexo, 2000	373
Cuadro 135. Indicadores ambientales establecidos con la información obtenida y analizada en este Capítulo en el SAR y Área de Influencia.....	376
Cuadro 136. Cambio de Uso de Suelo y Vegetación en el Estado de Oaxaca durante el periodo 1970-2001 (Ordoñez, M.J, 2010).....	378
Cuadro 137. Especies registradas (totales) a diferentes escalas, que tienen potencial presencia en la región y dentro del SAR y en el Área de Influencia.....	380
Cuadro 138. Unidades ambientales presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR).	383
Cuadro 139. Coeficientes de importancia estructural del hábitat para cada clase.	386
Cuadro 140. Tipo de registro de la especie “e” en la unidad ambiental “j”.....	388
Cuadro 141. Valores ponderados de la confiabilidad de registro (C) de la especie en la unidad ambiental.	388

Cuadro 142. Valores ponderados del estatus de conservación (S_i) según las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	389
Cuadro 143. Riqueza faunística (R_{fi}) encontrada en el Área de Influencia.....	391
Cuadro 144. Superficie por Unidad Ambiental para el Área de Influencia.....	392
Cuadro 145. Cobertura relativa total de cada estrato en las unidades ambientales.....	392
Cuadro 146. Calidad de Hábitat calculado y ponderado para cada UA.....	393
Cuadro 147. Importancia de las unidades ambientales.....	394
Cuadro 148. Índice de Importancia por especies NOM(VNJ).....	394
Cuadro 149. Valores de importancia para la conservación (VI_i) y magnitud de la superficie de interés para la conservación (A_{ip}).....	395
Cuadro 150. Resumen de Índices calculados, valores normalizados y valor de criticalidad (VC) para cada unidad ambiental.....	396
Cuadro 151. Valoración del estado de cada unidad ambiental y diagnóstico.....	398
Cuadro 152. Lista de Acciones del Proyecto.....	405
Cuadro 153. Identificación de indicadores de impacto.....	406
Cuadro 154. Criterios en la valoración temporal (Conesa-Fernández 2010).....	410
Cuadro 155. Criterios de valoración del Impacto potencial (Conesa-Fernández 2010).....	410
Cuadro 156. Valores de relevancia de Impacto (Conesa-Fernández 2010).....	412
Cuadro 157. Ecuaciones para calcular la importancia absoluta ponderada al Medio Ambiente (Conesa-Fernández 2010).....	413
Cuadro 158. Ecuaciones para calcular la importancia absoluta ponderada a las acciones del Proyecto (Conesa-Fernández 2010).....	413
Cuadro 159. Ecuaciones para calcular la importancia relativa ponderada al Medio Ambiente (Conesa-Fernández 2010).....	413
Cuadro 160. Ecuaciones para calcular la importancia relativa ponderada a las acciones del Proyecto (Conesa-Fernández 2010).....	414
Cuadro 161. Impactos identificados durante el Proyecto.....	415
Cuadro 162. Vegetación y uso de suelo presentes en el Área de Influencia.....	422
Cuadro 163. Afectaciones temporales en unidades ambientales detalladas por tipo de obra.....	423
Cuadro 164. Afectaciones permanentes en unidades ambientales detalladas por tipo de obra.....	423
Cuadro 165. Costos de producción por hectárea sembrada.....	435
Cuadro 166. Beneficios económicos generados por el establecimiento del Proyecto Ecwind, utilizando un caso hipotético. Los precios unitarios se establecieron con base a la información obtenida con propietarios de las poblaciones cercanas y puede variar dependiendo de la empresa promotora del proyecto (2008).....	436
Cuadro 167. Temas y componentes seleccionados.....	443
Cuadro 168. Criterios de valoración de vínculos.....	444
Cuadro 169. Evaluación de los vínculos potenciales identificados para el componente Vegetación.....	448
Cuadro 170. Evaluación de los vínculos potenciales identificados para el componente Fauna.....	450
Cuadro 171. Relación de imágenes utilizadas en el análisis de cambio.....	451
Cuadro 172. Tipos de vegetación identificados en las imágenes LANDSAT y en los recorridos de campo.....	453
Cuadro 173. Nuevas clases y códigos para los distintos usos de suelo en el SAR del área de influencia del Proyecto Eólico Ecwind.....	454
Cuadro 174. Interpretación de las combinaciones entre códigos de distintas fechas de uso de suelo para obtener los cambios de uso de suelo.....	455

Cuadro 175. Superficies en hectáreas y en porcentaje para distintos usos de suelo en el SAR del área de influencia del Proyecto para los años 1979,1992, 2001 y 2015, incluyendo remociones del Proyecto.	459
Cuadro 176. Superficies en Hectáreas y en porcentaje para los cambios analizados en el uso de suelo para los años 1979-1992, 1992-2001, 2001-2015, 1979-2015 y 1979-2015 con remociones; en el SAR del área de influencia del Proyecto Eólico Ecowind.	463
Cuadro 177. Tasas de deforestación anual en porcentaje para los periodos 1979-1992, 1992-2001, 2001-2015, 1979-2015 y 1979-2015 con remociones; en el SAR del área de influencia del Proyecto	464
Cuadro 178. Reportes de colisiones de aves y murciélagos ocasionados por estructuras antropogénicas en algunas regiones del mundo.	471
Cuadro 179. Interacciones de Impactos para el medio físico.....	473
Cuadro 180. Interacciones de Impacto para el medio biológico.....	474
Cuadro 181. Interacciones de Impacto para el medio físico y biológico.....	475
Cuadro 182. Interacciones de Impacto para los componentes Biológico y Social.....	475
Cuadro 183. Descripción de las medidas propuestas para mitigar los impactos causados durante el desarrollo del Proyecto ólico Ecowind, por componente ambiental.	485
Cuadro 184. Programas pertenecientes al Plan de Manejo Ambiental	509
Cuadro 185. Montos para finanzas.....	515
Cuadro 186. Afectaciones permanentes en las diferentes unidades ambientales, a nivel Área de Influencia y SAR.	517
Cuadro 187. Tasas de cambio de unidades ambientales seleccionadas en el SAR.	519
Cuadro 188. Unidades ambientales actuales en el Área de Influencia.....	519
Cuadro 189. Unidades ambientales actuales en el Sistema ambiental regional.	520
Cuadro 190. Cambio hipotético de unidades ambientales de t ₂₀₁₅ a t ₂₀₅₀	520
Cuadro 191. Cambio proyectado de unidades ambientales de t ₂₀₁₅ a t ₂₀₅₀ con Proyecto.....	523
Cuadro 192. Impactos ambientales de la generación de electricidad	531

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Proyecto Eólico Ecowind.....	18
Figura 2. Parcelas contratadas para el desarrollo del Proyecto Eólico Ecowind.....	23
Figura 3. Distribución de los aerogeneradores en el polígono del Proyecto, con relación a la vegetación afectada.....	24
Figura 4. Localización del sitio para el Proyecto Eólico Ecowind.....	28
Figura 5. Localización de coordenadas extremas para el Polígono del Proyecto Eólico Ecowind.....	29
Figura 6. Características de los aerogeneradores G114.....	33
Figura 7. Detalle externo de rotor y góndola de un aerogenerador.....	34
Figura 8. Góndola típica del aerogenerador y sus partes constitutivas.....	35
Figura 9. Distancia establecida entre filas de aerogeneradores y entre aerogeneradores para el Proyecto Eólico Ecowind.....	38
Figura 10. Distribución del camino principal al interior del polígono del Proyecto cabe mencionar que adjunto se proyectan los colectores de energía "Buses".....	39
Figura 11. Plataforma de maniobra, mostrando la superficie de la zapata en que se instala el aerogenerador.....	40
Figura 12. Ubicación geográfica del Proyecto en el contexto regional.....	44
Figura 13. Ubicación geográfica del Proyecto en el contexto local.....	45
Figura 14. Esquema del Plan Nacional de Desarrollo 2013 -2018.....	70
Figura 15. Ubicación de las áreas de conservación voluntaria cercanas al SAR del Proyecto.....	88
Figura 16. Área de influencia del Proyecto, arreglo y zona de restricción ambiental. Asimismo, durante los muestreos se dio cumplimiento a las disposiciones en materia de vida silvestre y su hábitat para garantizar la conservación mediante la protección, a fin de mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, en este sentido, el arreglo general del proyecto se realizó tratando de contribuir a su conservación.....	99
Figura 17. Ubicación del Proyecto Eólico Ecowind respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias definidas por CONABIO.....	114
Figura 18. Ubicación del Proyecto Eólico Ecowind respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.....	115
Figura 19. Ubicación del Proyecto Eólico Ecowind respecto a las Áreas Naturales Protegidas.....	117
Figura 20. Ubicación del Proyecto Eólico Ecowind respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.....	118
Figura 21. Ubicación del Proyecto Eólico Ecowind respecto a las Cuencas Hidrológicas.....	119
Figura 22. Ubicación del Proyecto Eólico Ecowind respecto a las Subcuencas Hidrológicas.....	120
Figura 23. Microcuencas para la delimitación del Sistema Ambiental Regional para el Proyecto Eólico Ecowind.....	122
Figura 24. Delimitación del Sistema Ambiental Regional del Proyecto Eólico Ecowind.....	123
Figura 25. Delimitación del Área de Influencia para el Proyecto Eólico Ecowind.....	125
Figura 26. Proyección sobre el plano del horizonte de las trayectorias solares para los 16º de latitud norte (Tomado de Hernández et al; 1991).....	128
Figura 27. Irradiación solar global horaria en Oaxaca, derivada del satélite GOES.....	128
Figura 28. Climograma. Estación 20048, Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. 1981-2010.....	129
Figura 29. Marcha anual de la temperatura. Estación 20048, Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. 1981-2010.....	130
Figura 30. Precipitación media y máxima en 24 horas. Estación 20048, Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. 1981-2010.....	131
Figura 31. Balance hídrico simple. Estación 20048, Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. 1981-2010.....	132

Figura 32. Istmo de Tehuantepec. Las primeras dos líneas de contorno corresponden a los 50 y 200 m, respectivamente; las subsecuentes son a cada 250 m (De Romero-Centeno et al, 2003).	133
Figura 33. Mapa de Recursos Eólicos de la Región del Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca. (Tomado de Elliot et al, 2004).	134
Figura 34. Rosa de vientos anual, Estación La Venta 1999 (CFE, 2003).	135
Figura 35. Trayectorias de tormentas tropicales del 2006, Pacífico Este. (Tomado de Unisys, 2007).	137
Figura 36. Trayectorias de tormentas tropicales del 2009, Pacífico Este. (Tomado de Unisys, 2010).	137
Figura 37. Trayectoria del Huracán Rick, 7-10 noviembre 1997. (Tomado de Unisys, 2007).	138
Figura 38. Trayectoria de la Tormenta Tropical Rosa, 3-8 noviembre 2000. (Unisys, 2007).	139
Figura 39. Isolíneas de probabilidad de presentación de uno o más ciclones en un año. El área de influencia se ubica en el cuadrante marcado (Tomado de Fuentes y Vázquez, 1997).	140
Figura 40. Probabilidades de presentación por cuadrante de uno o más ciclones en un año. El área de influencia y SAR mismos ubicados en el cuadrante marcados (tomado de Fuentes y Vázquez, 1997).	141
Figura 41. Provincia Morfotectónica de la Sierra Madre de Chiapas (10), Subprovincia de la Planicie Costera del Pacífico (10A) y Subprovincia de las Cordilleras de la Sierra Madre (10B) y regiones adyacentes. Tomado de Ferrusquía (1998).	143
Figura 42. Mapa geológico generalizado de la Provincia de la Sierra Madre de Chiapas (10) y regiones adyacentes. Modificado de Ferrusquía (1998).	145
Figura 43. Plano geológico sintetizado de la región sur del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. (Tomado de Carranza-Edwards, 1980).	147
Figura 44. Esquema Tectónico Regional del Golfo de Tehuantepec. (Tomado de Carranza-Edwards, 1980).	149
Figura 45. Fracturas presentes en la Región del Istmo de Tehuantepec, donde se encuentra el SAR (INEGI, 2000).	150
Figura 46. Regionalización Sísmica de México. Tomado de Zepeda y González (2001).	151
Figura 47. Consulta del Boletín Sísmológico 2010-2012 mostrando todos los sismos (859) ocurridos entre los 15°-17°N y 93°-96°W. SSN-UNAM (2012).	152
Figura 48. Consulta del Boletín Sísmológico 1990-1999 mostrando los 25 sismos de magnitud igual o superior a 5 (Mc) ocurridos entre los 15°-17°N y 93°-96°W. SSN-UNAM (2007).	153
Figura 49. Inestabilidad de laderas naturales de México. Tomado de Zepeda y González (2001).	154
Figura 50. Vulcanismo activo, calderas y regiones monogenéticas de México. Tomado de Zepeda y González (2001).	155
Figura 51. Vegetación y Uso de Suelo presentes en el SAR y Área de Influencia del Proyecto Eólico EcoWind.	156
Figura 52. Mapa de los tipos de suelo en el predio, señalando los pozos edáficos y vistas edáficas.	158
Figura 53. Perfil de suelo Pozo 1	160
Figura 54. Perfil de suelo Pozo 2	162
Figura 55. Perfil de suelo pozo 3	164
Figura 56. Región Hidrológico-Administrativa V Pacífico Sur (Subregión V.5 Complejo Lagunar) de la CONAGUA.	168
Figura 57. Ubicación del Proyecto Eólico EcoWind, en la Región Hidrológica No. 22 "Tehuantepec".	170
Figura 58. Ubicación aproximada del Proyecto EcoWind, en la Región Hidrológica No. 22 "Tehuantepec", de la CONAGUA.	171
Figura 59. Ubicación del Proyecto y la RH 22 en relación con el Istmo de Tehuantepec.	172
Figura 60. Cuerpo de agua temporal utilizado para la ganadería en la zona este del SAR	174
Figura 61. Vista hacia el N del Río Espíritu Santo en el lugar conocido como El Estero.	175
Figura 62. Vista hacia el S del Río Espíritu Santo en el lugar conocido como El Estero.	176

Figura 63. Resultados de los análisis sobre calidad del agua.	177
Figura 64. Hidrología en el área de influencia, Proyecto EcoWind.....	178
Figura 65. Ubicación de los puntos de verificación de vegetación y sitios de muestreo dentro del SAR.	183
Figura 66. Mapa de vegetación y uso de suelo del SAR y Área de Influencia del Proyecto Eólico EcoWind.	184
Figura 67. Sitios de muestreo dentro del Área de Influencia.	188
Figura 68. Frecuencia de especies, géneros y familias para los sitios de muestreo del SAR y Área de Influencia.	190
Figura 69. Diversidad de especies en seis sitios de las comunidades leñosas del SAR. Cada punto muestra la diversidad Shannon (H).	198
Figura 70. Curvas de acumulación de especies registradas de seis sitios registrados dentro del SAR.....	200
Figura 71. Dendrograma del coeficiente de similitud de Sorensen (SAR).	201
Figura 72. Número de especies de plantas vasculares por tipo de uso registradas dentro del SAR del Proyecto Eólico EcoWind.....	202
Figura 73. Vegetación y uso de suelo presente en el Área de Influencia del proyecto	203
Figura 74. Diversidad de especies en en los sitios de muestreo del Área de Influencia.	223
Figura 75. Ubicación de los sitios donde se han realizado estudios sobre la fauna dentro del SAR.	228
Figura 76. Número de especies registradas por sitio en el SAR.	233
Figura 77. Número de especies registradas en el SAR, dentro de alguna de las categorías de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010	234
Figura 78. Estacionalidad de la avifauna presente en el SAR	235
Figura 79. Número de especies por tipo de hábito.	235
Figura 80. Curva de acumulación de especies de aves para el SAR	237
Figura 81. Dendrograma de similitud de especies de aves entre los distintos sitios estudiados	238
Figura 82. Rutas migratorias identificadas dentro del SAR Mamíferos voladores (murciélagos)	239
Figura 83. Número de especies de murciélagos por familia.	242
Figura 84. Proporción de especies de murciélagos por gremio alimenticios	242
Figura 85. Número de especies de murciélagos por categoría de altura de vuelo	243
Figura 86. Porcentaje de murciélagos registrados de acuerdo a sus afinidades biogeográficas de acuerdo a Ceballos-Oliva (2005	244
Figura 87. Curva de acumulación de especies de murciélagos capturados en el predio del "Proyecto Eólico EcoWind"	246
Figura 88. Dendrograma de similitud de los murciélagos presentes en el SAR	247
Figura 89. Número de especies de mamíferos no voladores por familia.....	249
Figura 90. Proporción de especies de mamíferos no voladores por gremio alimenticio.....	249
Figura 91. Proporción de especies de mamíferos no voladores por afinidad biogeográfica	250
Figura 92. Curva de acumulación de especies de mamíferos no voladores presentes en el SAR.....	252
Figura 93. Dendrograma de similitud de especies entre los sitios muestreados dentro del SAR.....	253
Figura 94. Número de especies de herpetofauna por familia.....	255
Figura 95. Curva de acumulación de especies de herpetofauna presentes en el SAR.....	258
Figura 96. Dendrograma de similitud de especies de herpetofauna entre los sitios estudiados.....	259
Figura 97. Ubicación de los puntos de conteo y transectos de aves dentro del área de Influencia del Proyecto Eólico EcoWind. Las coordenadas en las cuales se ubican los puntos de conteo se muestran en el Cuadro 70.....	268
Figura 98. Número de especies por unidad ambiental registradas en el área de influencia.	279

Figura 99. Número de especies por unidad ambiental con estatus de conservación registradas mediante los muestreos. (A: Amenazada, Pr: Protección especial, P: Peligro de extinción). No se incluyen las especies registradas mediante el método de Estación de Monitoreo.....	282
Figura 100. Direcciones de vuelo de los blancos detectados durante el monitoreo nocturno en el área de influencia del Proyecto Eólico Ecwind. Otoño 2011.	285
Figura 101. Alturas de vuelo por noche de trabajo. Fecha juliana 277= 04 de octubre y 307= 03 de noviembre. Otoño 2011.	287
Figura 102. Rutas migratorias dentro del área de influencia identificadas (2011). Discusión	289
Figura 103. Ubicación de los sitios de muestreo de murciélagos del proyecto Eólico Ecwind.as coordenadas geográficas para cada uno de los sitios de muestreo de murciélagos se muestran en el Cuadro 83,	295
Figura 104. Número de especies de murciélagos por categoría de vuelo dentro del área de influencia.....	300
Figura 105.- Número de especies por unidad ambiental.....	300
Figura 106. Coordenadas de los muestreos de mamíferos no voladores dentro del Área de influencia. Resultados	308
Figura 107. Porcentaje de especies por orden	311
Figura 108. Número de especies por unidad ambiental	311
Figura 109. Número de especies por familia.	319
Figura 110. Número de individuos de anfibios y reptiles por unidad ambiental	321
Figura 111. Mapa de la calidad visual intrínseca de las unidades de paisaje del SAR.....	332
Figura 112. Mapa de la calidad visual paisajística (con una altura de observación de 3 m) del SAR.	336
Figura 113. Mapa de la calidad visual paisajística (con una altura de observación de 125 m) del SAR.	337
Figura 114. Mapa de fragilidad visual intrínseca y adquirida de las unidades de paisaje del SAR.	342
Figura 115. Mapa de la fragilidad visual paisajística (con una altura de observación de 3 m) del SAR.	345
Figura 116. Mapa de la fragilidad visual paisajística (con una altura de observación de 125 m) del SAR.	346
Figura 117. Proyecciones del crecimiento poblacional para los municipios presentes en el SAR (Fuente: CONAPO 2011).	347
Figura 118. Grado de Rezago Social a nivel municipal. Fuente: Estimaciones del Coneval con base en el XIII Censo General de Población y Vivienda 2010, y la encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares 2010.	350
Figura 119. Mapa de las localidades cercanas al SAR del Proyecto.	353
Figura 120. Pirámide de edades de los habitantes presentes en el SAR.	354
Figura 121. Regiones socioeconómicas del estado de Oaxaca de acuerdo a la clasificación de INEGI (Tomado de: www.inegi.gob.mx).....	370
Figura 122. Rutas migratorias ornitológicas del continente americano que convergen en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.....	381
Figura 123. Unidades ambientales identificadas para el SAR.....	384
Figura 124. Índices de criticalidad para cada una de las unidades ambientales.....	397
Figura 125. Diagrama de vínculos potenciales del componente Vegetación.	447
Figura 126. Diagrama de vínculos potenciales del componente Fauna.....	449
Figura 127. Vegetación y uso de suelo del Sistema Ambiental Regional.	457
Figura 128. Distribución de cinco usos de suelo en el SAR del área de influencia del Proyecto para los años 1979, 1992, 2001 y 2015 Nota: Fueron agrupadas las zonas de BTC, Ripario y Mangle debido a que tanto la vegetación secundarial y las zonas agropecuarias ocupan una gran extensión a diferencia de los usos antes mencionados y por esta razón no alcanzaban a graficarse por la escala de los datos.	460
Figura 129. Cambio de uso de suelo y vegetación del SAR.	462

Figura 130. Distribución del cambio de uso de suelo en el SAR del área de influencia del Proyecto para los periodos 1979-1992, 1992-2001, 2001-2015.....	463
Figura 131. Tasa anual de cambio de uso de suelo en el SAR del área de influencia del Proyecto para los periodos 1979-1992, 1992-2001, 2001-2015 y 1979-2015	465
Figura 132. . Tasa anual del cambio de uso de suelo forestal en el SAR del área de influencia del Proyecto para los periodos 1979-1992, 1992-2001, 2001-2015 y 1979-2015	466
Figura 133. Mapa de cambios de uso de suelo y vegetación.....	467
Figura 134. Matriz de Identificación de Impactos Sinérgicos	476
Figura 135. Jerarquía de las medidas de mitigación (modificado de UNEP. 2002).....	479
Figura 136. Enfoque para la mitigación de impactos (Rajvanshi, A. 2008).	480
Figura 137. Esquema de planeación.	482
Figura 138. Especificaciones de patrones, para el señalamiento visual de los aerogeneradores.....	503
Figura 139. Modelo de torre meteorológica de 40 m de altura prescinde de cables para su instalación	504
Figura 140. Vegetación y uso del suelo del Proyecto Eólico EcoWind, a nivel SAR.....	518
Figura 141. Proyección de las tendencias actuales de cambio hipotético de unidades ambientales en superficie (ha) a 35 años en el Área de Influencia sin la introducción del proyecto.....	521
Figura 142. Proyección de las tendencias actuales de cambio hipotético de unidades ambientales en superficie (ha) a 35 años en el área de influencia, incluyendo el Proyecto.	523
Figura 143. Altura de vuelo en el Área de Influencia.	525
Figura 144. Relaciones causales entre impactos mitigados y sus medidas en la etapa de preparación del sitio y construcción.	526
Figura 145. Relaciones causales entre impactos esperados y sus medidas propuestas, nótese la interrelación en más de una medida que actúa sobre el impacto.....	527
Figura 146. Alturas de vuelo de las aves dentro del área de influencia y la franja de alerta emitida por las medidas de disuasión y evasión para evitar colisiones.	528
Figura 147. Relaciones entre las medidas propuestas para disminuir el riesgo de colisión.....	529

ESTA HOJA FUE
DEJADA
EN BLANCO
INTENCIONALMENTE

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Proyecto Eólico Ecowind

I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto Eólico Ecowind (Proyecto), con todas sus obras asociadas, se ubicará en el Municipio de Juchitán de Zaragoza, en el estado de Oaxaca y cuyo predio se encuentra dividido en tres partes, la parte norte se divide por la carretera estatal, y la parte sur está dividida por un canal de riego. Las coordenadas geográficas del centro de la parte norte del predio son 94°54'3.99" longitud oeste y 16°28'4.596" latitud norte, para la parte sureste del predio las coordenadas geográficas del centro son 94°53'34.80" longitud oeste y 16°26'44.89" latitud norte y para la parte suroeste del predio las coordenadas geográficas del centro son 94°54'43.88" longitud oeste y 16°26'41.85" latitud norte (*Figura 1*) (*Anexo I.1*).

I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO

Se requiere de 19 meses para la etapa de preparación del sitio y construcción; la operación como la vida útil del Proyecto será de 20 años.

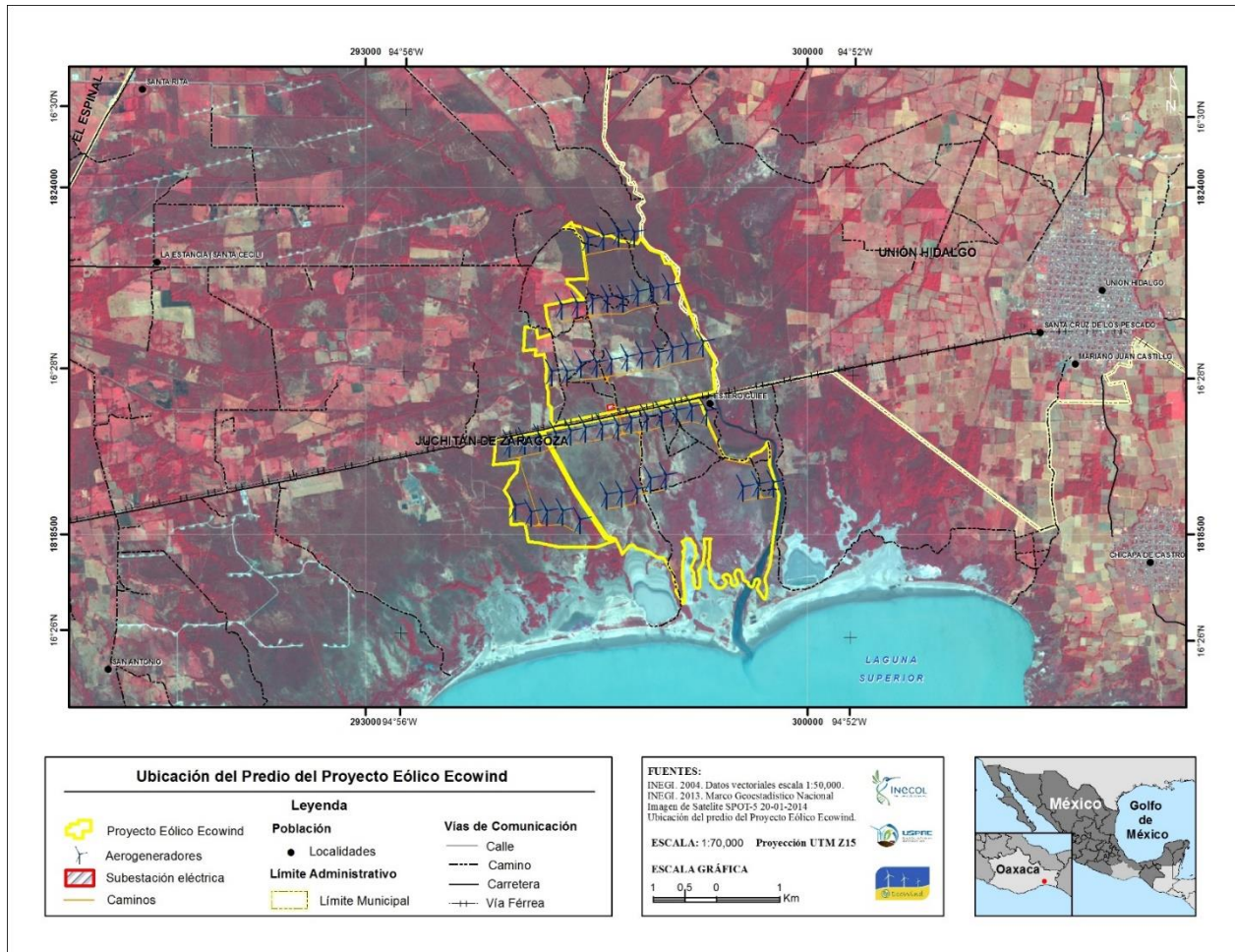


Figura 1. Ubicación del Proyecto Eólico EcoWind.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

ECOWIND, S.A. DE C.V.

Sociedad Constituida bajo el acta número quinientos sesenta, ante la fe de la licenciada Cláudia Gabriela Francoz Garate, titular de la notaría número 153 del Estado de México, con fecha de 19 de agosto de 2009, e inscrita ante el registro público de la propiedad bajo el folio No. 403956-1, con fecha de 21 de septiembre de 2009 (Anexo I.2)

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

ECO090819DXA (*Anexo I.3*)

I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

Eduardo Zenteno Garza Galindo (*Anexo I.4*)

I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

(Se anexa documentación legal, *Anexo I.5*)

I.2.5 NOMBRE DEL CONSULTOR QUE ELABORÓ EL ESTUDIO

Instituto de Ecología, A.C.

I.2.6 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP

IEC-750807 1B2 (*Anexo I.6*)

I.2.7 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

Dr. Rafael Villegas Patraca (*Anexo I.7*)

I.2.8 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

ESTA HOJA FUE
DEJADA
EN BLANCO
INTENCIONALMENTE

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

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

La empresa Ecowind, S.A. de C.V., tiene proyectado el desarrollo, construcción y puesta en operación comercial de un Proyecto Eólico para generación de energía eléctrica bajo el esquema o modalidad de autoabastecimiento, conforme a lo establecido por la reglamentación vigente en México.

El Proyecto se encuentra en el Sector Económico Secundario, (se caracteriza por el uso predominante de maquinaria y de procesos cada vez más automatizados para transformar las materias primas que se obtienen del sector primario. Incluye las fábricas, talleres y laboratorios de todos los tipos de industrias). De acuerdo a lo que producen, sus grandes divisiones son construcción, industria manufacturera y electricidad, gas y agua.

Fuente: <http://www.inegi.org.mx/Sistemas/temasV2/Default.aspx?s=est&c=23824>, y <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/default.aspx?tema=E>

El Proyecto se realizará bajo el esquema de autoabastecimiento, será construido, financiado y operado por una empresa privada, la cual firmará uno o varios contratos de autoabastecimiento de energía eléctrica con empresas privadas (socios autoabastecidos u off-takers), principalmente del sector industrial, las cuales aportarán ingresos mensuales a la sociedad de proyecto "Ecowind" en función de la cantidad de energía suministrada a los diversos puntos de carga de dichas empresas.

Bajo el sustento que brinde factibilidad técnica al Proyecto la empresa Ecowind, solicitó un estudio a Garrad Hassan México S de RL de CV de evaluación del potencial eólico, en el cual se tomaron datos horarios de velocidad del viento media, máxima y mínima, dirección del viento media máxima y mínima, temperatura media, máxima y mínima, parámetros que fueron evaluados durante dos años (Junio del 2008 hasta Junio del 2010) en la región sur del Istmo. La evaluación de los datos medidos, velocidad y dirección del viento, indicaron que existe un alto potencial eólico en la región sur del Istmo de Tehuantepec para llevar a cabo el Proyecto.

El Proyecto se localiza en la región del Istmo de Tehuantepec, dentro del estado de Oaxaca, México. Esta zona, también conocida como “La Ventosa”, es reconocida mundialmente como una de las de mayor potencial eólico, debido a las excelentes condiciones de viento existentes.

El sitio seleccionado para la ubicación del Proyecto ofrece condiciones idóneas para la generación de energía eoloeléctrica, pues de acuerdo a la escala mundial de clases de viento, en la región del Istmo de Tehuantepec, los vientos se ubican dentro del rango Clase 5-7 (Excelente).

El Proyecto comprende la ubicación de 50 aerogeneradores, caminos de accesos temporales y/o permanentes y una subestación eléctrica para el Proyecto, su ubicación se presenta en el *Anexo II.1*, consiste de un Proyecto Eólico del que se pretende generar hasta 100 MW de capacidad instalable, y que estará interconectado al SEN de la CFE.

Para el desarrollo del Proyecto, se tiene una superficie disponible de 1,453.67 ha, en el municipio de Juchitán de Zaragoza, Estado de Oaxaca, superficie dentro de la cual se cuenta con una poligonal de terrenos contratados de 1,331.51 ha. A continuación se muestra la imagen de la superficie del polígono y los terrenos contratados en donde se llevará a cabo el proyecto (*Figura 2*).

La Línea de Transmisión Eléctrica (LTE) no se consideró en esta evaluación del Proyecto debido a que no se tiene identificado el trazo por el cual se interconecta a la línea de salida. Pero una vez que se tenga debidamente definida y estructurada la propuesta, se presentará la información técnica que sea necesaria para buscar la aprobación de otro estudio de impacto ambiental (MIA) que de atención a los referentes de la LTE. Por lo tanto, llegado el momento, dicha MIA será sometida a la consideración de la SEMARNAT de manera independiente.

El Proyecto, contará con una capacidad instalable de 100 MW, el arreglo estará integrado por 50 aerogeneradores cuya capacidad individual es de 2000 kW (2 MW). Los aerogeneradores que se instalarán en el predio para el Proyecto, serán distribuidos en filas, que en conjunto ocuparán solo un porcentaje (menor) de superficie total del terreno disponible para el arreglo. Algunos se ubicarán en zonas agropecuarias, vegetación secundaria y en menor medida en áreas con vegetación de Bosque tropical caducifolio. Durante la evaluación del proyecto, el arreglo se realizó con la finalidad de afectar al mínimo la vegetación existente en el predio (*ver Figura 3*).

Cabe mencionar que se respetó el territorio pegado a la línea costera, en el cual el tipo de vegetación predominante es el mangle, por ese motivo la línea de aerogeneradores se ubica a una distancia aproximada de 100m a 1 km del área en la cual se encuentra el mangle, con el objeto de no afectar a este tipo de vegetación. Las filas de aerogeneradores estarán comunicadas por caminos de terracería, los cuales quedarán acondicionados con cunetas para evitar en lo posible interrumpir los escurrimientos naturales de agua del predio.

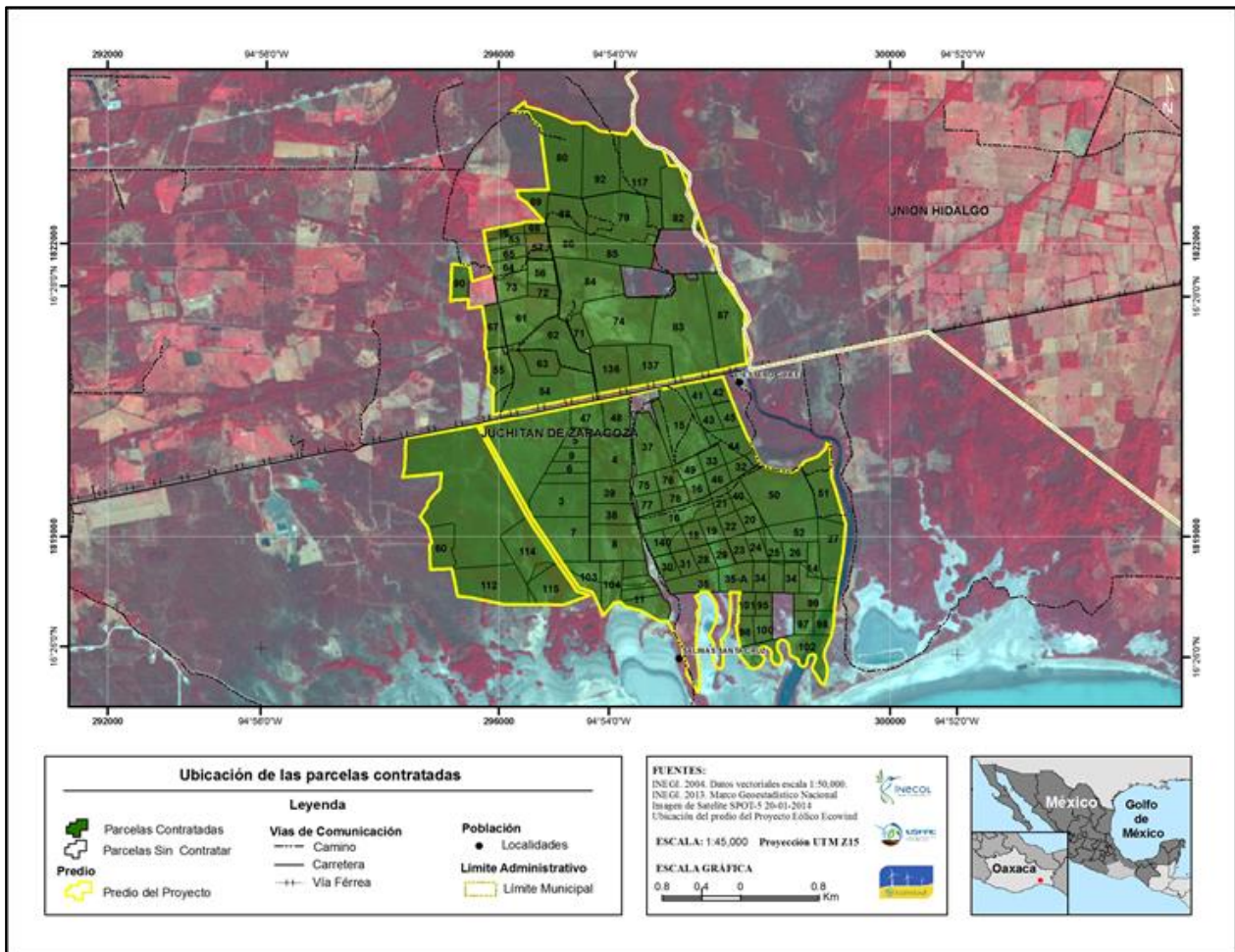


Figura 2. Parcelas contratadas para el desarrollo del Proyecto Eólico EcoWind.

Además, el Proyecto contempla la construcción de una Subestación elevadora a 230 kV e instalaciones técnico-administrativas propias del Proyecto.

La instalación de los aerogeneradores, plataformas, zapatas, caminos, cunetas, buses, la Subestación elevadora, y los edificios técnico-administrativos, forman parte del alcance de esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional “A”. En cambio, las gestiones ambientales para la construcción de la LTE, se considera como obra asociada al Proyecto, para la cual se realizarán los estudios ambientales necesarios y su gestión ambiental correspondiente.

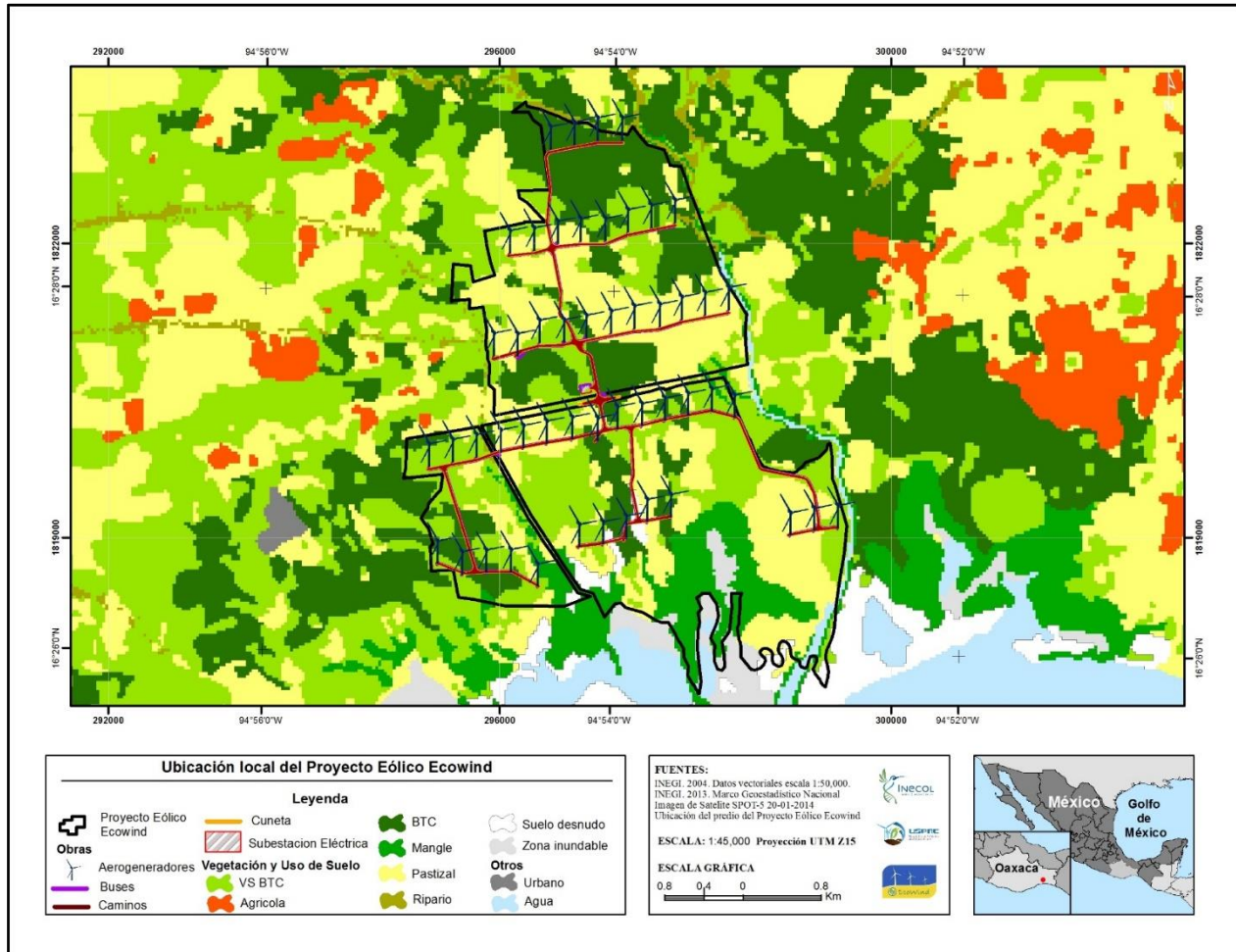


Figura 3. Distribución de los aerogeneradores en el polígono del Proyecto, con relación a la vegetación afectada.

II.1.1 JUSTIFICACIÓN

De conformidad con el Artículo 3° de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, se permite la participación privada en las actividades de generación. Este precepto legal enumera cinco actividades que no están consideradas como servicio público y que se encuentran abiertas a la participación privada, entre ellas la modalidad de autoabastecimiento.

En este sentido, se pretende establecer un Proyecto Eólico para generación de energía eléctrica bajo el esquema o modalidad de autoabastecimiento, conforme a lo establecido por la reglamentación vigente en México, del que se pretende desarrollar hasta 100 MW de capacidad instalable, y que estará interconectado al SEN de la CFE.

II.1.1.1 Justificación Ambiental

La generación y uso de energía eléctrica son indispensables para la óptima realización de las actividades humanas actuales. En este sentido, ya desde antes de la llamada “era digital” –y con mucha mayor razón durante esta-, la electricidad juega un papel central en la vida moderna del ser humano, a escala personal, nacional y mundial. Las actividades que se desempeñan utilizando la electricidad suponen una mejoría en la calidad de vida y en el acceso de oportunidades para todos, sea al acceder a cierta información, o al facilitar la realización de determinada actividad. La importancia primaria de la electricidad es evidente, y es indispensable la puesta en marcha de obras que aumenten la capacidad instalada de nuestro país, por lo que la producción de la energía eléctrica *per se* no requiere una justificación, sino más bien, la manera en que se produce. De este modo, a causa de la importancia actual que tiene el estado de los recursos naturales, su distribución localizada y su posible agotamiento o inutilización a causa de la contaminación antropogénica, resulta imprescindible implementar medios de generación de energía eléctrica que sean renovables y amigables con el medio ambiente, evitando las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), uso de agua y generación de aguas residuales y residuos peligrosos, uso extensivo y exclusivo del suelo, entre muchos otros.

Actualmente, para generar electricidad, México tiene una fuerte dependencia de los medios convencionales (y principalmente los no renovables), con la mayoría de la electricidad generada por los mismos: termoeléctrica (68%), hidroeléctrica (22%) y carboeléctrica (5.58%), (Zuk et al, 2006). Así, la generación de energía eléctrica es justamente el primer emisor de GEI a nivel nacional (por las emisiones generadas para la obtención de los combustibles y la quema de los mismos para generación de electricidad). Afortunadamente, para disminuir estas emisiones, se ha fijado como una meta nacional de alta prioridad que para el año 2024, el 35% del total nacional de energía eléctrica se genere mediante medios renovables. Consecuentemente, el aprovechamiento del alto potencial eólico de México se halla en concordancia con esta meta de prioridad nacional, y se posiciona como una sólida alternativa para lograr su cumplimiento, y dar así un paso decisivo hacia el desarrollo sustentable.

Resulta necesario subrayar en este punto, que el cambio climático (ampliamente asociado con la emisión abundante de los GEI) es precisamente la mayor amenaza reconocida para diversos ecosistemas y sus habitantes. Son conocidos y difundidos los impactos residuales adversos que la energía eoloeléctrica tiene sobre la fauna voladora; no obstante poco se habla acerca de que la mayor amenaza para la desaparición de este grupo es el cambio climático (por la desaparición de hábitats, modificación de patrones ambientales en general, etc.). Es decir, que más allá de los impactos residuales adversos –en el corto plazo- que pudieran permanecer aún después de la implementación de las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo VI de esta Manifestación, la mayor amenaza que tendrían que enfrentar los seres vivos –flora, fauna, humanos y demás- es la del cambio climático (en el mediano y largo plazo). Por consiguiente, a reserva del posible impacto residual adverso sobre la fauna voladora –en el corto plazo-, la generación de electricidad por medio del viento reducirá las emisiones de GEI, y por ende atenuará los posibles escenarios de cambio climático –con consecuencias en el mediano y largo plazo-, repercutiendo de forma indirecta en la conservación de ecosistemas, flora y fauna.

Además de los ya mencionados impactos ambientales en términos de emisiones de GEI, y a modo de comparación, un estudio que tomó en consideración siete tecnologías de generación de energía eléctrica (cinco convencionales y dos renovables), y doce impactos ambientales (calentamiento global, disminución de la capa de ozono, acidificación, eutrofización, radiaciones ionizantes, contaminación por metales pesados, sustancias carcinógenas, niebla de verano, niebla de invierno, generación de residuos industriales, residuos radiactivos, y agotamiento de recursos energéticos), encontró que las energías renovables estudiadas tienen en promedio 31 veces menos impacto ambiental que las convencionales (*Cuadro 1*). Dicho impacto es expresado en ecopuntos de impacto ambiental, o sea que a más puntos, mayor impacto (IDAE, 2000). En diversos aspectos, la eoloeléctrica es una energía con poco impacto medioambiental.

Cuadro 1. Impactos ambientales de la generación de electricidad.

TECNOLOGÍA	ECOPUNTOS
Minihidráulica	5
Eólica	65
Gas natural	267
Nuclear	672
Carbón	1356
Petróleo	1398
Lignito	1735

La generación de electricidad por medios convencionales ejerce además una presión sobre el recurso hídrico. Con la creciente demanda de agua para distintos usos –consuntivos y no consuntivos-, se hace patente la necesidad de contar con tecnología que genere electricidad sin tener que emplear agua en el proceso.

El uso del agua en la generación de electricidad en plantas termoeléctricas representó el 5.5% del total nacional en 2013 (CONAGUA, 2014). En cambio, la generación de electricidad por medio de la fuerza motriz del viento no requiere de la utilización del agua. Por no emplear agua en el proceso, no se generan aguas residuales, ni se requiere la creación de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Tampoco se generan residuos industriales ni peligrosos de ningún tipo, excepto al término de la vida útil del Proyecto.

En cuanto a la óptima ubicación del Proyecto, desde mediados de los años 90 existe aprovechamiento del viento como fuerza motriz para la generación de electricidad en el área del Istmo de Tehuantepec. Esta misma se ha convertido en un referente nacional e internacional. Dicha área se caracteriza por vientos de clase 5-7 en la escala mundial del viento, valores referidos como “Excelentes” para la generación de electricidad. Con el proceso de aprovechamiento referido -comenzado hace ya 20 años-, existe ya una significativa capacidad instalada en el área, y aún permanecen áreas propicias para el establecimiento de parques eólicos, como el Proyecto motivo de esta Manifestación.

En términos de uso del suelo, se tiene que los proyectos eólicos no hacen un uso extensivo del suelo, y posterior a su implementación, no presentan una incompatibilidad con los usos previos presentados en el área. Esto es decir que permiten la continuación de las actividades y usos de suelo presentes en su Área de Influencia, sin desplazar poblaciones ni inutilizar los predios en donde se implementan. Aunado a esto, los riesgos de accidentes asociados a una central eoloeléctrica son muy considerablemente menores a los asociados a plantas termoeléctricas (explosión), e hidroeléctricas (inundaciones).

Por ende, el Proyecto tiene una amplia y muy sustentada justificación ambiental, tanto en su asiento renovable como en su emplazamiento. Se trata de una empresa óptima en la región que contribuye a la viabilidad del desarrollo sustentable a nivel nacional. Sea por el uso del viento como fuente de poder y la reducción de emisiones de GEI –con la posible aminoración del cambio climático que junto a proyectos de la misma índole representa- o por su ubicación en esta porción del Istmo de Tehuantepec, el Proyecto exhibe las condiciones óptimas para su puesta en marcha y ejecución.

II.1.2 UBICACIÓN FÍSICA

El Proyecto, por sus coordenadas geográficas se ubica en el municipio de Juchitán de Zaragoza, Estado de Oaxaca. Se accede al predio del sitio por la carretera Juchitán de Zaragoza- Unión Hidalgo.

Las coordenadas geográficas del centro de la parte norte del predio son 94°54'3.99" longitud oeste y 16°28'4.596" latitud norte, para la parte sureste del predio las coordenadas geográficas del centro son 94°53'34.80" longitud oeste y 16°26'44.89" latitud norte y para la parte suroeste del predio las coordenadas geográficas del centro son 94°54'43.88" longitud oeste y 16°26'41.85" latitud norte (Figura 4).

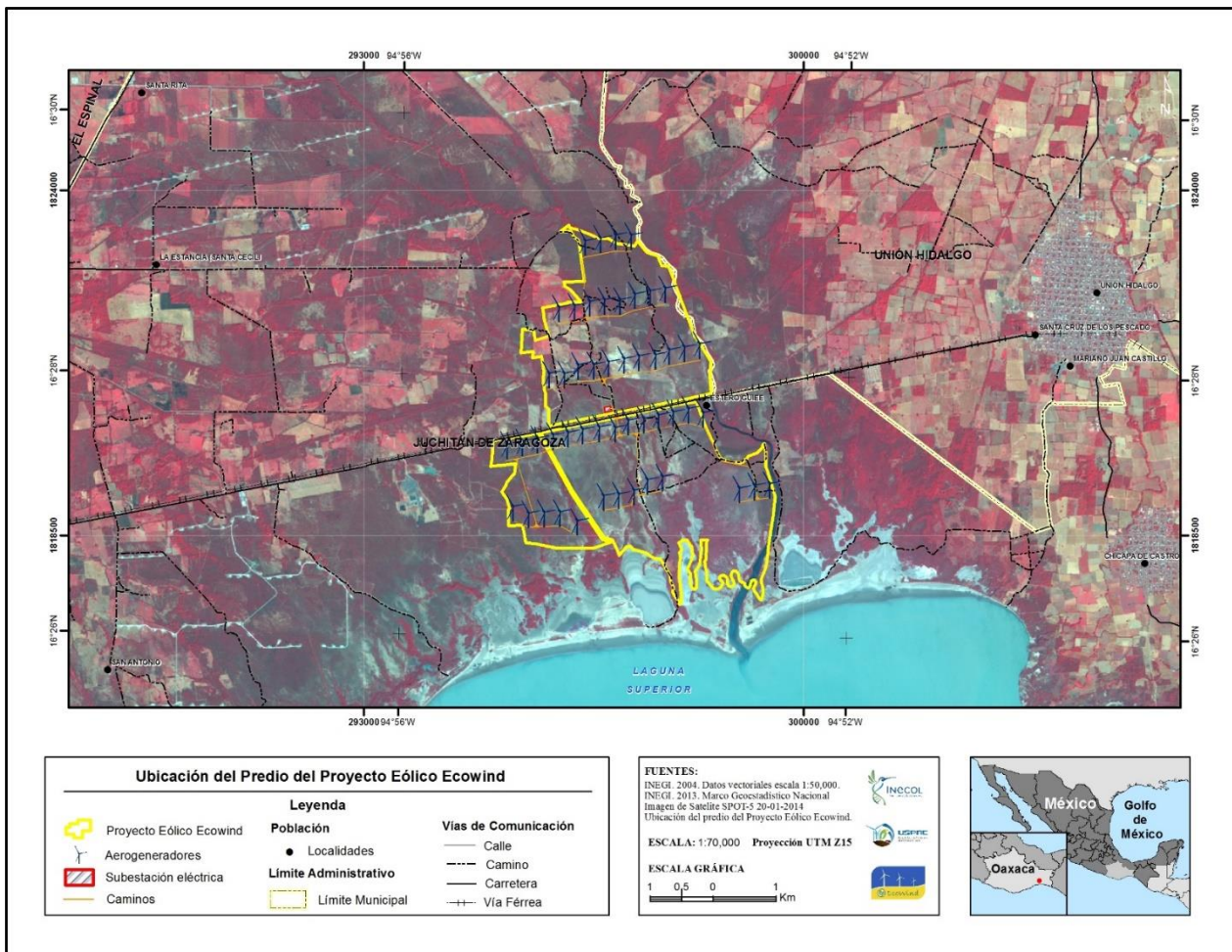


Figura 4. Localización del sitio para el Proyecto Eólico EcoWind.

Dicho sitio se encuentra dentro del rango de elevación de 5 a 12 m sobre el nivel del mar.

Las coordenadas extremas del polígono del proyecto se muestran en la *Figura 5* y el *Cuadro 2*.

Cuadro 2.Coordenadas Extremas Polígono del Proyecto.

PUNTO EXTREMOS	X	Y
Punto 1	296198.01000	1823401.84900
Punto 2	297849.77836	1822787.88208
Punto 3	295048.87201	1820006.63630
Punto 4	298531.33493	1820769.11185
Punto 5	296659.99642	1818299.47073
Punto 6	299326.87111	1817479.81072

El polígono del Proyecto se encuentra en el *Anexo II.1*.

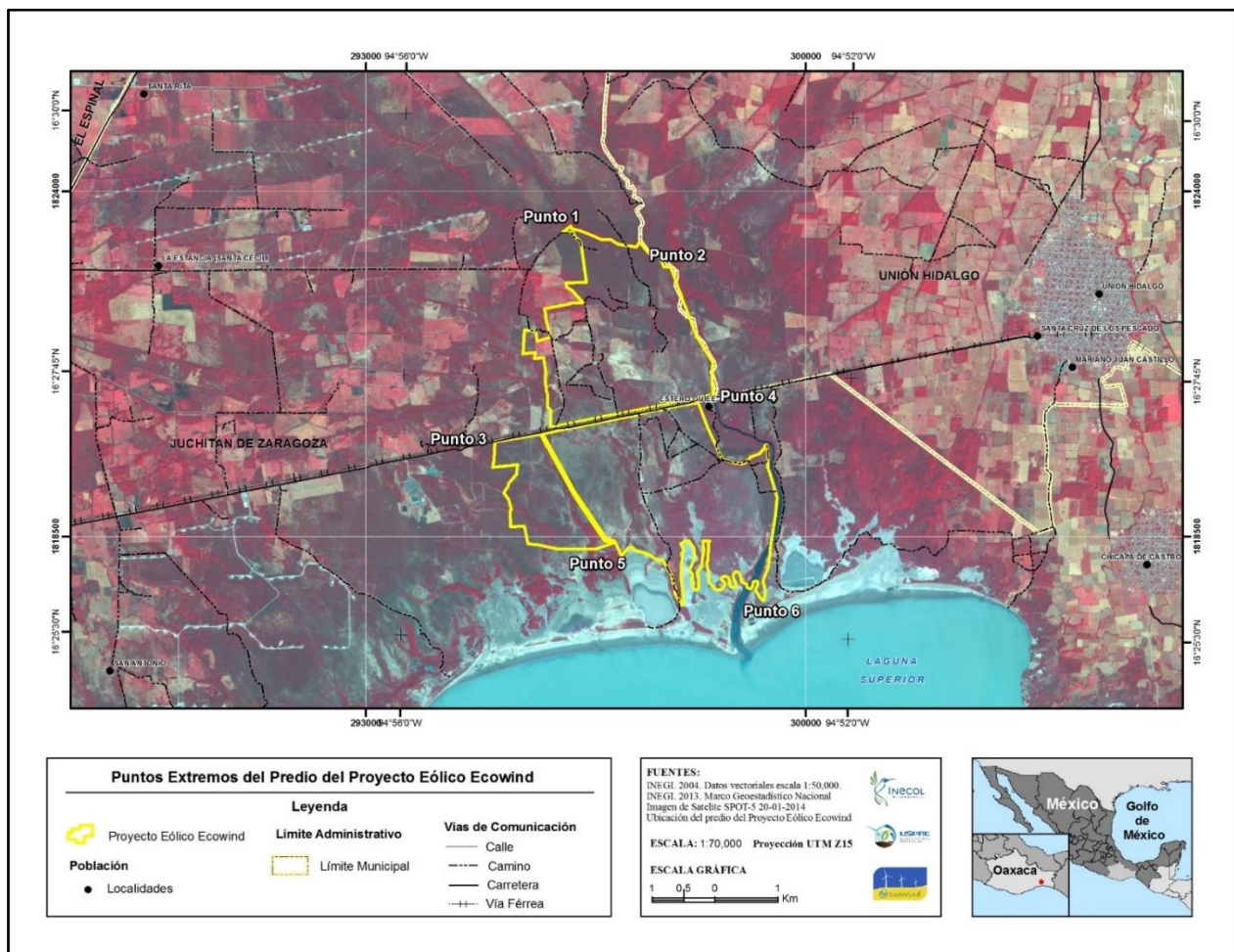


Figura 5. Localización de coordenadas extremas para el Polígono del Proyecto Eólico EcoWind.

II.1.3 INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión total estimada para el Proyecto es de 224, 400,000 USD de 2013 (doscientos veinticuatro millones cuatrocientos mil dólares americanos), equivalentes a \$ 2, 920, 520,000.00 (dos mil novecientos veinte millones quinientos veinte mil pesos mexicanos).

Los costos estimados para la aplicación de las medidas de prevención y mitigación serán aproximadamente de \$ 46 640,000.00 (cuarenta y seis millones seis cientos cuarenta mil pesos 00/100 M.N.).

El proyecto se realizará bajo el esquema de **Autoabastecimiento**. El Proyecto Eólico EcoWind será construido, financiado y operado por una empresa privada.

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El Proyecto comprende además de los aerogeneradores, sistemas de control y monitoreo, transformadores, buses colectores para el transporte de la energía eléctrica desde cada aerogenerador hasta la subestación, el edificio de control y la subestación eléctrica principal.

Se determinó una capacidad instalable para el Proyecto de 100 MW, conformado por un total de 50 aerogeneradores con potencia nominal de 2.0 MW.

Cada aerogenerador dentro de su torre troncocónica contará con un transformador para elevar la tensión de generación a un nivel de tensión de 34.5 Kv. Mediante buses colectores subterráneos, se conducirá la energía eléctrica producida hasta la subestación principal dentro del predio del proyecto. La subestación principal constará de uno o varios transformadores monofásicos que elevarán la tensión de 34.5 a 230 kV.

Dentro del alcance del Proyecto, se instalarán tres estaciones de medición (torres anemométricas) para monitoreo de las variables del viento (recurso eólico), se montarán en torres tubulares retenidas y ancladas. El área que ocupan las torres anemométricas será de 1.47 ha (70 m x 70 m), de afectación permanente, teniendo dos líneas de retenidas en forma perpendicular, las cuales delimitan el área citada. Las torres serán instaladas sobre terrenos de uso pecuario.

El Proyecto consistirá de un sistema automatizado para la entrega de energía al Sistema Eléctrico Nacional. El Proyecto tendrá una vida útil estimada de 20 años.

El agua para la construcción será obtenida a través de la compra de pipas de agua de un pozo cercano al sitio del Proyecto. Es importante resaltar que para la etapa de operación, el agua requerida, será únicamente para cubrir los servicios del personal que laborará en esta etapa del proyecto. Por la naturaleza del Proyecto no requiere agua para su funcionamiento.

II.2.1 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

En el programa de trabajo se precisan las actividades a realizar para la preparación del sitio, construcción, pruebas y puesta en servicio, con las fechas de ejecución para cada una de ellas. La mano de obra requerida en la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto es de 25 elementos en su etapa inicial, de 600 en su etapa plena y de 25 en su etapa final. En el *Cuadro 3*, se presenta el programa general de trabajo para las etapas de desarrollo del Proyecto.

Cuadro 3. Programa de Trabajo

PROGRAMA ESTIMADO DE TRABAJO PARA LA PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y DE PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO EÓLICO ECOWIND 100 MW																		
ACTIVIDADES PRINCIPALES		MESES																
		0	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°
1	Construcción del Parque Eólico																	
1.1	Despalme y Levantamiento Topográfico																	
1.2	Construcción de Viales y Plataformas																	
1.3	Construcción de Zapatas																	
1.4	Instalación de Media Tensión																	
1.5	Montaje de Aerogeneradores																	
1.6	Pruebas de Aerogeneradores																	
1.7	Puesta en Servicio de Aerogeneradores																	
2	Línea Aérea de Alta Tensión (30 km Aprox)																	
2.1	Topografía y Desbroce																	
2.2	Construcción de Cimentaciones																	
2.3	Montaje de Torres y HERRAJES																	
2.4	Tendido de Cables (Cable Eléctrico, Fibra Óptica y Línea de Guarda)																	
3	Subestaciones																	
3.1	Despalme y Levantamiento Topográfico																	
3.2	Construcción de Plataforma																	
3.3	Construcción de Cimentaciones Mayores y Menores																	
3.4	Edificio de Control																	
3.5	Viales internos																	
3.6	Montaje Electromecánico																	
3.7	Montaje Eléctrico																	
3.8	Pruebas de Equipos																	
3.9	Energización																	
3.10	Puesta en Marcha de la Central																	
4	Entrada en Operación Comercial																	

NOTA: El mes 1 corresponde a enero de 2017 y el mes 15 a marzo de 2018.

II.2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

La descripción que se presenta a continuación, es de manera ilustrativa con el fin de visualizar los potenciales impactos al ambiente, que generará la construcción y operación del Proyecto. El equipo por instalar consiste en 50 aerogeneradores Gamesa G114 con una potencia nominal de 2.0 MW y una altura de buje de 93 m, de rotor tripala a barlovento, regulado por un sistema de cambio de paso y con sistema de orientación activo. Cada aerogenerador tiene un rotor de aproximadamente 115 m de diámetro y utiliza un sistema especial de control capaz de adaptar al aerogenerador para operar en grandes intervalos de velocidad de rotor, que se soporta con una torre troncocónica, cuya altura hasta el centro del rotor es de 93 m, lo que, con el radio de pala, da una altura total de 150 m. Para ilustración véase la *Figura 6*.

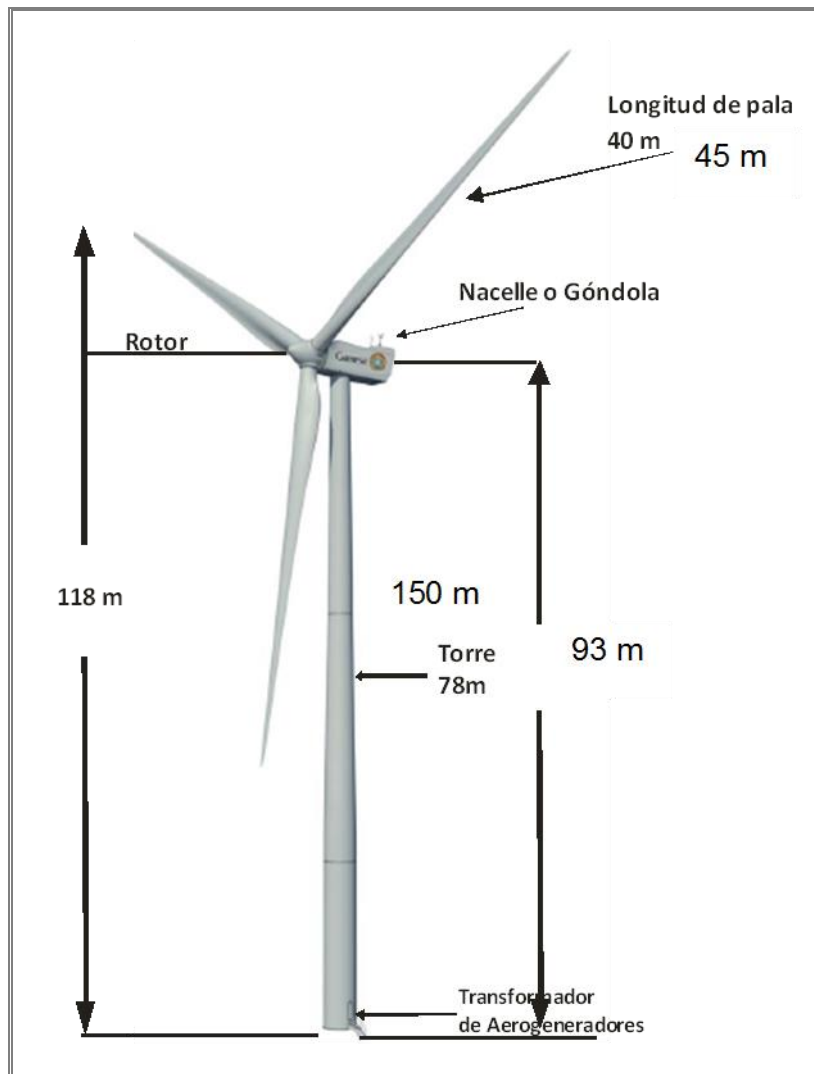


Figura 6. Características de los aerogeneradores G114.

Los aerogeneradores serán Clase IA, conforme a la norma IEC-61400-1 (International Electrotechnical Committee, 3a edición 2005-08) y estarán localizados a lo largo de filas con una orientación E-W, perpendiculares a la dirección predominante del viento. Los aerogeneradores se componen principalmente de: cono, rotor, palas, rodamientos de pala, carcasa, buje de pala, eje principal, multiplicadora, rodamiento de eje, sistema de giro, torre y un generador eléctrico. Cada aerogenerador contará con un transformador para elevar de 690 V a 34.5 kV el voltaje y mediante buses colectores subterráneos, se conducirá la energía eléctrica producida en 34.5 kV, hasta la SE del Productor, en la cual se elevará la tensión de la energía eléctrica hasta los 230 kV.

También contarán con un sistema de monitoreo de las condiciones del viento, de tal manera que el control del aerogenerador, lo hará girar para que el rotor esté siempre perpendicular a la dirección del viento, de forma que pueda absorber la potencia máxima y se mantenga generando dentro de los límites de velocidad del viento, recomendados por el fabricante de los aerogeneradores.

Los componentes, mecánicos, eléctricos y de control para la generación eléctrica, aparte de la torre y las palas, se alojan en la góndola o nacelle. Los elementos que llevan aceite lubricante son: el multiplicador sistema hidráulico y el filtro de aceite. Para ilustración véase la *Figura 7* y *Figura 8*.



Figura 7. Detalle externo de rotor y góndola de un aerogenerador.

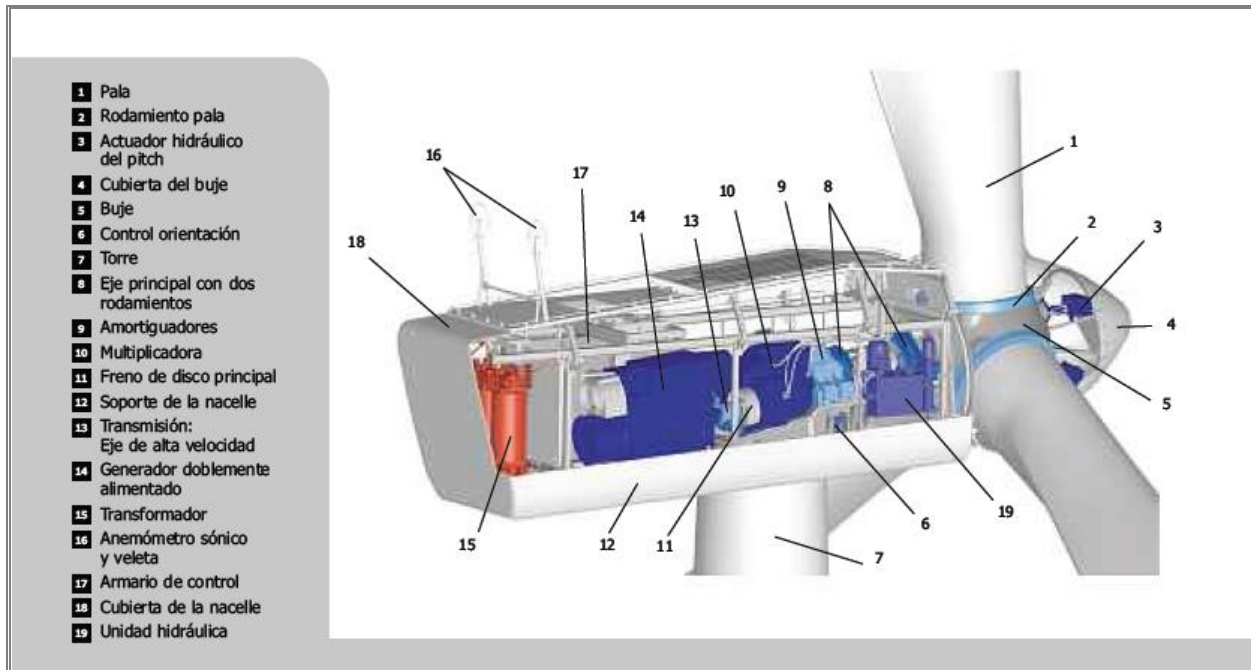


Figura 8. Góndola típica del aerogenerador y sus partes constitutivas

Todas las funciones del aerogenerador serán monitoreadas y controladas por un sistema de control (Unidad de Control) basado en microprocesadores, que va instalado en la góndola.

El sistema de control regula las revoluciones por minuto (rpm) y asegura que el aerogenerador siempre suministre una potencia eléctrica estable a la subestación y red eléctrica del Proyecto y a continuación a la red eléctrica nacional. Este sistema de control suministra, además, la energía con un factor de potencia de 95% atrasado y adelantado, para contribuir a la regulación del sistema eléctrico. El generador está protegido contra cortocircuitos y sobrecargas. Su temperatura es continuamente monitoreada mediante un instrumento denominado PT1001, en puntos del estator y de rodamientos.

El generador es capaz de trabajar con velocidad variable y mantener la potencia constante simultáneamente. El sistema de control tiene flexibilidad intrínseca respecto a la optimización de la energía, mínimo ruido durante el funcionamiento y reducción de cargas en la multiplicadora y en otros componentes.

1 PT100 Instrumento que registra simultáneamente presión y temperatura, el cual es un componente del aerogenerador.

El rotor consiste de 3 palas de cambio de paso en la envergadura completa de la pala, rodamiento completo de cambio de paso y el buje en fundición nodular de hierro. Las palas son de 57 m de longitud, con insertos especiales de acero en la raíz de las palas que las conectan hasta el centro del buje. Las palas están fabricadas en fibra de vidrio con resina epóxica y núcleo de PVC. Cada pala consiste de 2 conchas pegadas a una viga soporte de sección tubular cerrada, con geometría adaptada a la forma aerodinámica de las conchas de cada pala.

El sistema de cambio de paso del rotor se equipa con un sistema que proporciona en todo momento un ajuste del ángulo de operación de la pala que aumenta la producción de potencia, reduce la emisión de ruido y protege al aerogenerador en caso de velocidades excesivas de viento.

Con respecto a la velocidad del viento se pueden establecer 4 fases de viento:

- Viento bajo, con el generador desconectado de la red eléctrica,
- Viento medio, con el generador conectado, pudiendo llegar a generar la potencia nominal.
- Viento alto, el generador produce potencia nominal, probablemente tirando energía con el sistema de cambio de paso.
- Viento muy alto, el generador está desconectado y la turbina parada, para protección del mismo aerogenerador.

Las condiciones del clima determinan el diseño de los aerogeneradores, ya que si la velocidad es alta y la turbulencia alta, las cargas en el aerogenerador aumentan y la vida útil del equipo disminuye; si la velocidad del viento es baja y la turbulencia es también baja, no se genera electricidad; si la velocidad del viento o la turbulencia es baja, las cargas se reducirán y la vida útil del equipo aumentará.

En el *Cuadro 4* se indican de manera ilustrativa el número de aerogeneradores para el Proyecto y sus posibles capacidades individuales. Para el presente estudio, se considera como base el escenario compuesto por 50 aerogeneradores, con capacidad individual de 2 MW, lo que dará una capacidad nominal total de 100 MW para el Proyecto.

Cuadro 4. Capacidad del Proyecto y número de unidades, en función de la capacidad individual de los aerogeneradores a instalar en el Proyecto Eólico Ecowind.

CAPACIDAD UNITARIA AEROGENERADOR, KW.	NÚMERO DE UNIDADES (AEROGENERADORES)	CAPACIDAD DEL PROYECTO, MW
2000	50	100+ 2%

En el área de transformadores dentro de la subestación, para la prevención de eventuales derrames de aceite, se construirán fosas captadoras, el aceite colectado se enviará, por medio de un sistema de drenaje de aguas aceitosas a un sistema separador, en el cual se separará el aceite colectado del agua pluvial que se mezcle con ella.

II.2.2.1 Características Técnicas del Proyecto

Como se mencionó, se determinó una capacidad instalable para el Proyecto de 100 MW, conformado por un total de 50 aerogeneradores con potencia nominal de 2.0 MW. Estos equipos, que fueron sometidos a un análisis técnico por parte de la empresa GH dentro de los estudios antes mencionados, corresponden a la clase IA (según los tipos de viento y de turbulencias de la región del Istmo de Tehuantepec) y cumplen con la norma internacional de la IEC (International Electrotechnical Commission) IEC-61400 Wind turbine Generator System. Los aerogeneradores se distribuirán, de norte a sur del predio, en cinco filas perpendiculares a la dirección predominante del viento; considerando el inicio de la ubicación de las líneas de norte a sur, la fila A contará con 4 aerogeneradores, la fila B contará con 8 aerogeneradores, la fila C contará con 4 aerogeneradores, la fila D contará con 14 aerogeneradores, la fila E contará con 12 aerogeneradores; cada fila de aerogeneradores cuenta con un camino de interconexión para acceso y mantenimiento, los cuales se enlazarán con un camino denominado “camino de interconexión principal” que enlazará los caminos de cada fila a la subestación del Proyecto; el camino principal de interconexión se construirá a partir del acondicionamiento de un camino interior existente. La separación entre las filas A, B, C, D y E será de por lo menos 900 m (*Figura 9*).

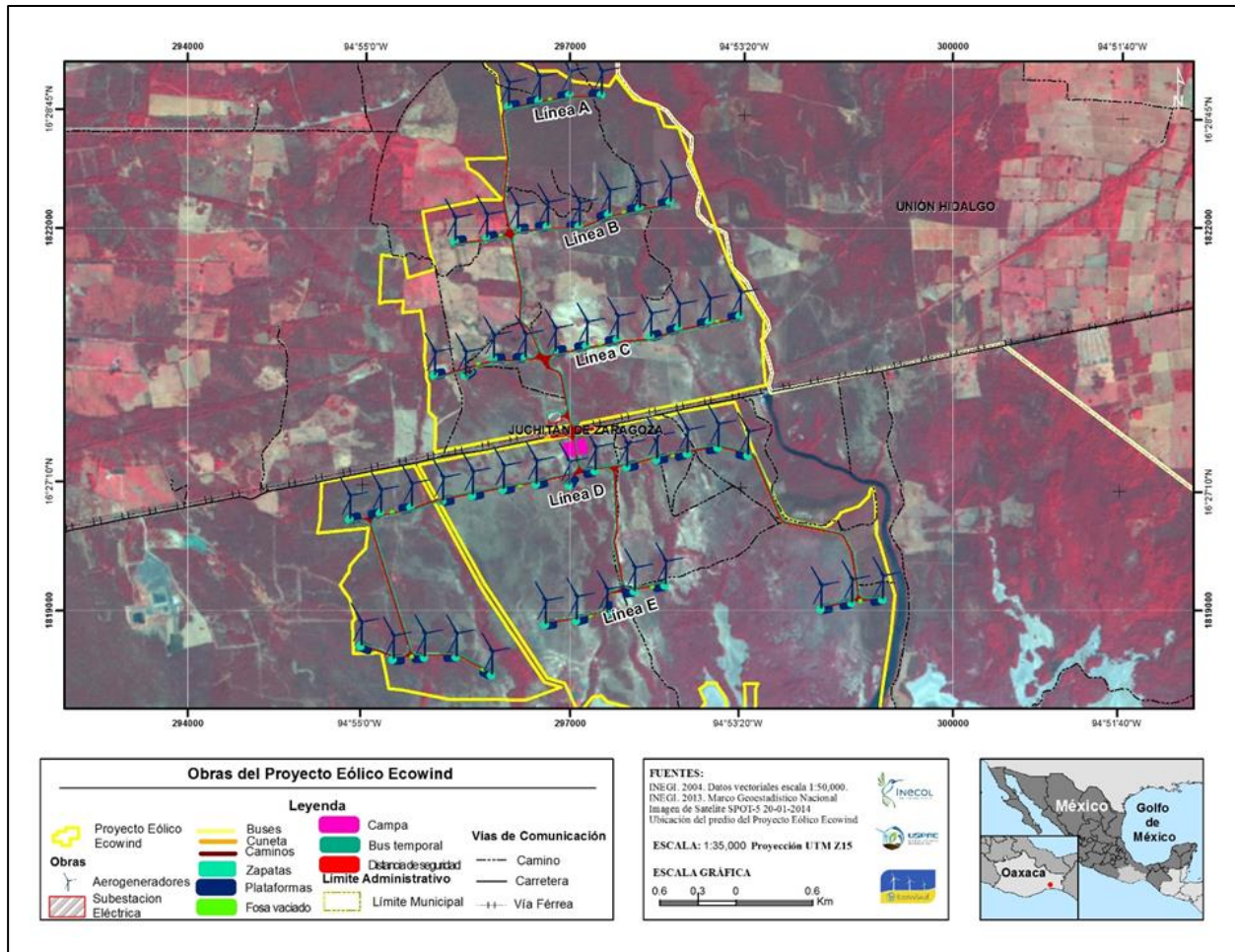


Figura 9. Distancia establecida entre filas de aerogeneradores y entre aerogeneradores para el Proyecto Eólico EcoWind.

Asimismo, los aerogeneradores de la misma fila tendrán una separación de aproximadamente 300 m, para evitar una posible afectación entre los equipos en caso de que alguno llegara a caer en dirección de los adyacentes, dicha disposición da como resultado que no se use la mayor parte de la superficie estimada y por lo tanto que no se afecte.

Camino, cunetas y buses

Para el desarrollo del Proyecto, con base en la disposición mencionada de los aerogeneradores, se pretenden construir 22.56 km de caminos interiores con un ancho de 6 m de superficie de rodamiento para el acceso al Proyecto, a la subestación eléctrica y a la base de los aerogeneradores, además integrar 18.34 km de cunetas de drenaje pluvial de 1,5 m de ancho a cada lado de la superficie de rodamiento y 18.34 km de buses con un ancho de 3,0 m (Figura 10).

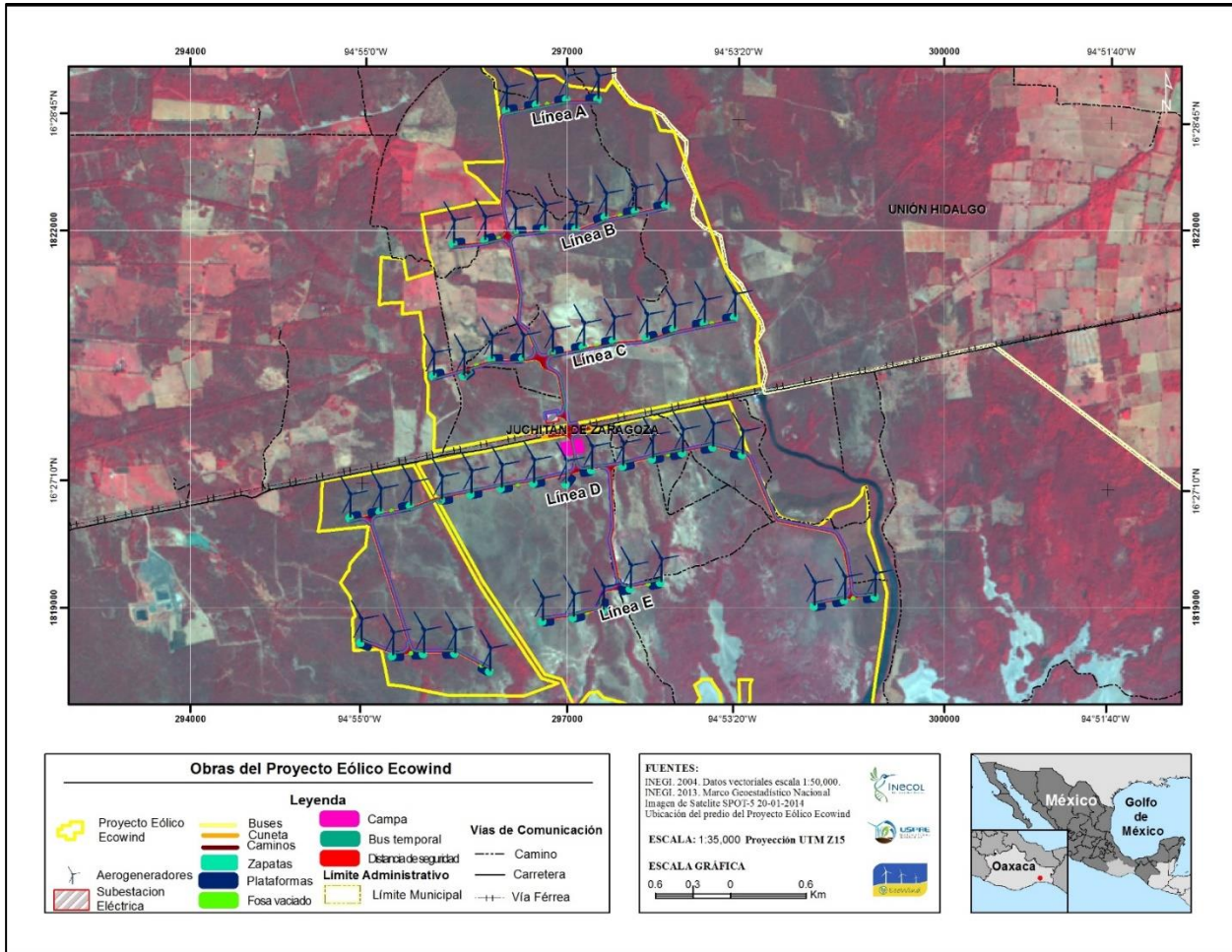


Figura 10. Distribución del camino principal al interior del polígono del Proyecto cabe mencionar que adjunto se proyectan los colectores de energía “Buses”.

Plataformas de maniobras y zapatas

Para cada uno de los 50 aerogeneradores se necesita una plataforma de maniobras e instalación de una zapata, por lo que se considera ocupar una superficie aproximada de 58 m x 30 m, de manera permanente. La superficie total a ocupar será de 87 000.00 m² y se considera de afectación permanente. También será considerada a un costado de la plataforma una superficie circular de 32 m de diagonal central para construir la zapata sobre la cual se instalara el aerogenerador (Figura 11).

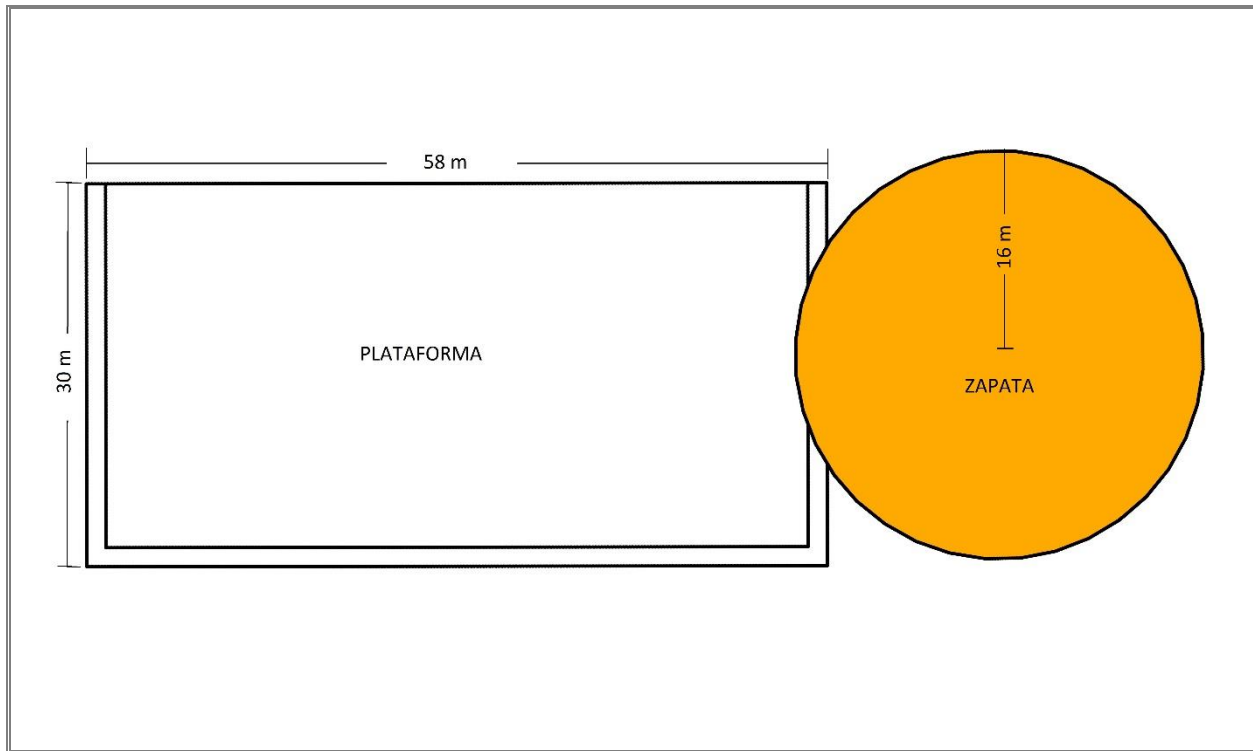


Figura 11. Plataforma de maniobra, mostrando la superficie de la zapata en que se instala el aerogenerador.

Subestación Eléctrica

La energía que se transforma en los aerogeneradores será conducida por medio del cableado en los buses, hasta las instalaciones necesaria para su resguardo y distribución, es por eso que el proyecto toma en cuenta la construcción e instalación de una Subestación eléctrica. Dicha Subestación ocupará un área aproximada de 100 m x 80 m, resultando una superficie a ocupar de 8 000.00 m², esta área también albergará las instalaciones técnico-administrativas, áreas de servicio, áreas verdes y vialidades interiores.

El desarrollo de las obras dentro del predio implica ocupar una superficie, la cual tendrá un porcentaje de afectación que podrá ser tanto de forma temporal como permanente, principalmente por las obras y actividades propias del Proyecto.

En los *Cuadro 5* y *Cuadro 6* se señalan las superficies a ocupar de forma temporal y permanente.

Cuadro 5. Superficie a ocupar durante la etapa de preparación de sitio, temporal.

OBRAS	LONGITUD (M)	SUPERFICIE (M ²)	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE DE AFECTACIÓN
Caminos interiores (superficie rodante de 6 m de ancho).	22,558.96	135,353.78	13.54	0.93%
Cunetas (ambos lados de caminos interiores de 1,5 m ancho cada uno).	18,337.24	55,011.73	5.50	0.38%
Distancia de seguridad entre bus y camino (1m de ancho).	18,188.06	18,188.06	1.82	0.13%
Buses (3 m ancho).	18,335.06	55,005.19	5.50	0.38%
50 Plataformas de maniobras (58 m x 30 m).		87,000.00	8.70	0.60%
50 Zapatas circulares de 32 m de diagonal central.		40,212.39	4.02	0.28%
3 torres anemométricas (50 m de altura), y ocupan un área de 70 x 70 m c/u.		14,700.00	1.47	0.10%
Subestación eléctrica e instalaciones técnico-administrativas (100 m x 80 m).		8,000.00	0.80	0.06%
Area de remoción de tierras de los buses.	18,250.08	18,250.08	1.83	0.13%
Campas de construcción.		16,000.00	1.60	0.11%
Fosas de vaciado de concreto residual.		126.00	0.01	0.00%
Total		447,847.23	44.78	3.08%

Cuadro 6. Superficie a ocupar de manera permanente, en la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto Eólico Ecowind.

OBRAS	LONGITUD (M)	SUPERFICIE (M2)	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE DE AFECTACIÓN
Caminos interiores (superficie rodante de 6 m de ancho)	22,558.96	135,353.78	13.54	0.93%
Cunetas (ambos lados de caminos interiores de 1,5 m ancho cada uno)	18,337.24	55,011.73	5.50	0.38%
Distancia de seguridad entre bus y camino (1m de ancho).	18,188.06	18,188.06	1.82	0.13%
Buses (3 m ancho).	18,335.06	55,005.19	5.50	0.38%
50 Plataformas de maniobras (58 m x 30 m).		87,000.00	8.70	0.60%
50 Zapatas circulares de 32 m de diagonal central.		40,212.39	4.02	0.28%
3 torres anemométricas (50 m de altura), y ocupan un área de 70 x 70 m c/u		14,700.00	1.47	0.10%
Subestación eléctrica e instalaciones técnico-administrativas (200 m x 200 m)		8,000.00	0.80	0.06%
Total		413,471.15	41.35	2.84%

Presentado lo anterior, se identificaron que las áreas mostradas son las mismas en diferentes etapas sin la sobreposición de obras, por lo que el total de afectación permanente y temporal durante el desarrollo del proyecto es la presentada en el Cuadro 7, siendo la superficie afectada de manera permanente 41.35 ha involucrando la construcción de caminos, cunetas, zapatas, torres anemométricas, subestación, así como el establecimiento de la distancia de seguridad de los buses e instalación de buses; mientras que de manera temporal serán afectadas 3.43 ha por la generación de áreas para fosas, campos de construcción y remoción de tierra del área de los buses.

Cuadro 7. Afectaciones temporales y permanentes totales del proyecto.

OBRAS	AFECTACIÓN TEMPORAL		AFECTACIÓN PERMANENTE	
	M2	%	M2	%
Caminos interiores (superficie rodante de 6 m de ancho).	-	0.000%	135,353.78	0.931%
Cunetas (ambos lados de caminos interiores de 1,5 m ancho cada uno).	-	0.000%	55,011.73	0.378%
Distancia de seguridad entre bus y camino (1m de ancho).	-	0.000%	18,188.06	0.125%
Buses (3 m ancho).	-	0.000%	55,005.19	0.378%
50 Plataformas de maniobras (58 m x 30 m).	-	0.000%	87,000.00	0.598%
50 Zapatas circulares de 32 m de diagonal central.	-	0.000%	40,212.39	0.277%
3 torres anemométricas (50 m de altura), y ocupan un área de 70 x 70 m c/u.	-	0.000%	14,700.00	0.101%
Subestación eléctrica e instalaciones técnico-administrativas (100 m x 80 m).	-	0.000%	8,000.00	0.055%
Area de remoción de tierras de los buses.	18,250.08	0.126%	-	0.000%
Campas de construcción.	16,000.00	0.110%	-	0.000%
Fosas de vaciado de concreto residual.	126	0.001%	-	0.000%
Total	34,376.08	0.236%	413,471.15	2.844%

Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El Proyecto, está previsto ser implantado en la región del Istmo de Tehuantepec, del Estado de Oaxaca. El área que ocupará este proyecto está situado a unos 6.5 km al oeste de Juchitán de Zaragoza municipio del mismo nombre. Los terrenos donde se pretenden instalar los aerogeneradores que conforman el polígono para el Proyecto, pertenecen al municipio de Juchitán de Zaragoza.

En las comunidades rurales Estero Guiee y Rancho La Soledad, el grado de marginación es alto. En la localidad Estero Guiee viven alrededor de 8 habitantes de los cuales ninguno cuenta con servicios básicos de salud, no existe red de agua potable, una vivienda de las tres no cuenta con energía eléctrica y no cuentan con vías de comunicación. En Rancho la soledad solo habita una persona de manera temporal, y no cuentan con energía eléctrica ni drenaje.

II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL

En la *Figura 12* se ubica geográficamente el Proyecto en donde se muestra la superficie que cubrirá éste así como la extensión prevista de los impactos ambientales acumulativos y/o sinérgicos derivados de la interacción con otras fuentes de impacto, parques eólicos en este caso.

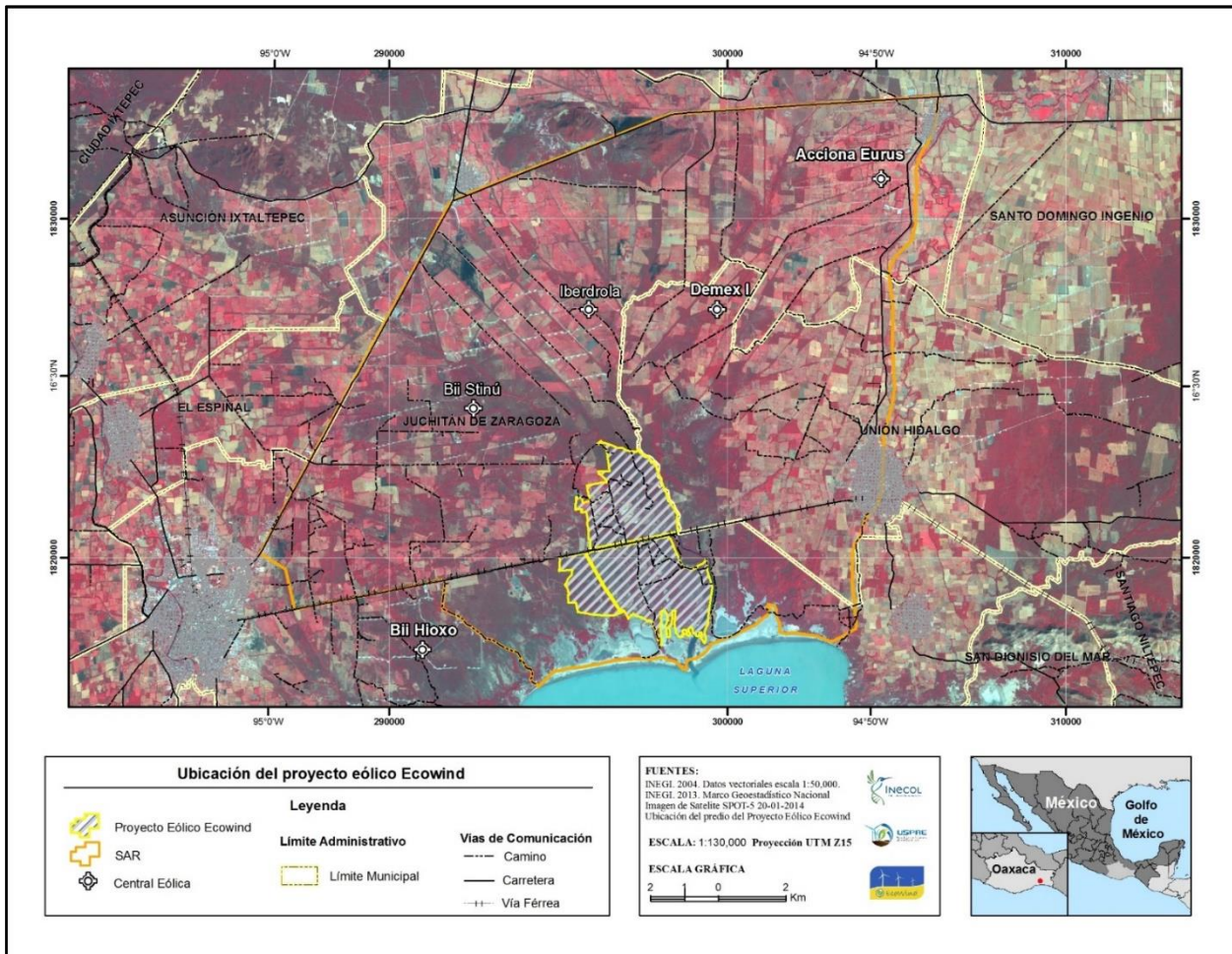


Figura 12. Ubicación geográfica del Proyecto en el contexto regional.

II.2.4 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

Se tiene estimada una superficie de 1,453.67 hectáreas para el desarrollo del Proyecto, que incluye la instalación de 50 aerogeneradores (zapatas, plataformas de maniobras y equipos), cinco torres anemométricas, caminos interiores, cunetas, buses, cuarto de control, subestación eléctrica, oficinas de operación, fosa séptica y almacenes (*Figura 13*).

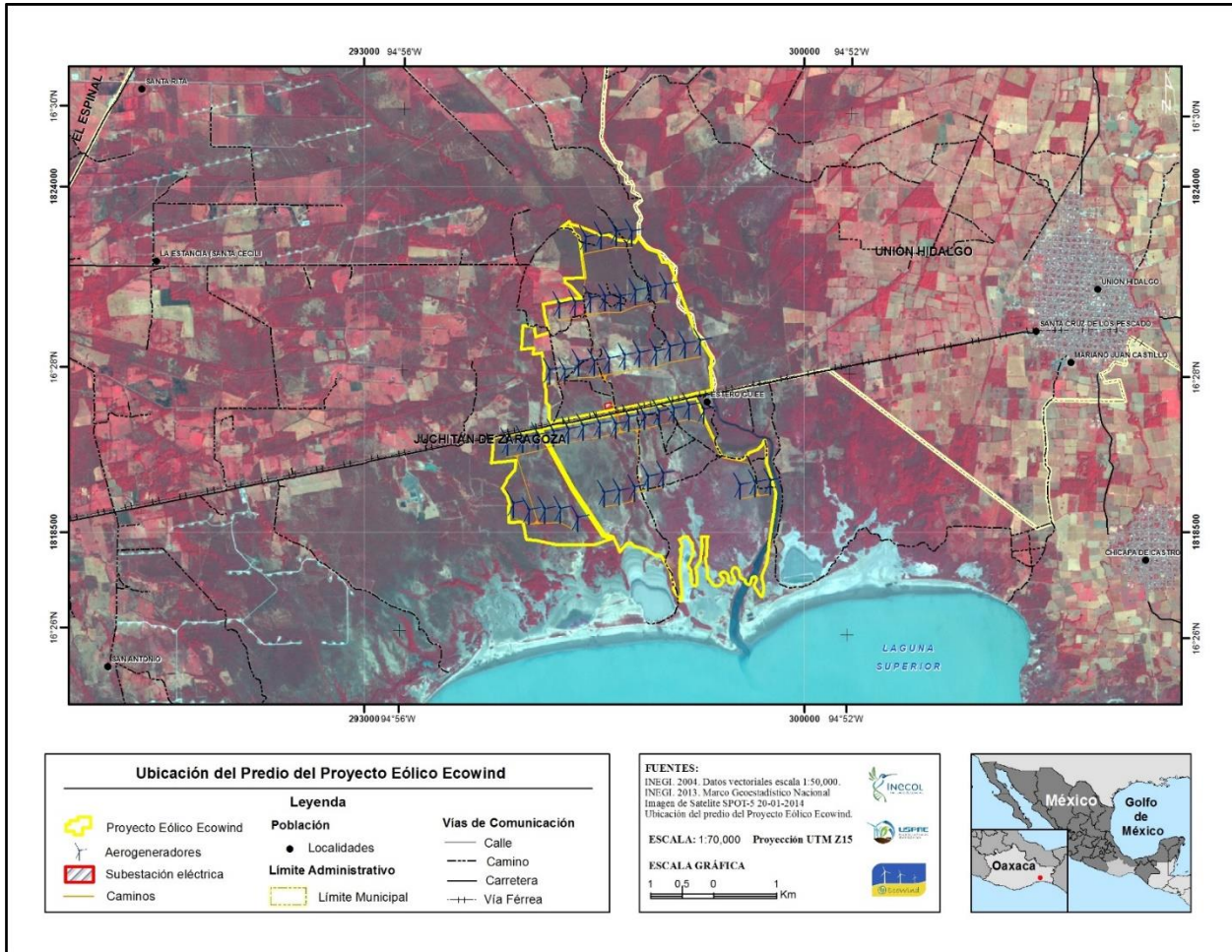


Figura 13. Ubicación geográfica del Proyecto en el contexto local.

II.2.5 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

A continuación se presentan las diferentes actividades que se realizarán para la preparación del sitio.

II.2.5.1 Desmontes y despalmes

La realización del desmonte se hará primero en forma manual, con machetes y motosierra. El despalme se realizará utilizando motoconformadoras y/o bulldog, implicando el arrastre de materia vegetal y horizonte superficial del suelo. El material de desmonte y despalme se colocará en lugares adyacentes, para su posterior utilización en la restauración de los terrenos para el cultivo y el pastoreo que serán temporalmente afectados durante la construcción del proyecto. No se hará uso de productos químicos y fuego para la realización de esta actividad.

II.2.5.2 Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones

El predio está caracterizado por presentar un relieve plano, con altitudes que varían entre 2 y 16 m sobre el nivel del mar. Más hacia el este y particularmente hacia el norte existen áreas de montes que llegan hasta 650 m de altura.

Las técnicas a emplear: excavar con maquinaria o bien manualmente; considerando las características del suelo no se requerirán de técnicas especiales o uso de explosivos, previniendo riesgos de erosión, garantizando la estabilidad del terreno.

El área para las instalaciones técnico-administrativas y la subestación, se nivelará y compactará. Además se hará la excavación y nivelación para la instalación de los drenes de agua residual doméstica, dándole la pendiente adecuada hacia la fosa séptica, hacia la excavación de las fosas de captación de aceites de los transformadores, así como la correspondiente para el sistema de separación de agua y aceite.

Se excavará la geometría necesaria para las cunetas y una trinchera de 3,0 m de ancho por 2,5 m de profundidad a lo largo del trazo de los buses, además se excavará la cepa para la zapata y se compactará el terreno para la plataforma de maniobras.

II.2.5.3 Cortes

Por tratarse de un terreno prácticamente plano y sin accidentes topográficos, los caminos interiores a los lados de los aerogeneradores tendrán eventualmente cortes insignificantes. A estos cortes se les suavizará la pendiente y se les cubrirá con suelo orgánico obtenido del despalle, para posteriormente permitir el crecimiento de vegetación, sujeta a mantenimiento como la poda. No habrá cortes permanentes.

II.2.5.4 Rellenos

El material sobrante de las excavaciones antes mencionadas se utilizará como relleno en las terracerías de los caminos interiores, que servirán para la construcción y montaje electromecánico; así como la supervisión de los equipos instalados (durante su operación) con lo que se evitará generar residuos por esta actividad.

II.2.5.5 Dragados

Por la naturaleza del Proyecto no se requiere de actividades de dragado, por lo que no se afectarán cuerpos de agua.

II.2.5.6 Desviación de cauces

Dado que en los predios del proyecto no existen corrientes permanentes, no se realizarán desviaciones de cauces, sin embargo, a lo largo de las filas de los aerogeneradores, se establecerán canales en ambos lados de los caminos de acceso, para el control o desfogue de los escurrimientos superficiales intermitentes durante los eventos de lluvia.

En la entrada a los predios con vocación ganadera o agrícola, se construirán alcantarillas en los caminos que se utilicen para el monitoreo de los aerogeneradores, permitiendo el paso vehicular.

En las etapas del desarrollo de las obras no se contempla realizar un drenaje pluvial especial, ya que con estas medidas, no habrá modificación a la libre circulación de los escurrimientos de agua y arroyos temporales, conservando así la continuidad del flujo de dichas corrientes intermitentes.

II.2.5.7 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

A continuación se describen las obras y actividades provisionales para el Proyecto.

a) Campamentos y dormitorios

No se considera necesaria la instalación de campamentos ni dormitorios, ya que la mayor parte de la mano de obra no calificada será contratada en los poblados cercanos al predio del proyecto. El personal calificado utilizará la infraestructura que se tenga (hoteles, casas de huéspedes, alquiler de casas) en las localidades urbanas.

b) Almacenes, bodegas y talleres

Para la etapa de construcción se construirán almacenes y bodegas temporales. Éstos consisten generalmente de piezas de material multipanel, contruidos sobre piso de concreto o compactación de material, según sea el caso, en los que se guardará el equipo, la herramienta y la maquinaria necesaria durante la preparación del sitio y la construcción de la obra. Al término de las obras se desmantelarán las bodegas y los almacenes, los cuales se dejarán vacíos y limpios de cualquier residuo y serán demolidos en su totalidad. Los residuos serán tratados por una empresa certificada, la cual deberá tener un contrato firmado con la empresa constructora, así como un seguimiento de cada una de las veces que esta recoge los residuos, esta empresa se encargará de tratar los residuos, que lo requieran y confinar en zonas permitidas los que requieran dicho confinamiento.

Se usará una superficie para el almacén a cielo abierto, que deberá tener áreas que separen madera del empaque de los equipos, padecería de alambre, varilla y otros materiales metálicos.

No se instalarán talleres para el mantenimiento y reparación de vehículos automotores que consumen gasolina, ni de maquinaria pesada. Las reparaciones se deberán hacer en talleres existentes en los poblados cercanos.

Se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos durante la etapa de construcción, el cual deberá ser construido con base en lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Este almacén, como se mencionó en párrafos anteriores, se dejará vacío y limpio de cualquier residuo y será demolido en su totalidad.

c) Oficinas

Para la etapa de construcción se instalarán oficinas provisionales o se usarán casetas móviles, que se retirarán al concluir esta etapa. Para la etapa de operación se construirá un edificio técnico administrativo, en el cual se alojarán las oficinas definitivas.

d) Comedores

Los empleados contarán con un horario apropiado para realizar sus alimentos, por lo que no se construirá ningún espacio destinado a comedor dentro del predio.

e) Instalaciones sanitarias

Todas las instalaciones provisionales (oficinas) tendrán servicios sanitarios adecuadamente acondicionados. Las aguas residuales sanitarias de las oficinas provisionales serán dirigidas a fosas sépticas construidas para esta etapa. En los frentes de obra se instalarán letrinas portátiles. Para el manejo y disposición de los residuos sanitarios que se generen, se contratará a una empresa autorizada para prestar este servicio que transportará los residuos a una planta de tratamiento para cumplir con lo indicado en la normativa ambiental.

f) Obras de abastecimiento y almacenamiento de combustible

El abastecimiento de combustible para vehículos automotores se hará en las estaciones de servicio de los poblados cercanos. Se considera un área de 30 m² para almacenamiento de diesel para la maquinaria pesada. El abastecimiento de diesel para la maquinaria pesada de construcción se realizará mediante tambos, a los que se les introducen bombas manuales, para extraer el

combustible. Durante el abastecimiento se colocarán en el terreno lonas cubiertas con jergas, para que absorban el diesel en caso de derrame accidental.

g) Construcción de vías de acceso al proyecto

Se construirá a partir de la carretera Juchitán – Unión Hidalgo, de la misma manera se aprovecharán los caminos al interior del predio para realizar las conexiones entre filas de aerogeneradores y sus áreas de servicio; lo cual reducirá afectaciones al sistema ambiental.

h) Bancos de material

Para el Proyecto no será necesaria la apertura de bancos de material en el sitio, puesto que el producto de las excavaciones para formar la sección de desplante en las cimentaciones, es el mismo que se utilizará en el relleno y compactado de las obras.

Durante la etapa de construcción, los materiales requeridos para la elaboración de los concretos serán adquiridos en bancos de materiales autorizados cercanos al sitio del Proyecto

i) Tratamiento de aguas residuales

Durante la construcción no se considera la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales sanitarias, en su lugar se prevé la instalación de fosas sépticas y de letrinas portátiles. El manejo y disposición de los residuos sanitarios lo hará una empresa autorizada para prestar este servicio, quienes deberán enviar estos residuos a una planta de tratamiento de aguas residuales sanitarias.

j) Sitios de disposición de residuos

La disposición final de los residuos no peligrosos se hará en el o los sitios autorizados por la autoridad competente. El sitio lo determinará la empresa certificada que se contrate para tal efecto, como se mencionó en el párrafo final del inciso b). El sitio más cercano se encuentra en el municipio de Juchitán, el cual es un tiradero controlado de residuos sólidos municipales ubicado en el Km 3 de la carretera Juchitán – Unión Hidalgo.

Para los residuos peligrosos se contratará una empresa especializada y autorizada para su recolección, traslado y disposición final en un sitio de confinamiento autorizado.

II.2.6 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

II.2.6.1 El equipo que se instalará se describió en los párrafos del apartado II.2

II.2.6.2 Subestación e instalaciones técnico-administrativas

Sobre las cimentaciones se procederá a la construcción de edificios auxiliares con estructuras de concreto armado (trabes, columnas y castillos) para después hacer las paredes que separarán las distintas áreas de trabajo. Los edificios contarán con instalaciones eléctricas para aire acondicionado, equipos de cómputo, iluminación, etc., así como; las áreas sanitarias, que incluyen tanto el drenaje interno del edificio como la conexión al drenaje que se dirigirá a la fosa séptica. En la subestación eléctrica se construirán cimentaciones y soportes para los diferentes equipos.

La construcción del almacén para los residuos peligrosos se realizará cumpliendo con las condiciones establecidas en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

II.2.6.3 Caminos interiores para la supervisión de los equipos instalados

Una vez desmontadas las franjas de los caminos interiores, se formarán capas con la terracería proveniente de las diferentes excavaciones y se compactarán para después colocarles los materiales adecuados para la sub-base y base de rodamiento, determinadas en el estudio geotécnico. Se utilizarán aplanadoras de rodillos lisos o rodillos vibratorios según el caso.

La franja afectada de los buses, se emparejará con suelo proveniente del despalme enriquecido con la materia vegetal triturada del desmonte, para su incorporación al suelo, contribuyendo a la restauración de la superficie.

Las actividades para la construcción de los caminos interiores son básicamente las siguientes:

1. Construcción del área de rodamiento.
2. Construcción del sistema de drenaje pluvial, alcantarillas, vados de concreto y canales.
3. Construcción de accesos a las áreas parceladas.

II.2.6.4 Zapatas para los aerogeneradores

Para la construcción de las zapatas una vez excavada la cepa, nivelado el piso e instalada la conexión a tierra, se construye una losa de cemento simple sobre la cual se coloca la cimbra de 24,5 m de diagonal central m dentro de la cual se construye el armado de varilla para a continuación vaciar el concreto que será elaborado en una planta que se instalará provisionalmente dentro del predio, en un área estimada de 20 m x 30 m, que se debe localizar en una zona de pastoreo o agrícola.

Una vez fraguado el concreto, se descimbra y el espacio de maniobras entre la zapata y la pared de la cepa se rellena con el mismo material de excavación, y se incorpora material proveniente del desmonte y despalme.

II.2.6.5 Instalación de los aerogeneradores

- Excavación de la cepa, nivelación del piso y colado de la base de concreto simple.
- Colocación de cimbra y armado de varillas.
- Colocación del sistema a tierra de los aerogeneradores.
- Colado de zapatas para aerogeneradores.
- Instalación de las torres troncocónicas, góndola y palas del rotor de aerogeneradores.
- Conexión con fibra óptica de las partes del sistema de control, góndola y piso.

Para la instalación de los aerogeneradores, en la plataforma de maniobras se ensamblan las 3 ó 4 partes en que se suministran las torres troncocónicas, estas se colocan en el centro de la zapata mediante grúas y malacates con la capacidad y peso requeridos para la maniobra de los elementos y equipo a colocar. La góndola, con el equipo que lleva en su interior, se ensambla en la plataforma de maniobras y con la grúa se colocan sobre la punta de la torre troncocónica. También, en la viga de soporte se ensamblan las dos conchas de las palas y después los insertos especiales de acero que la conectan al rodamiento de la misma, con la ayuda de la grúa cada pala se atornilla en el sitio preciso del buje.

Para que el sistema de control registre continuamente las señales de los distintos sensores del aerogenerador, la parte que está en la góndola se une con fibra óptica con la parte de la base de la torre, que se encarga de la conexión y desconexión del generador.

II.2.6.6 Instalación de ductos eléctricos (buses)

Conexión de ductos eléctricos con el sistema a tierra

Instalación del bus ducto a lo largo de los caminos interiores, en la margen contigua de las filas de los aerogeneradores (interconexión).

El equipo y maquinaria que se utilizará durante la construcción del Proyecto se indica en el *Cuadro 8*.

Cuadro 8.Equipo a utilizar en la etapa de construcción del Proyecto.

EQUIPO	CANTIDAD	TIEMPO EMPLEADO EN LA OBRA	HORAS DE TRABAJO	COMBUSTIBLE
Motoconformadoras	5	5 meses	10 h/día	Diesel
Vibrocompactadores rodillo liso	4	10 meses	10 h/día	Diesel
Excavadora 320	1	10 meses	10 h/día	Diesel
Retroexcavadora	7	10 meses	10 h/día	Diesel
Pipa de agua	3	12 meses	10 h/día	Diesel
Cargador frontal	1	10 meses	10 h/día	Diesel
Camión abastecedor de combustible	1	8 meses	10 h/día	Diesel
Grúas titán 12 toneladas	3	8 meses	10 h/día	Diesel
Compactadores manuales	5	8 meses	10 h/día	Diesel
Tractor D8	1	4 meses	10 h/día	Diesel
Camión volteo 7m3	19	12 meses	10 h/día	Diesel
Grúa de 350 toneladas	2	8 meses	10 h/día	Diesel
Grúa de 200 toneladas	1	8 meses	10 h/día	Diesel
Grúa de 160 toneladas	1	8 meses	10 h/día	Diesel
Grúa de 80 toneladas	2	8 meses	10 h/día	Diesel
Grúa de 70 toneladas	1	8 meses	10 h/día	Diesel
Tráiler con plataforma	3	8 meses	10 h/día	Diesel
Planta dosificadora (de la planta para concreto)	2	12 meses	10 h/día	Diesel
Camiones con ollas revoladoras	6	12 meses	10 h/día	Diesel
Bomba para concreto	1	12 meses	10 h/día	Diesel
Hiab	2	8 meses	10 h/día	Diesel
Titán	1	10 meses	10 h/día	Diesel
Vehículos	18	17 meses	10 h/día	Gasolina

II.2.7 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El Proyecto, operará en forma continua las 24 horas del día los 365 días del año, por tal motivo se estima que se contará con personal necesario para trabajar los 3 turnos de 8 horas. El número total de personas para la operación y mantenimiento del Proyecto, se estima en 25 aproximadamente, divididos en los 3 turnos, entre técnicos y administrativos.

A continuación se citan los equipos principales con que contará este Proyecto.

Aerogeneradores.- Serán de 2000 kW como mínimo de capacidad cada uno y transformarán la energía del viento en energía eléctrica.

Transformadores de aerogenerador.- Elevarán el voltaje de generación a 34.5 kV para ser transmitido a través del cable subterráneo aislado hasta el tablero de media tensión.

Circuitos colectores.- Para transmitir la energía generada por los aerogeneradores.

Tableros de media tensión.- Proporcionan el control y la protección a la energía eléctrica entregada por los aerogeneradores.

Transformador principal.- Eleva la tensión de la energía eléctrica desde 34.5 a 230 kV, para conectarse a la subestación de 230 kV del Proyecto Eólico.

Subestación eléctrica.- de 230 kV del Proyecto Eólico y línea de enlace. Constituye la instalación de los equipos de transformación de energía eléctrica y los circuitos alimentadores y de transmisión de enlace hasta el punto de interconexión.

Tablero de la Subestación de 230 kV.- Proporciona la protección, control y medición de la energía eléctrica entregada al Proyecto Eólico.

Los edificios principales con que se contará serán los siguientes:

Cuarto de control, en el cual se localizarán las computadoras de operación del Parque Eólico, así como los tableros de la Subestación y cuarto de cables.

Oficinas de operación.-integrada por una oficina del superintendente, así como de los ingenieros de operación y mantenimiento, y del personal administrativo.

Almacén de refacciones.

Almacén de sustancias peligrosas.- donde se almacenarán en contenedores las sustancias peligrosas tales como aceites, grasas, pinturas etc.

Almacén de residuos peligrosos, en donde se almacenarán de manera temporal aceites gastados, estopas impregnadas con grasas y aceites, sobrantes de soldadura, etc.

Sala de capacitación.

Taller electromecánico.

II.2.7.1 Operación del Proyecto Eólico

Las Centrales Eoloeléctricas producen electricidad a partir de la energía del viento, esta generación de electricidad se lleva a cabo al transmitirse la energía del viento a las palas haciéndolas girar (energía de giro). Las palas hacen girar, en la góndola (nacelle), a un eje mecánico que al estar acoplado por un lado al rotor y por el otro a una multiplicadora de velocidad, les comunica ese movimiento que a su vez lo transmiten a un generador, en el que se produce la energía eléctrica, la cual se conduce a un transformador que se encuentra montado en la parte inferior de la torre del aerogenerador, el cual eleva el voltaje a 34.5 kV.

Después del transformador, la energía se conduce por los circuitos colectores hasta el tablero de media tensión, de donde se interconecta con el banco de transformación y de este, a la subestación del Proyecto de 230 kV, después, se conducirá de ésta a la Subestación Ixtepec Potencia que es hasta donde está considerado el alcance de este estudio.

En la parte superior del aerogenerador se encuentra un anemómetro y veleta para medir la velocidad y dirección del viento.

El sistema de control del aerogenerador posiciona al rotor, siempre perpendicular al viento, con el propósito de obtener del mismo la máxima cantidad de energía.

También el sistema de control tiene la característica de posicionar a las palas perpendiculares al viento para absorber la energía máxima del mismo, o bien hacerlas girar para tirar energía de manera tal que se proteja al aerogenerador de energía eólica en exceso.

En condiciones de bajo viento el aerogenerador no produce electricidad y se desconecta de la red; así mismo en condiciones de muy alta velocidad del viento, el aerogenerador debe frenar y desconectarse del sistema, debido a que es riesgoso operar el generador eléctrico a muy alta

velocidad de giro. Esto además, disminuye el riesgo para los organismos como aves y murciélagos.

El sistema de control del aerogenerador, al detectar una alta velocidad del viento, hace girar a las palas paralelas al viento; lo que hace que se ejecute el freno mecánico para protección del aerogenerador.

II.2.7.2 Mantenimiento del Proyecto Eólico

Durante la etapa de operación del Proyecto, se programarán mantenimientos a los aerogeneradores así como verificación y revisión del estado físico de cada uno de sus componentes como son: cono de nariz, álabes, rodamiento de álabes, barras de conexión transversal, sistema de inclinación (pitch), flecha principal, sistema de barra de torsión, caja de engranes, frenos, flecha de transmisión, cople flexible, generador, unidad hidráulica, engrane de deslizamiento, rodamiento del sistema de deslizamiento, chasis, veleta, anemómetro, cubierta de barquilla, torre tubular, recubrimiento de superficie de torre, enfriador de aceite lubricante, cables de fuerza, medición, protección y control y tierra, tablero de control superior, tablero de control inferior, transformadores de potencia, subestación e interruptor de potencia. Se realizará un mantenimiento predictivo en cada unidad, mediante el cual se revisarán los puntos clave donde se requiera cambio de lubricantes (grasas o aceites).

II.2.7.3 Programa de mantenimiento

Con el fin de garantizar la continuidad en el suministro de energía eléctrica y la conservación en forma adecuada de los elementos que conformarán el Proyecto, es necesario contar con un programa de mantenimiento. En el *Cuadro 9* se enlistan las actividades de mantenimiento y su periodicidad.

Cuadro 9. Actividades de mantenimiento y su periodicidad.

NO.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD
1	Mantenimiento preventivo	3 meses
2	Mantenimiento correctivo	12 meses
3	Mantenimiento predictivo	6 meses
4	Inspección mayor	12 meses
5	Inspección menor	1 mes
6	Verificación de estado físico de aerogeneradores	1 mes
7	Revisión de veleta	6 meses

NO.	ACTIVIDAD	PERIODICIDAD
8	Revisión de anemómetro	3 meses
9	Revisión de torre tubular	12 meses
10	Revisión de sistema de tierras	24 meses
11	Revisión de tablero de control inferior	12 meses
12	Revisión de caja de engranes	4 meses
13	Revisión de cables de fuerza	12 meses
14	Revisión de barras de conexión transversal	12 meses
15	Revisión de álabes	12 meses

Para el Proyecto, aplican los siguientes tipos de mantenimiento:

Mantenimiento preventivo.- Tiene como objetivo evitar las interrupciones en la operación del Proyecto, mejorando su calidad y continuidad. Este mantenimiento es consecuencia de las inspecciones programadas.

Mantenimiento correctivo.- Es el que se realiza en condiciones de emergencia, de aquellas actividades que quedarán fuera del alcance del mantenimiento preventivo, buscando tener recursos a fin de lograr el menor tiempo de interrupción. Este tipo de mantenimiento no es deseable, ya que afecta los índices de disponibilidad del Proyecto.

Mantenimiento predictivo. Tiene la finalidad de combinar las ventajas de los dos tipos de mantenimiento anteriores, para lograr el mismo tiempo de operación y eliminar el trabajo innecesario. Este exige mejores técnicas de inspección y medición para determinar las condiciones del proyecto, con un control más riguroso que permita la planeación correcta y efectuar las inspecciones y pruebas necesarias. Las principales actividades de mantenimiento se mencionan a continuación.

Inspección mayor. Deberá realizarse al menos con una frecuencia de una vez por año. Esta revisión deberá hacerse a detalle en cada elemento de los componentes y considerar factores externos susceptibles de ocasionar fallas en el Proyecto tales como: zonas de inundación, vandalismo e incendios.

Inspección menor. Podrán realizarse con una periodicidad de un mes. Es importante mencionar que esta es una inspección visual del estado general, no a detalle, del aerogenerador.

Descripción de obras asociadas al proyecto

La obra asociada al Proyecto, la constituye la línea de transmisión de enlace que se menciona en la página tres de este capítulo y cuya gestión ambiental se hará en el momento oportuno.

II.2.8 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES

En el Cuadro 10 se muestran las actividades para la etapa de abandono del sitio, considerando el tiempo de vida útil del Proyecto de 20 años.

Cuadro 10. Calendario de actividades para las obras de desmantelamiento

ACTIVIDADES PRINCIPALES	AÑO 21												AÑO 22											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	8	10	11	12
Desmantelamiento de equipos	x	x	x	x	X	X																		
Desarmado de estructuras de subestación	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X						
Demolición de edificios y cimentación de aerogeneradores	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X						
Limpieza y acondicionamiento del predio																	x	x	x	x	x	x	x	X
Restauración de suelos																	x	x	x	x	x	x	x	x
Demolición de drenajes y disposición de desechos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X

Nota: Debido a que el proyecto tendrá una vida útil de 20 años, en el Cuadro se indican las actividades para la etapa de abandono del sitio (deshmantelamiento) a partir del primer mes del año 21.

El programa de abandono del sitio es tentativo y estará sujeto a modificaciones en su momento, existiendo la posibilidad de que no sea llevado a cabo debido a que el Proyecto sea modernizado y por lo tanto se prolongue su vida útil.

Durante la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono del Proyecto, no será necesario el uso de explosivos.

II.2.9 RESIDUOS

II.2.9.1 Generación

Residuos sólidos peligrosos

Los residuos sólidos peligrosos que se generarán en las etapas de preparación del sitio y construcción para el Proyecto, se muestran en el *Cuadro 11*.

Cuadro 11. Residuos sólidos peligrosos: etapas de preparación del sitio y construcción.

NOMBRE DEL RESIDUO	CARACTERÍSTICAS CRETÍ	CANTIDAD	TIPO DE EMPAQUE	SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL
Material impregnado con grasas o aceites	I	4 400 kg	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado
Colillas de soldadura	R, T	1 800 kg	Tambos etiquetados	Venta para Reciclamiento
Recipientes impregnados con pinturas	I, T	540 kg	No aplica	Confinamiento autorizado
Recipientes impregnados con aceite lubricante	I, T	21 600 kg	No aplica	Confinamiento autorizado
NOTAS. 1. Características CRETÍ : C = corrosividad, R = reactividad, E = explosividad, T = Toxicidad al ambiente, I = inflamabilidad. 2. Ninguno de los residuos sólidos manejados durante la preparación del sitio y construcción del proyecto tiene propiedades como cancerígeno o que provoque otro tipo de daños a la salud. 3. Todos los residuos peligrosos generados son transportados a sus sitios de depósito definitivo en vehículos que cumplen con los requisitos establecidos por la normatividad aplicable. 4. Las cantidades indicadas corresponden al total esperado durante todo las etapas de preparación del sitio y construcción				

Todos los residuos peligrosos serán almacenados, temporalmente dentro del predio, en un almacén provisional de residuos peligrosos cuyo diseño cumpla con lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Posteriormente serán transportados a un sitio de confinamiento definitivo. El transportista y el sitio deberán contar con la autorización de las instancias ambientales correspondientes.

Los Residuos sólidos peligrosos, que se estima serán generados en la etapa de operación del Proyecto se muestran en el *Cuadro 12*. Los residuos generados serán almacenados temporalmente en un almacén específico para residuos peligrosos, el cual será construido de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Posteriormente los residuos serán transportados por una empresa autorizada, para su confinamiento.

Cuadro 12. Residuos sólidos peligrosos: etapa de operación.

NOMBRE DEL RESIDUO	CARACTERÍSTICAS CRETI	CANTIDAD	TIPO DE EMPAQUE	SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL
Material impregnado con grasas o aceites lubricante	I	4 800 kg	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado
Solventes usados	E, I, T	0,5 m3	Tambos etiquetados	Confinamiento autorizado
Baterías	C, T	120 kg	No aplica	Venta para reciclamiento
NOTAS 1. Características CRETI : C = corrosividad, R = reactividad, E = explosividad, T = Toxicidad al ambiente, I = inflamabilidad. 2. Las cantidades indicadas corresponden a la generación esperada durante un año de operación del Proyecto Eólico ECOWIND. 3. Ninguno de los residuos sólidos considerados durante la operación del proyecto tiene propiedades como cancerígeno o que provoque otro tipo de daños a la salud 4. Todos los residuos peligrosos generados son transportados a sus sitios de depósito definitivo en vehículos que cumplen con los requisitos establecidos por la normatividad aplicable.				

Residuos sólidos no peligrosos

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto, se generarán residuos no peligrosos, la cantidad y disposición final de éstos se muestra en el *Cuadro 13*

Cuadro 13. Generación de residuos sólidos no peligrosos: durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

NOMBRE DEL RESIDUO	CANTIDAD GENERADA
Residuos de la construcción	540 m3
Residuos provenientes del despalme	60,319m3
Basura doméstica	15 ton.
Reciclables: Cartón, madera, metal, plástico y vidrio	580 kg, 15 ton, 58 ton y 4 ton.

En la etapa de operación del Proyecto también se generarán residuos sólidos no peligrosos, la cantidad y disposición final de los mismos, se presenta en el *Cuadro 14*. En las áreas administrativas y servicios del personal, como son sanitarios y comedores, los residuos básicamente son: papel, cartón, plásticos, vidrio y residuos alimenticios. Estos desperdicios serán recolectados y enviados diariamente a los sitios autorizados por las autoridades para su disposición final. El municipio de Juchitán cuenta con un sitio para la disposición de residuos, que es el tiradero controlado, ubicado en el Km 3 de la carretera Juchitán – Unión Hidalgo para el caso de los residuos sólidos municipales.

Cuadro 14. Generación de residuos sólidos durante la etapa de operación del Proyecto Eólico Ecowind.

NOMBRE DEL RESIDUO	CANTIDAD GENERADA
Basura doméstica	4 ton/año
Reciclables: Cartón Madera Metal	Cantidad inapreciable

Los valores arriba mencionados corresponden a los esperados en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto. Sin embargo la experiencia en el manejo otras centrales eólicas, en un lapso de 11 meses que duraron dichas etapas, se muestra a continuación en el *Cuadro 15*

Cuadro 15. Generación de residuos sólidos no peligrosos y peligrosos durante la ejecución de otras centrales eólicas.

CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD
Residuos No Peligrosos		
Residuos Domésticos	m3	175
Plásticos, Tierra y Madera	Costal 30 kg	51
Residuos Peligrosos		
Aceite Quemado	l	1000
Tierra Contaminada	m3	4,51

II.2.9.2 Manejo y disposición

Etapa de preparación del sitio y construcción

Los desechos orgánicos y el material térreo, que se generen durante el desmonte y el despalme, serán triturados y colocados temporalmente en montículos a un costado de cada área desmontada y despalmada. Esto evitará que los montículos obstruyan algún escurrimiento en el sitio. Posteriormente los desechos se emplearán en las superficies de buses y en las áreas adyacentes de las zapatas, de esta manera los terrenos tendrán una recuperación natural.

Los desechos producto de las obras de construcción, como el concreto y la pedacería de ladrillo, serán transportados para su disposición final según lo indique la autoridad correspondiente y serán tratados por una empresa certificada, la cual deberá tener un contrato firmado con la empresa constructora, esta empresa certificada se encargará de tratar los residuos que lo requieran y confinar en zonas permitidas los que requieran dicho confinamiento.

Todos los residuos con características reciclables como cartón, papel, vidrio y metal serán almacenados temporalmente en tambos de 200 L. con tapas herméticas, etiquetados y enviados posteriormente a centros de acopio y a sitios autorizado por el municipio de Juchitán de Zaragoza, el cual cuenta con un sitio para la disposición de residuos, que es el tiradero controlado, ubicado en el Km 3 de la carretera Juchitán – Unión Hidalgo para el caso de los residuos sólidos municipales.

La basura orgánica que se genere en oficinas temporales, deberá ser colectada oportunamente y puesta en un sitio de acopio en tambos herméticamente cerrados para evitar la generación de fauna nociva, dichos residuos se enviarán a los sitios de depósito final autorizados por el municipio de Juchitán o Santo Domingo Ingenio.

Las rebabas de soldadura se coleccionarán en cubetas en el sitio de trabajo y se trasladarán al sitio específico dentro del almacén temporal de residuos peligrosos.

En este tipo de centrales no se requiere de áreas adicionales para maniobras, para el mantenimiento de los equipos. Para realizar el cambio de aceite, engrasado de partes sujetas a fricción, cambio de filtros y en general reparaciones; dado que estas actividades se llevan a cabo en el mismo lugar de los aerogeneradores, esto es dentro de las mismas cabinas. Sin embargo, se tendrán tambos etiquetados donde de manera separada se dispondrán los materiales impregnados con aceite, grasa o solvente; también se dispondrá de tambos etiquetados para la disposición de solventes y aceites gastados. Los tambos con desechos peligrosos claramente identificados, serán enviados al almacén de residuos peligrosos donde se les asignará un área específica.

Durante las operaciones de pintado, se tendrán latas vacías, envases y materiales impregnados con pintura, que se colocarán en recipientes herméticamente cerrados, previendo que toda la pintura residual sea dispuesta en recipientes cerrados y etiquetados, para que posteriormente sean trasladados al almacén de residuos peligrosos. Todos los residuos que se clasifiquen como peligrosos (aceites gastados, latas de pintura y material que resulte impregnado de los mismos), se almacenarán temporalmente y posteriormente serán trasladados, por una empresa debidamente registrada para su disposición final a un sitio de confinamiento autorizado.

Etapa de operación

En la etapa de operación se tendrá generación de basura doméstica y residuos reciclables en cantidades mínimas, dichos residuos serán colectados en botes etiquetados procurando su separación. Los desechos domésticos serán dispuestos en sitios autorizados aprovechando el servicio municipal de recolección; los residuos reciclables se pondrán a disposición de las autoridades municipales, ya que serán de un volumen insignificante para buscar un mecanismo de venta.

El mantenimiento de los aerogeneradores se llevará a cabo en el mismo sitio donde estarán instalados, ahí se realizarán trabajos como; cambio de aceite, engrasado de partes sujetas a fricción, cambio de filtros y reparaciones generales; se tendrán tambos etiquetados en donde de manera separada se dispondrán los materiales impregnados con aceite, grasa, o solvente; también se dispondrá de tambos etiquetados para la disposición de solventes y aceites gastados, para almacenarlos temporalmente en la sección de almacén de residuos correspondiente, para su posterior recolección que se realizará por una empresa prestadora del servicio para su disposición final.

Etapa de abandono del Proyecto Eólico

Considerando la posibilidad de ejecución de esta etapa, el manejo de los residuos que pudieran generarse, se plantea de la siguiente manera.

Los desechos producto de las obras de demolición serán alojados en sitios específicos dentro del predio de la obra, para después proceder con el envío a los sitios para su disposición final, según lo indique el municipio. Todos los residuos con características reciclables como cartón, papel, vidrio y metal serán almacenados temporalmente en un área destinada para tal fin, en tanto se encuentra algún interesado en su adquisición, de no haberlo deberán ser enviados a sitios autorizados por el municipio. Para el caso del municipio de Juchitán, cuenta con un sitio para la disposición de residuos, que es el tiradero controlado, ubicado en el Km 3 de la carretera Juchitán – Unión Hidalgo para el caso de los residuos sólidos municipales.

Todos los residuos peligrosos almacenados temporalmente dentro de las instalaciones de la obra de desmantelamiento, serán transportados a un sitio de confinamiento por una empresa especializada y autorizada. En caso de que los residuos sean factibles de reciclar, como el aceite gastado, se enviarán a una empresa especializada.

II.2.9.3 Generación, manejo y descarga de residuos líquidos

Generación de residuos líquidos

- **Etapas de preparación del sitio y construcción**

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción no habrá residuos líquidos peligrosos.

- **Etapas de operación**

Durante el mantenimiento de los aerogeneradores se realizarán cambios de aceite. El aceite gastado se enviará al almacén temporal de residuos peligrosos para su posterior traslado a un sitio de confinamiento autorizado.

- **Etapas de abandono**

Durante la etapa de abandono no habrá residuos líquidos peligrosos.

Manejo y Disposición final

Aguas residuales sanitarias

- **Etapas de preparación del sitio y construcción**

Los residuos provenientes de los sanitarios portátiles y de las fosas sépticas serán llevados a una planta de tratamiento de aguas residuales para su disposición final; para lo cual se contratará a una empresa autorizada, que cuente con los equipos necesarios para su manejo.

- **Etapas de operación**

Durante la etapa de operación, las descargas sanitarias que se generen, serán recolectadas por medio de una fosa séptica, la cual será vaciada periódicamente por una empresa autorizada.

- **Etapas de abandono**

En esta etapa los residuos de origen sanitario que se generarán, serán llevados a una planta de tratamiento de aguas residuales, a través de una empresa autorizada que cuente con el equipo necesario para su transporte y disposición final.

II.2.9.4 Generación, manejo y control de emisiones a la atmósfera

Etapas de preparación del sitio y construcción

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto, solo se tendrán vehículos y maquinaria (fuentes móviles) que usarán gasolina o diesel como combustible.

Los vehículos automotores deberán mantener los niveles de emisiones del escape dentro de los límites permisibles de acuerdo con la normativa aplicable correspondiente, para lo cual se aplicará un programa de mantenimiento de vehículos. Asimismo quedará prohibido realizar actividades de reparación y mantenimiento a los vehículos y maquinaria dentro del predio, se hará mantenimiento de la maquinaria pesada pero tomando las previsiones necesarias para evitar contaminación del suelo.

En el *Cuadro 16* se indican los requerimientos de maquinaria y equipo en las etapas de preparación del sitio y construcción de la Proyecto. Se enfatiza en el número de equipos, el tiempo que se empleará y la tasa de emisión de contaminantes esperada.

Dado que el nivel de emisiones a la atmósfera no es significativo en esta etapa y a que las que hay provienen principalmente de fuentes móviles; además de que el sitio es una zona de vientos predominantes, no se considera necesario llevar a cabo un estudio de dispersión de contaminantes hacia la atmósfera.

Cuadro 16. Requerimientos de maquinaria y equipo para las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto Eólico EcoWind.

EQUIPO	CANTIDAD	TIEMPO EMPLEADO EN LA OBRA	HORAS TRAB.	EMISIONES A LA ATMÓSFERA (G/MILLA) (2)		TIPO DE COMBUSTIBLE
				HC	CO NOx	
Vehículos	18	17 meses	10h/día	0,41	7,0 2,0	Gasolina
Tractores D8	1	4 meses	10h/día	0,8	10,0 2,3	Diesel
Camiones de volteo 7m3	19	12 meses	10h/día	0,8	10,0 2,3	Diesel
Pipas de agua	3	12 meses	10h/día	0,8	10,0 2,3	Diesel
Motoconformadora	5	5 meses	10h/día	(3)		Diesel
Cargadores de neumáticos	2	13 meses	10h/día	(3)		Diesel
Cargadores de orugas	1	12 meses	10h/día	(3)		Diesel
Retroexcavadoras	7	10 meses	10h/día	(3)		Diesel

EQUIPO	CANTIDAD	TIEMPO EMPLEADO EN LA OBRA	HORAS TRAB.	EMISIONES A LA ATMÓSFERA (G/MILLA) (2)	TIPO DE COMBUSTIBLE
Hiab de 5 toneladas	2	8 meses	10h/día	(3)	Diesel
Vibrocompactadores rodillo liso	4	10 meses	10 h/día	(3)	Diesel
Excavadora 320	1	10 meses	10 h/día	(3)	Diesel
Cargador frontal	1	6 meses	10 h/día	(3)	Diesel
Camión abastecedor de combustible	1	6 meses	10 h/día	(3)	Diesel
Grúas titán 12 toneladas	3	6 meses	10 h/día	(3)	Diesel
Compactadores manuales	5	6 meses	10 h/día	(3)	Diesel
Grúa de 350 toneladas	2	3 meses	10 h/día	(3)	Diesel
Grúa de 200 toneladas	1	3 meses	10 h/día	(3)	Diesel
Grúa de 160 toneladas	1	3 meses	10 h/día	(3)	Diesel
Grúa de 80 toneladas	2	3 meses	10 h/día	(3)	Diesel
Grúa de 70 toneladas	1	3 meses	10 h/día	(3)	Diesel
Tráiler con plataforma	3	3 meses	10 h/día	(3)	Diesel
Planta dosificadora (de la planta para concreto)	2	6 meses	10 h/día	(3)	Diesel
Camiones con ollas revoledoras	6	6 meses	10 h/día	(3)	Diesel
Bomba para concreto	1	6 meses	10 h/día	(3)	Diesel
Titán	1	5 meses	10 h/día	(3)	Diesel

(2) Datos obtenidos de "Environmental Engineering Handbook". (3).- Información no disponible.

Etapas de operación

Durante las pruebas y puesta en servicio del Proyecto, no se tendrán fuentes generadoras de vibraciones, radiactividad, contaminación térmica o luminosa.

En esta etapa sólo se requerirán alrededor de ocho vehículos (fuentes móviles) para transporte de personal y en cuanto a maquinaria alrededor de tres montacargas. En el *Cuadro 17* se presentan las emisiones estimadas por el uso de esos vehículos.

Este sistema eólico (aerogeneradores) no produce contaminantes a la atmósfera, ya que su única fuente de energía es el viento.

Cuadro 17. Emisiones a la atmósfera, por fuentes móviles durante la etapa de operación del Proyecto Eólico EcoWind.

EQUIPO	CANTIDAD	HORAS DE TRABAJO DIARIO	EMISIONES A LA ATMÓSFERA (G/MILLA) 1		TIPO DE COMBUSTIBLE
Vehículos	8	8 h/día	HC CO NOx	0,41 7,0 2,0	Gasolina
Montacargas	3	12h/día	HC CO NOx	0,41 7,0 2,0	Gasolina
1 Datos obtenidos de "Environmental Engineering Handbook", Rowe, Tchobanogluos					

En la etapa de operación, los equipos existentes que pueden producir ruido son los aerogeneradores sin embargo; sus niveles son muy bajos de acuerdo a la normativa existente (NOM-081-SEMARNAT-1994). Por la ubicación de los aerogeneradores y la separación que existirá entre ellos, se considera que no ocasionarán niveles de ruido superiores a los 68-85 dB en el perímetro del Proyecto.

Etapa de Abandono

Para el caso de la etapa de abandono se considera el empleo del mismo tipo de maquinaria y equipo, pero al 50% en cuanto a cantidad y tiempo requerido durante la obra. Con la finalidad de mantener un nivel de emisiones dentro de los límites permisibles aplicables a vehículos, estos se someterán al igual que la maquinaria, a un programa de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

En el *Cuadro 18*, se presenta un estimado de la generación de ruido por la maquinaria en las diferentes etapas del proyecto. Durante la etapa de abandono, no se tendrán fuentes generadoras de vibraciones, radiactividad, contaminación térmica o luminosa.

Cuadro 18. Generación de ruido por el equipo y maquinaria en las diferentes etapas.

EQUIPO	CANTIDAD	TIEMPO EMPLEADO EN LA OBRA	HORAS DE TRABAJO DIARIO	DECIBELES EMITIDOS
Vehículos	18	15 meses	12h/día	No mayor a 86dB
Tractores D8	2	5 meses	12h/día	No mayor a 86dB
Camiones de volteo	36	13 meses	12h/día	No mayor a 92dB
Pipas de agua	3	14 meses	12h/día	No mayor a 92dB
Motoconformadora	2	14 meses	6h/día	(1)
Cargadores de neumáticos	2	13 meses	12h/día	No mayor a 92dB

EQUIPO	CANTIDAD	TIEMPO EMPLEADO EN LA OBRA	HORAS DE TRABAJO DIARIO	DECIBELES EMITIDOS
Cargadores de orugas	1	12 meses	12h/día	No mayor a 99dB
Retroexcavadoras	2	8 meses	12h/día	(2)
Grúa de 500 toneladas	3	9 meses	12h/día	No mayor a 99dB
Hiab de 5 toneladas	4	13 meses	12h/día	No mayor a 92dB
Grúa de 50 toneladas	4	4 meses	12h/día	No mayor a 99dB

1. Nivel de ruido medido a 1 m del equipo.
 2. Su nivel de ruido es alto por el trabajo que efectúan, siendo empleado en la obra en un lapso corto.

Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Los residuos vegetales producto de los desmontes, serán triturados y esparcidos en los alrededores donde fueron generados para su posterior uso en las superficies de buses y en las áreas adyacentes de las zapatas, para que estos terrenos tengan una recuperación natural con la reincorporación de esta materia orgánica.

El manejo y disposición de los residuos líquidos sanitarios que se generen durante la etapa de construcción del Proyecto, lo hará una empresa autorizada. Se prevé la instalación de fosas sépticas y letrinas portátiles. Se deberán enviar estos residuos a un sitio autorizado, preferentemente a una planta de tratamiento de aguas residuales sanitarias ya existente.

ESTA HOJA FUE
DEJADA
EN BLANCO
INTENCIONALMENTE

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

La empresa Ecowind, tiene proyectado el desarrollo, la construcción, puesta en servicio y operación comercial de un Proyecto Eólico para generación de energía eléctrica bajo el esquema o modalidad de autoabastecimiento, conforme a lo establecido por la reglamentación vigente en México.

En el presente capítulo, para determinar la congruencia del Proyecto con los instrumentos de planeación aplicables en el sitio donde se tiene proyectado la construcción del “Proyecto Eólico Ecowind”, se realizó una revisión de los planes, programas y ordenamientos legales que guardan relación con el Proyecto.

III.1 PLANES DE DESARROLLO REGIONAL Y PROGRAMAS SECTORIALES

III.1.1 PLAN DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

El ordenamiento ecológico (OE) se define jurídicamente como:

"El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos". (Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Art.3 fracción XXIV).

En el estado de Oaxaca actualmente no existe ningún ordenamiento ecológico decretado oficialmente. Se tienen registrados cuatro ordenamientos ecológicos terminados técnicamente, dos en la modalidad de regional y dos locales, sin embargo ninguno de éstos ha sido decretado. Por lo que se confirma que no existe un Plan de Ordenamiento Ecológico que regule y/o se vincule al Proyecto.

III.1.2 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND) tiene como objetivo general llevar a México a su máximo potencial. Para lograr esta condición se proponen cinco Metas Nacionales y tres Estrategias Transversales, enfocadas a resolver las barreras identificadas. De manera esquemática, la *Figura 14* resume el objetivo del Plan Nacional de Desarrollo, las metas y estrategias para alcanzarlo.



Figura 14. Esquema del Plan Nacional de Desarrollo 2013 -2018.

El Proyecto se encuentra vinculado con la meta nacional “México Próspero”, en el tema de desarrollo sustentable y energía.

En el tema “Desarrollo sustentable” señala que el mundo comienza a reducir la dependencia que tiene de los combustibles fósiles con el impulso del uso de fuentes de energía alternativas, lo que ha fomentado la innovación y el mercado de tecnologías tanto en el campo de la energía como en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

En este sentido, México ha demostrado un gran compromiso con la agenda internacional de medio ambiente y desarrollo sustentable, y participa en más de 90 acuerdos y protocolos vigentes, siendo líder en temas como cambio climático y biodiversidad. No obstante, el crecimiento económico del país sigue estrechamente vinculado a la emisión de compuestos de

efecto invernadero, generación excesiva de residuos sólidos, contaminantes a la atmósfera, aguas residuales no tratadas y pérdida de bosques y selvas. El costo económico del agotamiento y la degradación ambiental en México en 2011 representó 6.9% del PIB, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

En el tema “Energía” El uso y suministro de energía son esenciales para las actividades productivas de la sociedad. Su escasez derivaría en un obstáculo para el desarrollo de cualquier economía. Por ello, es imperativo satisfacer las necesidades energéticas del país, identificando de manera anticipada los requerimientos asociados al crecimiento económico y extendiéndolos a todos los mexicanos, además de los beneficios que derivan del acceso y consumo de la energía.

A continuación se presenta como el Proyecto, se encuentra estrechamente vinculado con la meta nacional IV. México Prospero (*Cuadro 19*).

Cuadro 19. Cuadro resumen de políticas establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo vinculantes al Proyecto Eólico EcoWind.

META NACIONAL	OBJETIVOS, ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN VINCULANTES AL DESARROLLO DEL PROYECTO EÓLICO ECOWIND	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p>MÉXICO PROSPERO</p>	<p>OBJETIVO 4.4. IMPULSAR Y ORIENTAR UN CRECIMIENTO VERDE INCLUYENTE Y FACILITADOR QUE PRESERVE NUESTRO PATRIMONIO NATURAL AL MISMO TIEMPO QUE GENERE RIQUEZA, COMPETITIVIDAD Y EMPLEO.</p> <p>Estrategia 4.4.1. Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.</p> <p><u>Líneas de acción:</u> Alinear y coordinar programas federales, e inducir a los estatales y municipales para facilitar un crecimiento verde incluyente con un enfoque transversal. Actualizar y alinear la legislación ambiental para lograr una eficaz regulación de las acciones que contribuyen a la preservación y restauración del medio ambiente y los recursos naturales. Promover el uso y consumo de productos amigables con el medio ambiente y de tecnologías limpias, eficientes y de bajo carbono. Promover esquemas de financiamiento e inversiones de diversas fuentes que multipliquen los recursos para la protección ambiental y de recursos naturales. Impulsar la planeación integral del territorio, considerando el ordenamiento ecológico y el ordenamiento territorial para lograr un desarrollo regional y urbano sustentable.</p> <p>Estrategia 4.4.3. Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.</p> <p><u>Líneas de acción</u> Ampliar la cobertura de infraestructura y programas ambientales que protejan la salud pública y garanticen la conservación de los ecosistemas y recursos naturales. Acelerar el tránsito hacia un desarrollo bajo en carbono en los sectores productivos primarios, industriales y de la construcción, así como en los servicios urbanos, turísticos y de transporte. Promover el uso de sistemas y tecnologías avanzados, de alta eficiencia energética y de baja o nula generación de contaminantes o compuestos de efecto invernadero. Contribuir a mejorar la calidad del aire, y reducir emisiones de compuestos de efecto invernadero mediante combustibles más eficientes</p> <p>Estrategia 4.6.2. Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país.</p>	<p>La ejecución del Proyecto se encuentra contemplado dentro de los objetivos, estrategias y líneas de acción dictados en el Plan; ya que el proyecto contribuirá a satisfacer parte de la demanda de energía eléctrica en corto plazo. Por ello se considera que el proyecto no se contrapone con los objetivos y estrategias establecidos en el plan ya que su construcción:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Coadyuvará a fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía, tratando de promover inversiones que impulsen el potencial del país. ▶ Cumple con las estrategias establecidas en el Plan en cuanto a protección ambiental, ya que esta tecnología permitirá disminuir el impacto ambiental generado por los combustibles fósiles tradicionales. ▶ Permitirá promover el uso eficiente de la energía para que el país se desarrolle de manera sustentable, a través de la adopción de tecnologías que ofrezcan mayor eficiencia energética. ▶ Incrementará los servicios de energía eléctrica en el ámbito regional. ▶ Permitirá la generación de empleos temporales en la zona. ▶ Se utiliza la energía del viento para la generación de energía eléctrica <p>▶ Coadyuvará a mantener la dinámica del crecimiento económico regional, ya que permitirá generar flujos de electricidad eficaces y suficientes, que permitirán cubrir la demanda requerida</p> <p>▶ La construcción del Proyecto, contribuirá a la reducción de GEI, coadyuvando al cumplimiento de la meta de contar en el año 2016 con 2,500 MW de capacidad instalada de energía eólica en el Istmo de Tehuantepec, además a través del MDL este proyecto podría participar en el mercado de reducción de emisiones contribuyendo al desarrollo sustentable de México.</p>

META NACIONAL	OBJETIVOS, ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN VINCULANTES AL DESARROLLO DEL PROYECTO EÓLICO ECOWIND	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	<p><u>Líneas de acción</u> Diversificar la composición del parque de generación de electricidad considerando las expectativas de precios de los energéticos a mediano y largo plazos. Modernizar la red de transmisión y distribución de electricidad. Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas.</p>	<p>► Además su ejecución coadyuvará a cumplir con los compromisos adquiridos en la Conferencia de Bonn sobre Energías Renovables de lograr en el año 2014 un total de 4000 MW instalados en la zona del Istmo</p>

III.1.3 PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA 2014 - 2018 (PNI)

La inversión en infraestructura es un tema estratégico y prioritario para México porque representa el medio para generar desarrollo y crecimiento económico y es la pieza clave para incrementar la competitividad. Por esta razón, y con el objeto de elevar el nivel de bienestar de la sociedad, el PNI plantea que se deben crear las condiciones necesarias que hagan posible el desarrollo integral de todas las regiones y sectores del país, a fin de que todos los mexicanos puedan desarrollar su potencial productivo conforme a las metas que se hayan propuesto.

En cuanto al **Sector energía**, el PNI plantea objetivos, estrategias y líneas de acción que se vinculan con el desarrollo del proyecto y los cuales se mencionan a continuación:

Objetivo.- Asegurar el desarrollo óptimo de la infraestructura para contar con energía suficiente, con calidad y a precios competitivos.

Estrategia 2.5 Desarrollar infraestructura de generación eléctrica para el aprovechamiento de combustibles eficientes, de menor costo y con bajo impacto ambiental.

Líneas de acción:

2.5.1 Convertir las centrales térmicas a base de combustóleo para usar gas natural.

2.5.2 Construir nuevas centrales de ciclo combinado y de Nueva Generación Limpia

2.5.3 Desarrollar proyectos de generación que permitan el aprovechamiento de recursos renovables hídricos, eólicos y solares.

2.5.4 Desarrollar proyectos de mantenimiento para las centrales generadoras existentes.

Principales proyectos de inversión.- Además de garantizar el suministro de electricidad de calidad y a precios competitivos, la Reforma Energética busca promover la participación de generadores privados, y así beneficiar aquellos proyectos que permitan aprovechar el desarrollo de fuentes renovables de energía. A través del Centro Nacional de Control de Energía, el cual se convierte en un Organismo Público Descentralizado encargado del control operativo del sistema eléctrico nacional, se garantizará a los generadores el acceso abierto y equitativo a la red nacional de transmisión y a las redes generales de distribución.

Con la instrumentación de la Reforma Energética se espera que la participación de la inversión privada en los proyectos de generación se incremente hasta representar 15% de la inversión total en 2018.

Por lo anterior, el Proyecto es congruente con la estrategia 2.5, ya que se trata de un desarrollo de infraestructura de generación eléctrica mediante el uso de recursos renovables como el viento, provocando un menor impacto ambiental al generado mediante el uso de combustibles fósiles.

Por otro lado, el Proyecto no contraviene a las disposiciones en materia de generación de energía ya que a partir de la Reforma Energética es posible complementar la inversión de CFE mediante la participación de particulares en la generación de electricidad. Tal como es el caso del presente proyecto la reforma permite a inversionistas privados construir proyectos de generación, excepto energía nucleoelectrica. En ese sentido, con la ejecución del proyecto se fomenta la participación de particulares, incrementa la inversión privada y contribuye a lograr la meta que en 2018, la inversión privada represente el 15% del total en proyectos de generación.

III.1.4 PROGRAMA SECTORIAL DE ENERGÍA 2013-2018

El Programa Sectorial de Energía 2013-2018, establece compromisos, estrategias y líneas de acción del gobierno federal en materia energética.

En el *Cuadro 20*, se muestra un resumen del vínculo del proyecto con el Programa Sectorial de Energía.

Cuadro 20. Objetivos, estrategias y líneas de acción vinculantes al Proyecto Eólico EcoWind

META	OBJETIVO DE LA META NACIONAL	ESTRATEGIAS DEL OBJETIVO DE LA META NACIONAL	OBJETIVO DEL PROGRAMA	ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
IV MÉXICO PROSPERO	4.6 Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.	4.6.2 Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país.	<p>Objetivo 2. Optimizar la operación y expansión de infraestructura eléctrica nacional.</p> <p>Beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Reducción de costos •Confiabilidad del suministro •Diversificación de la matriz energética <p>Justificación:</p> <p>El fortalecimiento y mejora de la infraestructura eléctrica permite facilitar el suministro de la energía necesaria para respaldar el desarrollo económico del país actual y futuro. Es indispensable optimizar la operación del sector eléctrico mediante la diversificación de tecnologías y la adopción de procesos y prácticas más eficientes</p>	<p>Estrategia 2.1 Desarrollar la infraestructura eléctrica nacional, con criterios de economía, seguridad, sustentabilidad y viabilidad económica.</p> <p>Línea de acción 2.1.1 Planear la expansión de la infraestructura eléctrica nacional conforme al incremento de la demanda, incorporando energías limpias, externalidades y diversificación energética.</p> <p>Línea de acción 2.1.2 Expandir la infraestructura, cumpliendo con las metas de energía limpia del Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables</p>	<p>El Proyecto, es vinculante con el Programa Sectorial de Energía, al tratarse de un proyecto de generación de energía limpia mediante el uso de fuentes renovables; contribuyendo a la diversificación energética.</p> <p>Asimismo contribuirá a disminuir el aumento de emisiones de GEI al reemplazar a los combustibles fósiles, con energías renovables, reduciendo la presión y contaminación sobre los recursos naturales, como la causada por combustibles fósiles. De esta manera se reduce el impacto ambiental; y aumenta el valor agregado de las actividades económicas. Por lo cual se infiere que el Proyecto es congruente con las estrategias y líneas de acción que se señalan en el Programa Sectorial de Energía.</p>
			<p>Objetivo 5. Ampliar la utilización de fuentes de energía limpia y renovable, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental.</p> <p>Beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Compromiso con el medio ambiente •Economía baja en carbono •Reducción de la intensidad energética de la economía. <p>Justificación:</p> <p>En el marco de la transición energética, México debe canalizar</p>	<p>Estrategia 5.1 Incrementar la participación de energías limpias y renovables en la generación de electricidad.</p> <p>Línea de acción 5.1.7 Promover la participación y coordinación entre actores interesados para favorecer el desarrollo de energías limpias y renovables.</p>	

META	OBJETIVO DE LA META NACIONAL	ESTRATEGIAS DEL OBJETIVO DE LA META NACIONAL	OBJETIVO DEL PROGRAMA	ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
			<p>esfuerzos para la consecución de las metas definidas en el marco normativo actual sobre el uso de las energías limpias. Es necesario fortalecer y explotar aquellos recursos renovables con los que se cuenta, a fin de aprovechar sus beneficios; para ello, se deben propiciar las condiciones de mercado necesarias que promuevan la participación de los entes interesados en el desarrollo de una economía menos intensiva en carbono.</p>		

III.1.5 PROSPECTIVA DEL SECTOR ELÉCTRICO 2014-2028

3.4. Sistema Eléctrico Nacional

El Sistema Eléctrico Nacional (SEN) está conformado por el sector público, que se integra por la infraestructura de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y los productores independientes de energía, y aquella energía no suministrada al servicio público –privados-. La infraestructura del SEN se conforma de las siguientes fases:

- Generación
- Transformación y transmisión en alta tensión
- Distribución en media y baja tensión
- Ventas a usuarios finales.

4.6.1. Expansión del SEN

Proyectos por particulares

Ante la aprobación de la Reforma Energética, se suscitaron cambios en la estructura de planeación del Sistema Eléctrico Nacional, por lo que se sustituyó el concepto de plantas de Autoabastecimiento y Cogeneración por Proyectos por particulares.

Estas plantas que buscan satisfacer cargas ubicadas en el mismo sitio de la central se agrupan en el concepto de proyectos por particulares local.

- A 2017 considera aquellos proyectos, con alta probabilidad de realización. Para ese año se espera alcanzar una capacidad total de 12,344 MW (sin incluir las temporadas abiertas de Baja California, Tamaulipas y la segunda de Oaxaca).
- Adicional a la primera temporada abierta (TA), en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, la CRE ha convocado tres nuevas temporadas abiertas: Baja California, Tamaulipas y una segunda en Oaxaca. Se estima que estas pudieran iniciar operaciones en 2017, las capacidades de estas son: 886 MW, 1,667 MW y 2,330 MW respectivamente. En esta última 1,185 MW corresponden a CFE.
- A partir de 2019 se prevén bloques de proyectos con base en renovables y se estima su desarrollo con apoyo en los estímulos que la reglamentación actual contempla para el aprovechamiento de energías renovables. De esta manera, entre 2019 y 2028 se agregarán 2,000 MW.

Los bloques de capacidad eoloeléctrica se instalarán principalmente en las regiones del Istmo de Tehuantepec, La Rumorosa en Baja California y Tamaulipas.

Por lo anterior, el Proyecto esperado para la segunda temporada abierta contribuirá en un 6.70% a alcanzar los 1,491 MW de generación de energía de proyectos de particulares y alcanzar el cumplimiento de la meta de 2,330 MW de participación de fuentes renovables de energía y generación limpia al final del período.

III.1.6 PROGRAMA ESPECIAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES 2013-2018

Durante el año 2013, la SENER desarrolló el Inventario Nacional de Energías Renovables (INER), el cual, a través de un sistema de información geográfica, proporciona información sobre el inventario de generación de electricidad para el abasto del servicio público y de otros particulares, así como el atlas de los recursos renovables que pueden ser utilizados para estos propósitos, con una descripción de recursos probados, probables y posibles.

El mayor potencial probado para la generación de electricidad a partir de fuentes renovables de energía se encuentra en la energía eólica, seguido en orden de magnitud por la energía hidráulica en pequeña escala¹/ y geotérmica, y por último, con un potencial prácticamente igual, la energía proveniente de la biomasa y la energía solar.

En el *Cuadro 21*, se presentan los objetivos, estrategias y líneas de acción del programa vinculantes al desarrollo del Proyecto.

Cuadro 21.- Objetivos, estrategias y líneas de acción del programa especial para el aprovechamiento de energías renovables vinculados al desarrollo del Proyecto.

OBJETIVOS	ESTRATEGIAS	LÍNEAS DE ACCIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>Objetivo 1. Aumentar la capacidad instalada y la generación de electricidad a partir de fuentes renovables de energía.</p> <p><u>Beneficios:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Diversificación de la matriz energética. • Descarbonización del sector eléctrico. • Atender la demanda de energía eléctrica nacional con costos competitivos y respeto al medio ambiente. 	<p>1.1 Adecuar el ejercicio de planeación para incrementar la participación de proyectos de energía renovable en la generación de electricidad.</p>	<p>1.1.2. Determinar las necesidades de adición o de sustitución de capacidad de generación considerando los recursos renovables disponibles en cada región.</p>	<p>El Proyecto, contribuirá a aumentar la capacidad instalada y la generación de electricidad a partir del viento.</p> <p>Considerando que el Proyecto generará 100 MW, con ello se contribuirá al incremento en la participación de energías renovables y tecnologías limpias.</p>

OBJETIVOS	ESTRATEGIAS	LÍNEAS DE ACCIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>Objetivo 2. Incrementar la inversión pública y privada en la generación, así como en la construcción y ampliación de la infraestructura para su interconexión.</p> <p><u>Beneficios:</u> Aumentar la capacidad en la red de transmisión y transformación del Sistema Eléctrico Nacional para la incorporación de energías renovables. Incremento en la inversión para el futuro desarrollo de proyectos de generación. Adecuada valoración del capital natural y los impactos económicos y sociales.</p>	<p>2.1. Adecuar la planeación para acelerar la inversión en proyectos competitivos de energía renovable en la generación de electricidad.</p>	<p>2.1.1 Optimizar la planeación y evaluación de proyectos con fuentes renovables en las Empresas Productivas del Estado</p>	<p>Asimismo el Proyecto es congruente con el objetivo 2, ya que con su ejecución se fomenta e incrementa la inversión privada en la generación de energía a través de fuentes renovables.</p>

III.1.7 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE OAXACA 2011-2016

El Plan ha establecido cuatro políticas transversales: Derechos Humanos, Equidad de Género, Pueblos Indígenas y Sustentabilidad. A su vez, dichas políticas se consideran de forma específica dentro de los cuatro ejes principales que agrupan los esfuerzos y señalan los grandes objetivos del Gobierno: Estado de Derecho, Gobernabilidad y Seguridad; Crecimiento Económico, Competitividad y Empleo; Desarrollo Social y Humano; y Gobierno Honesto y de Resultados. Finalmente, el Plan hace un énfasis especial en el Desarrollo Regional Equilibrado.

En la búsqueda de un Desarrollo Regional Equilibrado el Plan presenta las principales características y áreas de oportunidad identificadas en cada una de las ocho regiones que conforma la entidad, con el propósito de perfilar la estrategia general que el Gobierno del Estado seguirá para impulsar políticas públicas promotoras y compensatorias con un enfoque territorial. A continuación se presenta un breve análisis de las megatendencias que son más relevantes en términos de su capacidad de afectar de forma positiva o negativa el desarrollo futuro de Oaxaca, y que son vinculantes al Proyecto (*Cuadro 22*).

Cuadro 22- Estrategias planteadas en las megatendencias vinculantes al Proyecto Ecowind.

2. VISIÓN GOBIERNO	ESTRATEGIAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p>2.2 Megatendencias La premisa de las megatendencias es que identificando los elementos que sostienen e impulsan su avance se puede construir el futuro. Esta identificación de megatendencias permite identificar áreas de oportunidad para apuntalar el crecimiento de ciertos sectores de la economía a partir de las ventajas comparativas y competitivas con las que cuenta el territorio oaxaqueño.</p>	<p>2.2.5 Energías renovables Consiste en la aplicación de nuevas formas de conversión de la energía empleando recursos naturales renovables para sustituir recursos tradicionales no renovables (combustibles fósiles). Entre estas formas de energía se encuentran la eólica. Oaxaca tiene un alto potencial para el desarrollo de la energía eólica. La Comisión Federal de Electricidad (CFE) estima que se pueden producir hasta 2,900 MW en las zonas con alta intensidad de viento, cifra que de alcanzarse representaría casi el 6% de la capacidad instalada actualmente en el país. Los generadores eólicos de Oaxaca, actualmente, producen sólo 85 MW, lo cual representa un 0,17% del total de la capacidad instalada con la que cuenta México. Dado que en La Ventosa se presentan condiciones óptimas para las pruebas, también es posible que, además de instalar los generadores, sea posible avanzar en su mejoramiento debido a que el costo de estos es todavía alto y su generación es baja.</p>	<p>El Proyecto, es congruente con las estrategias planteadas en las megatendencias en tema de energías renovables ya que el proyecto consiste en la aplicación de nuevas formas de conversión de energía mediante el uso de recursos naturales renovables como es el viento, para sustituir los combustibles fósiles. El Proyecto, contribuirá con el 3,51% de los 2,900 MW que CFE tiene estimado que se pueden producir en las zonas con alta intensidad del viento. Aunado a lo anterior, el proyecto se identifica como un área de oportunidad que permitirá un mayor crecimiento del sector energético; ya que el territorio oaxaqueño, principalmente en la zona de la Ventosa, cuenta con ventajas competitivas y presenta las condiciones óptimas para la generación de energía eólica, por la intensidad de los fuertes vientos.</p>

En el *Cuadro 23*, se presenta un resumen de las políticas, objetivos y estrategias contenidas en el Plan Estatal de Desarrollo y vinculantes al Proyecto.

Cuadro 23. Cuadro resumen de políticas y estrategias planteadas en el Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca vinculadas al Proyecto.

3.5 POLÍTICA TRANSVERSAL DE SUSTENTABILIDAD	ESTRATEGIAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p>La política ambiental para el estado, hoy en día, se centra en el concepto de sustentabilidad y promueve el impulso de una estrategia de protección ambiental que integre a los programas de desarrollo el cuidado del medio ambiente, el agua, la tierra y el aire, asegurando la biodiversidad y considerando que todo programa económico</p>	<p>Estrategia 1.5 Incentivo a la adopción de nuevas tecnologías que permitan aprovechar, de una manera más eficiente, los recursos renovables y no renovables, como las energías basadas en recursos renovables; y a reducción de gases de efecto invernadero en las actividades productivas. Estrategia 1.6 Rescate de ecosistemas mediante acciones correctivas como la reforestación y el monitoreo a</p>	<p>Por el tipo de fuente primaria de energía (viento) que utilizará el proyecto, se considera candidato para formar parte de los mecanismos flexibles del Protocolo de Kyoto debido a los beneficios que aportará al medio ambiente y al desarrollo sustentable. Asimismo dará impulso al desarrollo en la explotación de los recursos renovables del país, lo que implicará sustituir la generación de energía a base de combustibles fósiles, por energía eólica, con lo cual se estará contribuyendo a: evitar emisiones de gases de efecto invernadero. Se contribuirá al crecimiento económico de la zona mediante la generación de ingresos permanentes para los ejidatarios dueños de los</p>

3.5 POLÍTICA TRANSVERSAL DE SUSTENTABILIDAD	ESTRATEGIAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p>atienda a los criterios esenciales de desarrollo sustentable. Promoverá el crecimiento económico a partir de la sustentabilidad ambiental, social e institucional.</p>	<p>los ecosistemas, así como preventivas enfocadas a la educación de la población en materia de cuidado al medio ambiente,</p>	<p>predios que ocupará el proyecto, por el arrendamiento de sus tierras, sin contravenir sus actividades productivas, se crearán fuentes de empleo a nivel regional creando oportunidades de desarrollo, traduciéndose en una mejor calidad de vida para los habitantes de la zona. El Proyecto contempla acciones correctivas por los probables impactos que pudiera causar la ejecución del proyecto como programas de reforestación y monitoreo de ecosistemas a fin de prevenir y/o reducir al mínimo los efectos negativos.</p>

III.1.8 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE LA HEROICA CIUDAD DE JUCHITÁN DE ZARAGOZA 2014-2016

Eje II. Crecimiento Económico, Competitividad y Empleo.

2.7.2.3. Desarrollo empresarial, industrial y comercial.

En Juchitán se ubica el corredor eólico de La Venta, uno de los principales proyectos energéticos no sólo de Oaxaca sino de México, actualmente es poseedora de 680 aerogeneradores. La economía de Juchitán ha ido cambiando en las últimas décadas, pasando de ser una economía de pequeño comercio y autoconsumo exclusivamente, a una de gran movimiento de capitales y flujos comerciales dentro de la región. Tan sólo en el área comprendida entre Juchitán y La Ventosa; Iberdrola, Vestas, Gamesa y Acciona WindPower entre otros instalan actualmente generadores eólicos de energía eléctrica, lo que convierte a la región del Istmo y a Juchitán, en la zona más importante de México en lo que a generación de energía eólica se refiere.

Uno de los objetivos trazados en el Plan Municipal de Desarrollo, consiste en “Promover que la generación de la energía eólica, se traduzca en beneficios para toda la sociedad”.

En ese sentido, el desarrollo del Proyecto es congruente con el objetivo antes mencionado, toda vez que el Proyecto consiste en la instalación de 50 aerogeneradores lo que traerá beneficios para la sociedad por el arrendamiento de sus tierras, la contratación de mano de obra calificada y no calificada, de prestación de servicios, como son la renta de bienes inmuebles y muebles, de restaurant y otros servicios.

III.1.9 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO SUSTENTABLE 2014 – 2016. EL ESPINAL

El Plan Municipal de Desarrollo Social de El Espinal del Estado de Oaxaca 2014-2016, es el documento rector que tiene como propósito marcar el rumbo y dirigir la gestión de la Administración Municipal, estableciendo los objetivos, estrategias y líneas de acción que deberán seguir las áreas que la integran, durante el periodo de administración establecido.

El plan señala que el Municipio de El Espinal cuenta con recursos inagotables que no se extinguen, con el uso ni con el paso del tiempo, refiriéndose al viento, dada la importancia que reviste este recurso como fuente importante para la generación de Energía Eólica. Esto en virtud de que con la instalación de diversas empresas eólicas en la región, éstas han sido fuente de empleo que incentiva la economía local, regional y nacional.

En ese contexto, en el Eje 2: Crecimiento económico, competitividad y empleo, señala que en el municipio se han incrementado las inversiones a partir de 2006, con la instalación de la industria de generación de energía eléctrica con el aprovechamiento de la energía eólica.

Asimismo el plan señala que estas inversiones han generado una derrama económica importante en el municipio, con el arrendamiento de los terrenos donde se construye la infraestructura de producción y de servicios, la contratación de mano de obra calificada y no calificada, de prestación de servicios, así como en la renta de inmuebles y contratación de personal calificado y otros servicios.

Esta derrama económica también ha impactado el desarrollo social del municipio, a través del pago de impuestos y derechos de las empresas instaladas en el territorio, así como de aportaciones económicas en obras y acciones de carácter social.

Es importante señalar que la estructura del PEA ocupada del sector Terciario en el municipio está incrementada, con respecto al 2000 y 2010 por la recién instalada industria de la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la ENERGÍA EÓLICA, ya que esta impacta la economía del municipio, por la derrama económica que genera.

En El Espinal a partir del ingreso de las empresas eólicas se observa un buen número de jóvenes profesionistas que prestan sus servicios; además de aquellos que no tiene una preparación profesional y cubren el personal requerido para los trabajos.

Por lo anterior, se infiere que el Proyecto no contraviene a las políticas de desarrollo expuestas en el plan, ya que con su ejecución contribuirá al fortalecimiento de la economía de los propietarios de los predios por el arrendamiento de sus tierras, asimismo se crearán nuevas fuentes de empleo y mejores oportunidades de desarrollo para los habitantes de la región.

III.1.10 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y OTRAS ÁREAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN.

El 16 de mayo de 2008 se publicó en Diario Oficial de la Federación una reforma a la LGEEPA reformando y adicionando diversas disposiciones para fortalecer la certificación voluntaria de predios; adicionando con ello la fracción XI al Artículo 46.

A partir de la publicación de dicha reforma las “Zonas de Uso Común” que se enlistan en Cuadro 24 se encuentran contempladas dentro del marco de la Ley conforme a lo dispuesto en la fracción XI del Artículo 46 de la LGEEPA en donde se consideran Áreas Naturales Protegidas las siguientes:

XI.- Áreas destinadas voluntariamente a la conservación. Fracción adicionada DOF 16-05-2008

El mismo Artículo establece que las áreas naturales protegidas comprendidas en las fracciones I a VIII y XI son competencia de la federación.

De la revisión a las declaratorias de ANP existentes en el sistema ambiental regional donde se pretende construir el Proyecto; se pudo corroborar que en la parte noroeste del predio del proyecto se encuentran Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) las cuales se muestran el (Cuadro 24).

Cuadro 24. Áreas destinadas voluntariamente a la conservación (ADVC), cercanas al predio del Proyecto Eólico Ecowind.

ÁREAS DESTINADAS VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN	PROPIETARIOS	FECHA DE CERTIFICACIÓN	SUPERFICIE (HA)	DISTANCIA APROXIMADA MÁS CERCANA AL PREDIO DEL PROYECTO EÓLICO ECOWIND.
Zona de uso común Cerro del Chilar	Ejido Porvenir	05/06/2005	762.00 ha	19.2 km
Zona 1 y 2 del Área de Uso Común	Ejido La Ventosa	05/06/2005	2178.31	15 y 11.5 km

ÁREAS DESTINADAS VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN	PROPIETARIOS	FECHA DE CERTIFICACIÓN	SUPERFICIE (HA)	DISTANCIA APROXIMADA MÁS CERCANA AL PREDIO DEL PROYECTO EÓLICO ECOWIND.
Zona de Uso común del ojo de agua del cerro Tolistoque	Ejido La Venta	28/07/2004	1,306.96 ha	13.5 km
Zona de Uso Común en Río Verde del Cerro de Tolistoque.	Ejido Mena Nizanda	28/07/2004	724.55	20 km
Zona de Uso Común en Cerro Bandera de la Sierra Tolistoque	Ejido Mazahua	26/11/2004	327.83	18.5 km

A partir de la publicación de dicha reforma las “Áreas destinadas voluntariamente a la conservación” se encuentran contempladas dentro del marco de la Ley conforme a lo dispuesto en el Artículo 46 de la LGEEPA en donde se consideran Áreas Naturales Protegidas las siguientes:

...

XI.- Áreas destinadas voluntariamente a la conservación. *Fracción adicionada DOF 16-05-2008*

El mismo Artículo establece que las áreas naturales protegidas comprendidas en las fracciones I a VIII y XI antes señaladas son competencia de la federación.

En este sentido el **Artículo 48 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas** señala que: las declaratorias para el establecimiento de las ANP’S cuando se realice la delimitación territorial de las actividades en áreas naturales protegidas se llevarán a cabo a través de las siguientes zonas y sus respectivas subzonas, de acuerdo a su categoría de manejo:

I. Las Zonas Núcleo, que tendrán como principal objetivo la preservación de los ecosistemas a mediano y largo plazo, y que podrán estar conformadas por las siguientes subzonas:

De protección: Aquellas superficies dentro del área natural protegida, que han sufrido muy poca alteración, así como ecosistemas relevantes o frágiles y fenómenos naturales, que requieren de un cuidado especial para asegurar su conservación a largo plazo, y

De uso restringido: Aquellas superficies en buen estado de conservación donde se busca mantener las condiciones actuales de los ecosistemas, e incluso mejorarlas en los sitios que así

se requieran, y en las que se podrán realizar excepcionalmente actividades de aprovechamiento que no modifiquen los ecosistemas y que se encuentren sujetas a estrictas medidas de control.

II. Las Zonas de Amortiguamiento, tienen como función principal orientar a que las actividades de aprovechamiento, que ahí se lleven a cabo, y que se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas de ésta a largo plazo, y podrán estar conformadas básicamente por las siguientes subzonas:

De uso tradicional: Aquellas superficies en donde los recursos naturales han sido aprovechados de manera tradicional y continua, sin ocasionar alteraciones significativas en el ecosistema. Están relacionadas particularmente con la satisfacción de las necesidades socioeconómicas y culturales de los habitantes del área protegida;

De aprovechamiento sustentable de los recursos naturales: Aquellas superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable;

De aprovechamiento sustentable de agroecosistemas: Aquellas superficies con usos agrícolas y pecuarios actuales;

De aprovechamiento especial: Aquellas superficies generalmente de extensión reducida, con presencia de recursos naturales que son esenciales para el desarrollo social, y que deben ser explotadas sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje de forma sustancial, ni causar impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales que conforman;

De uso público: Aquellas superficies que presentan atractivos naturales para la realización de actividades de recreación y esparcimiento, en donde es posible mantener concentraciones de visitantes, en los límites que se determinen con base en la capacidad de carga de los ecosistemas;

De asentamientos humanos: En aquellas superficies donde se ha llevado a cabo una modificación sustancial o desaparición de los ecosistemas originales, debido al desarrollo de asentamientos humanos, previos a la declaratoria del área protegida, y

De recuperación: Aquellas superficies en las que los recursos naturales han resultado severamente alterados o modificados, y que serán objeto de programas de recuperación y rehabilitación.

El Artículo 88 del mismo reglamento señala que se requerirá de autorización por parte de la Secretaría para realizar dentro de las áreas naturales protegidas, atendiendo a las zonas establecidas y sin perjuicio de las disposiciones legales aplicables, las siguientes obras y actividades: “Obras que, en materia de impacto ambiental, requieran de autorización en los términos del Artículo 28 de la LGEEPA”. En este sentido se da cumplimiento a dicho precepto legal con la presentación de ésta Manifestación de Impacto Ambiental, en su Modalidad Regional “A”.

Es importante destacar que dichas áreas destinadas voluntariamente a la conservación se citan, únicamente con la finalidad de evidenciar su existencia, haciendo hincapié que la superficie del polígono en donde se tiene proyectado la construcción del Proyecto Eólico EcoWind, no se encuentra inmerso dentro de ninguna de estas áreas..

Análisis de las Áreas destinadas Voluntariamente a la Conservación en el contexto regional.

Como se puede observar (*Figura 15*), el predio del proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna de estas ADVC, por lo que el desarrollo del mismo no contravendrá a las políticas de uso de suelo destinadas en dichas áreas.

En virtud de lo anterior como se observa en la , en estas superficies **NO se realizará ningún tipo de obra o actividad relacionada con el establecimiento de la central eólica** a fin de no contravenir a lo dispuesto por el artículo 49 de la LGEEPA, y las políticas contenidas en el programa de manejo.

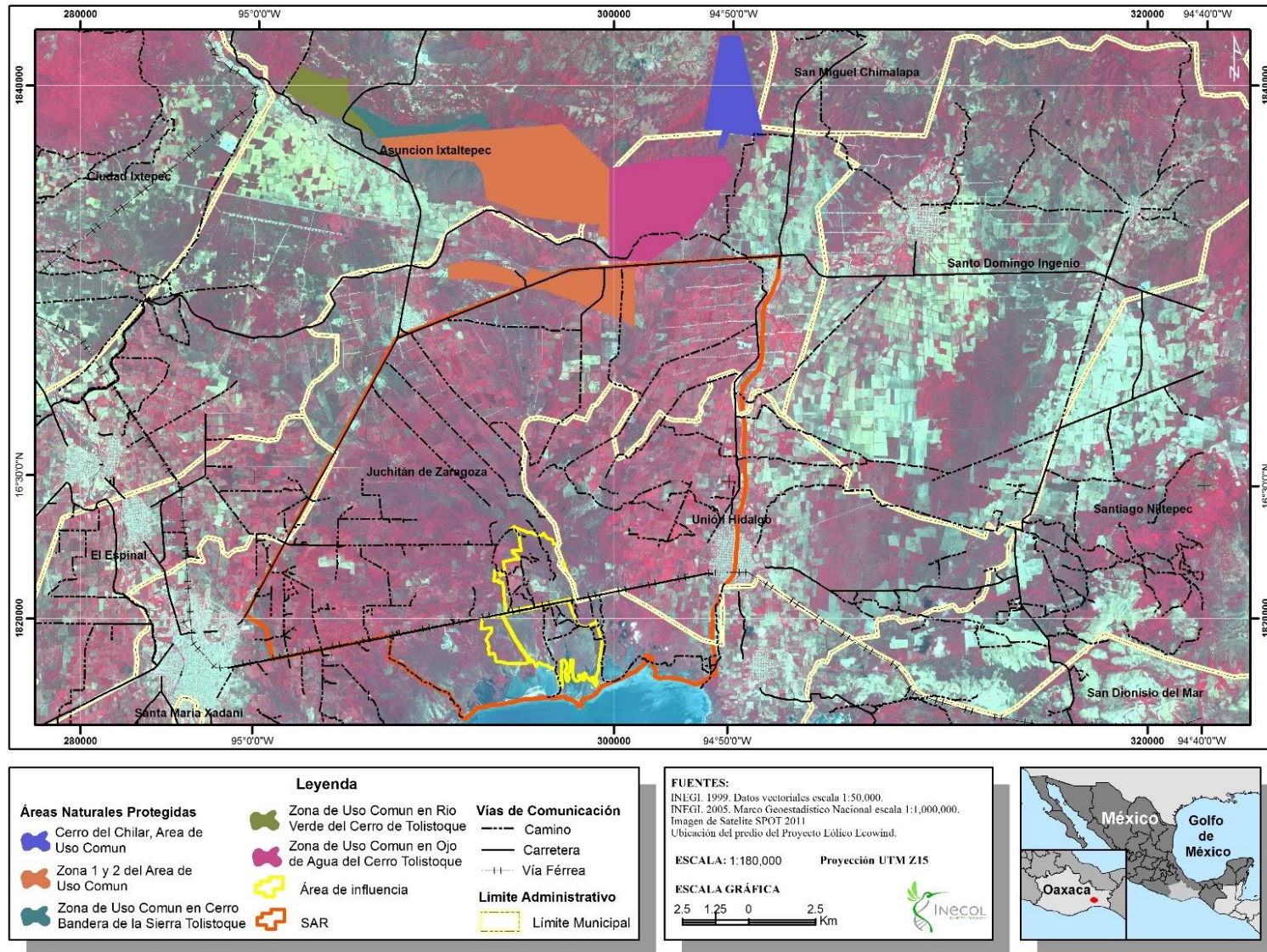


Figura 15. Ubicación de las áreas de conservación voluntaria cercanas al SAR del Proyecto.

En ese contexto de la Ley, el Proyecto es congruente con la legislación y la política de desarrollo sustentable ya que se utilizará la energía del viento para la generación de energía eléctrica utilizando energía eólica que es técnica, económica, ambiental y socialmente viable. Con ello se contribuye a la diversificación de tecnologías y fuentes primarias. Además contribuirá a satisfacer la demanda de energía eléctrica a corto plazo y a disminuir el aumento de emisiones de GEI al remplazar a los combustibles fósiles, con energías renovables, reduciendo la presión y contaminación sobre los recursos naturales, como la causada por combustibles fósiles; reduciendo el impacto ambiental; aumentando el valor agregado de las actividades económicas.

Entre otras ventajas que trae consigo el establecimiento de la central eólica es: la generación de fuentes de empleo a nivel regional representando nuevas y mejores oportunidades de desarrollo y crecimiento económico para los dueños de los predios por el arrendamiento de sus tierras traduciéndose en una mejor calidad de vida para los habitantes de la zona y contribuyendo con ello al desarrollo sustentable.

Por lo anterior se infiere que el Proyecto es congruente con las disposiciones legales en materia de ANP's así como con las políticas de uso de suelo contenidas en el programa de manejo.

El sitio del proyecto NO se localiza dentro de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), ni en Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), ni existen Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) para el área.

III.2 MARCO JURÍDICO NORMATIVO

De acuerdo a las características del Proyecto, se identificaron los instrumentos normativos aplicables a proyecto de generación de energía mediante el uso de fuentes renovables. El proyecto forma parte de la dinámica de desarrollo estatal, ya que se encuentra incluido en los instrumentos de planeación aplicables y contribuirá a satisfacer la demanda de energía eléctrica en la zona.

Se revisó el marco jurídico Constitucional, Convenios Leyes y Reglamentos de carácter federal y estatal, así como normas existentes aplicables a este tipo de proyectos para determinar su congruencia con dichos instrumentos normativos.

III.2.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

En el *Cuadro 25* se presenta un resumen de las disposiciones constitucionales que son vinculantes al Proyecto.

Cuadro 25. Disposiciones reglamentarias vinculantes con el Proyecto Eólico EcoWind.

ARTÍCULOS		VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	<p>Artículo 25 Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable. Al desarrollo económico nacional concurrirán, el sector público, social y privado. 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 productivas del Estado que en su caso se establezcan. 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, sujetándolos 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.</p>	<p>El Proyecto, no contraviene a las disposiciones contenidas en la carta magna ya que permite la participación del sector privado para impulsar actividades prioritarias del desarrollo nacional</p>

III.2.2 CONVENIOS INTERNACIONALES

El artículo 133 Constitucional dicta que los instrumentos internacionales se integran al Derecho mexicano y establece que “todos los tratados que estén de acuerdo con la misma Constitución, celebrados por el Presidente de la República y con aprobación del Senado, serán Ley Suprema de toda la Unión”. Sin embargo como se mencionó anteriormente la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN) ratificó que los tratados internacionales, jerárquicamente, están por debajo de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, pero arriba de las leyes federales, estatales y municipales.

Los tratados y/o Convenios Internacionales aprobados por el Senado y los cuales son jurídicamente vinculantes con el Proyecto se muestran en el *Cuadro 26*:

Cuadro 26. Convenios Internacionales vinculantes al Proyecto Eólico Ecowind.

CONVENIO	OBJETIVO	VINCULACIÓN
CONVENCIÓN MARCO SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO	Lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel donde las acciones del hombre no perjudiquen el sistema climático, permitiendo que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio meteorológico y asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible". (Artículo 2).	<p>El Proyecto es jurídicamente vinculante con la Convención y el Protocolo de Kyoto ya que con la implementación de proyectos de generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables como la energía eólica; se reduce la dependencia de combustibles fósiles en la producción de electricidad y al mismo tiempo es una medida preventiva que reduce los impactos ambientales por las emisiones de gases de efecto invernadero, protegiendo de esta manera el sistema climático.</p> <p>La construcción del Proyecto, contribuirá a la reducción de GEI, coadyuvando en un 4,04% al cumplimiento de la meta de contar en el año 2012 con 2500 MW de capacidad instalada de energía eólica en el Istmo de Tehuantepec, además a través del MDL este proyecto podría participar en el mercado de reducción de emisiones contribuyendo al desarrollo sustentable de México.</p> <p>Actualmente dentro de los proyectos de energía eólica del MDL con cartas de aprobación se encuentran ocho proyectos registrados entre los cuales se encuentra La Venta II, con una reducción estimada de emisiones de 193 (Ktons de CO2 equivalente/año).</p>
PROTOCOLO DE KIOTO	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero obligatorias para países desarrollados con economías en transición que sean partes y que estén incluidos en el Anexo I. ▶ Obligación de países Anexo 1 de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el período de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012". 	
	▶ Fomentar la eficiencia energética, desarrollo y aumento del uso de nuevas fuentes renovables de generación de energía, de tecnologías de captura de carbono y de tecnologías más modernas y ecológicamente racionales.	
	▶ Mecanismo de desarrollo limpio (MDL) (Art.12 del protocolo). Su propósito es ayudar a las partes no incluidas en el Anexo I, a lograr un desarrollo sustentable y ayudar a las partes incluidas a cumplir con sus compromisos sobre limitación y reducción de emisiones de GEI. Los países NO Anexo I, como México, a través del MDL permiten desarrollar proyectos que tengan como resultado Reducciones Certificadas de Emisiones y de esta manera contribuir al desarrollo sustentable.	

III.2.3 OTROS COMPROMISOS INTERNACIONALES

Con el objeto de ir más allá del cumplimiento de la normatividad vigente en materia de protección ambiental; la ejecución del Proyecto también contribuirá al cumplimiento de los compromisos internacionales contraídos por México en materia de energías renovables; como los adquiridos en la Conferencia Internacional de Energías Renovables celebrada en Bonn, Alemania. En el marco de esta conferencia México estableció como objetivo, incrementar el uso de energías renovables, el fomento al consumo de energías verdes, adquiriendo como compromiso incrementar en un 40% (4 000 MW) la capacidad instalada de energías renovables para el año 2014.

II.2.3.1 Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de fauna y flora silvestres. (CITES)

Es un acuerdo internacional concertado entre los gobierno. Tiene por finalidad velar que el comercio internacional de especies de plantas y animales silvestres no constituya una amenaza para su supervivencia.

Las especies amparadas por la CITES están incluidas en tres Apéndices, según el grado de protección que necesiten.

En el Apéndice I se incluyen las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro entre las especies de fauna y de flora incluidas en los Apéndices de la CITES. En el Apéndice II figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En el Apéndice III figuran las especies incluidas a solicitud de una Parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas

Durante los muestreos realizados en el área de influencia del Proyecto se identificaron especies que se encuentran listadas dentro de alguno de los apéndices de CITES (*Cuadro 27*).

Cuadro 27. Lista de especies en algún apéndice de CITES.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTACIONALIDAD	CITES ¹
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Residente	II
<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	Invernante	II
<i>Buteo nitidus</i>	Aguililla gris	Residente	II
<i>Buteo magirostris</i>	Aguililla caminera	Residente	II
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	Residente	II
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	Invernante	II
<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón	Invernante	II
<i>Aratinga canicularis</i>	Perico frente naranja	Residente	II
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Residente	II
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	Residente	II
<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	Residente	II
<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	Invernante	II

¹CITES: **Apéndice II** se incluyen 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; y apéndice III se incluyen 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.

III.2.4 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) tiene por objeto; propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; la preservación, la restauración, el mejoramiento del ambiente y el aprovechamiento sustentable.

En el Cuadro III-11 se muestra un resumen de las disposiciones reglamentarias contenidas en la LGEEPA y que guardan relación con el proyecto.

De conformidad con la Fracción X del Artículo 5 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente son facultades de la federación, entre otras *la evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 la misma ley, y en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.*

El Proyecto, corresponde a una obra de la industria eléctrica y se enmarca dentro de la fracción II del Artículo 28 de la LGEEPA; por lo tanto el Proyecto es competencia de la federación y se encuentra regulado por la presente Ley (*Cuadro 28*).

Cuadro 28. Disposiciones reglamentarias contenidas en la LGEEPA, vinculantes al Proyecto

ARTÍCULOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO ECOWINDI
<p>Artículo 28 La Evaluación de 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 pueden 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:</p> <p>II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;</p> <p>VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;</p>	<p>El artículo 28, contiene el fundamento legal para que todo proyecto que se encuentre dentro de los supuestos de requerir una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) se sujete a las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar los ecosistemas a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.</p> <p>El Proyecto es jurídicamente vinculante con la fracción II del precepto legal, al tratarse de una obra de la industria eléctrica. En este contexto, para llevar a cabo las actividades relacionadas con el Proyecto se requiere contar previamente con la autorización en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría.</p> <p>En este sentido y para dar cumplimiento a las disposiciones legales contenidas en la presente ley se elaboró el presente estudio de Impacto Ambiental, a fin de obtener la autorización por parte de la Secretaría.</p> <p>Por otro lado y considerando que dentro del polígono de construcción del proyecto se localizaron áreas cubiertas por vegetación natural correspondientes a bosque tropical caducifolio y acahuales de este tipo de bosque, se realizó el <i>Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales</i> a fin de obtener la autorización en materia de cambio de uso de suelo conforme a lo dispuesto en la fracción VII del Artículo 28 de la LGEEPA y con lo cual se da estricto cumplimiento a dicho precepto legal.</p>
<p>Artículo 30 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.</p>	<p>Se da cumplimiento a lo establecido en el artículo 30 de la ley ya; que el presente documento en su Capítulo V contiene descripciones de posibles efectos sobre los ecosistemas que pudieran verse afectados por las obras. En el Capítulo VI se presenta una serie de medidas preventivas y de mitigación para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>

III.2.4.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA).

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

En este sentido el presente ordenamiento jurídico contiene disposiciones vinculantes al Proyecto. El Cuadro 29 presenta el análisis técnico, jurídico y/o administrativo del Artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA).

Cuadro 29. Análisis técnico, jurídico y/o administrativo del Artículo 5 del REIA y su vinculación con el Proyecto Eólico Ecwind.

ARTÍCULOS	ANÁLISIS TÉCNICO, JURÍDICO Y ADMINISTRATIVO
<p>Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: Inciso K) Industria Eléctrica</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoelectricas, eoloelétricas 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; 2. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución; 3. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, Inciso O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas. <p>I.- Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, ...</p>	<p>El Proyecto consiste en la construcción de una central eoloeléctrica compuesta por 35 aerogeneradores. Por lo anterior el proyecto es jurídicamente vinculante con el precepto legal en comento, ya que cae dentro de los supuestos enmarcados en las fracciones I, II y III del inciso K del Artículo 5 antes citado, por lo que para su ejecución se deberá contar con la correspondiente autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.</p> <p>En este sentido y en cumplimiento a lo dispuesto por la LGEEPA y su Reglamento en materia de impacto ambiental, se elaboró la manifestación de impacto ambiental del Proyecto Eólico Ecwind a fin de exponer los componentes del proyecto que permitan a la Secretaría otorgar la autorización correspondiente.</p> <p>En este sentido y para dar cumplimiento a lo estipulado en el inciso O); se realizó el correspondiente Estudio Técnico Justificativo para el cambio de Uso del Suelo en los terrenos Forestales (ETJ), a fin de obtener la autorización por parte de la Dirección General de Gestion Forestal y de Suelos (DGGFS) de la Secretaría I; toda vez que dentro del polígono de construcción del proyecto se localizaron áreas cubiertas por vegetación natural correspondientes a bosque tropical caducifolio y acahuales de este tipo de bosque.</p> <p>Con lo cual se da cumplimiento al inciso O) del Artículo 5, del presente reglamento.</p>
<p>Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: ... III. 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.</p>	<p>Considerando que el Proyecto es un tipo de Proyecto que está contemplado en el artículo 5 inciso k), fracción I del REIA, y que integralmente incluye en su alcance la construcción de diferentes obras, cuya ubicación se encuentra dentro de una misma región con proyectos de características similares e interacciones ecológicas comunes, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional por contemplarse dentro del supuesto IV del precepto legal en comento.</p>

Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas.

El presente reglamento tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo relativo al establecimiento, administración y manejo de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.

El análisis de las disposiciones legales contenidas en el presente reglamento se presentan en el apartado: III.1.5 Áreas Naturales Protegidas y otras áreas de atención prioritaria para la conservación.

Igualmente se dará cumplimiento a lo establecido en el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la atmósfera, y la originada por Emisión de Ruido, durante la etapa de construcción y operación.

III.2.5 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Y SU REGLAMENTO.

Debido a que durante las actividades de preparación del sitio, se requiere de la eliminación de cobertura vegetal, el proyecto se apega a lo contemplado en el Artículo 117 de Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y en los Artículos 119, 120 y 121 de su Reglamento. Por lo que se está realizando el correspondiente Estudio Técnico Justificativo para el cambio de Uso del Suelo en los terrenos Forestales (ETJ), el cual será sometido a evaluación por parte de la autoridad forestal (DGGFS).

III.2.6 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO

Tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

En el *Cuadro 30* se muestran las disposiciones legales vinculantes al desarrollo del Proyecto.

Cuadro 30. Disposiciones reglamentarias vinculantes al Proyecto

ARTÍCULOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO EÓLICO ECOWIND
<p>18, 19, 20 y 21 de la Ley</p> <p>Artículos: 35, 36, 37, 38, 39 40 y 41 del Reglamento, de la Ley, y observar los artículos 42, 43, 44, 45, 46, 47 para determinar la categoría de generador de residuos peligrosos.</p>	<p>Con el objeto de prevenir y reducir riesgos a la salud y al ambiente.</p> <p>Por tal motivo se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos durante la etapa de construcción, la cual será construida con base en lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.</p> <p>Para los residuos peligrosos se contratará una empresa especializada y autorizada para su recolección, traslado y disposición final en un sitio de confinamiento autorizado.</p> <p>Ecowind, dará cumplimiento a lo establecido en la Ley y su reglamento realizando un manejo adecuado de los residuos que se generen.</p>

III.2.7 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE Y SU REGLAMENTO,

La Ley General de Vida Silvestre publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio del 2000, tienen 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, relativas a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat. La vida silvestre se refiere a los organismos que subsisten sujetos a los procesos de evolución y que se desarrollen libremente en su hábitat.

El Proyecto se vincula con esta Ley en virtud de que pretende ubicarse en una zona rural con ecosistemas de biodiversidad característica, y de acuerdo al Artículo 5 de esta Ley, el objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.

En este sentido, el Proyecto contempla la elaboración y ejecución de un Programa de Rescate y Relocalización de especies que se encuentren en el sitio del Proyecto, con el fin de reintegrarlas en espacios y hábitat adecuados que aseguren su conservación, reproducción y desarrollo.

Durante la construcción y la operación se mantendrá vigilancia permanente para la identificación y protección de especies de flora y/o fauna que puedan estar en riesgo o bajo régimen de protección legal, para que sean oportunamente rescatadas y reubicadas.

Asimismo, y de manera directa el proyecto se vincula con esta ley a través del Artículo 60 TER de la LGVS que a la letra dice:

Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos...

En esencia la LGVS busca evitar que la integridad de las áreas de manglar se vea afectada, asumiendo implícitamente que los niveles de integridad son aceptables y son similares para todos los manglares, cumpliendo sus funciones sin alteración alguna.

Tomando en consideración que en el área de influencia del proyecto de acuerdo al Inventario nacional de manglares, existe vegetación de manglar; al respecto cabe señalar, que no habrá afectación al flujo hidrológico del mangle, en virtud de que las obras y actividades del Proyecto serán en la superficie terrestre predominantemente agrícola, asimismo resulta importante manifestar que las obras y actividades del proyecto únicamente se encontraran a una distancia mayor de los 100 metros, que marca la NOM-022-SEMARNAT-2003, pero que de ninguna manera afectarán individuos de la comunidad de manglar, ni a los flujos hídricos que los alimentan.

Por otro lado, las obras y actividades del Proyecto, no proporcionará cambios en la vegetación de mangle, en primer instancia porque no hará desmonte, por lo que, no habrá cambios en las características que presenta este tipo de ecosistemas, ya que en particular este tipo de manglar de tipo botoncillo, es característico por una alta resiliencia, es decir, por la capacidad que presenta de absorber (en el sentido de soportar) perturbaciones, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad.

En virtud de las características de estas comunidades vegetales, así como del tipo de obras y actividades a realizar, nos conlleva a definir que no habrá cambios en la estructura y funcionamiento de este ecosistema.

En resumen, y por los argumentos antes expuestos, el Proyecto tiene por objeto ambiental, prevenir, proteger y conservar la zona de mangle, así como proteger y conservar las condiciones actuales del flujo hidrológico (aporte superficial y aporte subterráneo), por lo que el proyecto se

ajustan a los preceptos establecidos en el Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre y a la NOM-022-SEMARNAT-2003.

En la *Figura 16* se muestra el área de influencia del proyecto, el arreglo del Proyecto y la zona de restricción ambiental, respetando los 100 metros del límite de la comunidad de manglar. Se puede observar que el arreglo del Proyecto no contempla la realización de obras y/o actividades dentro de la franja de restricción.

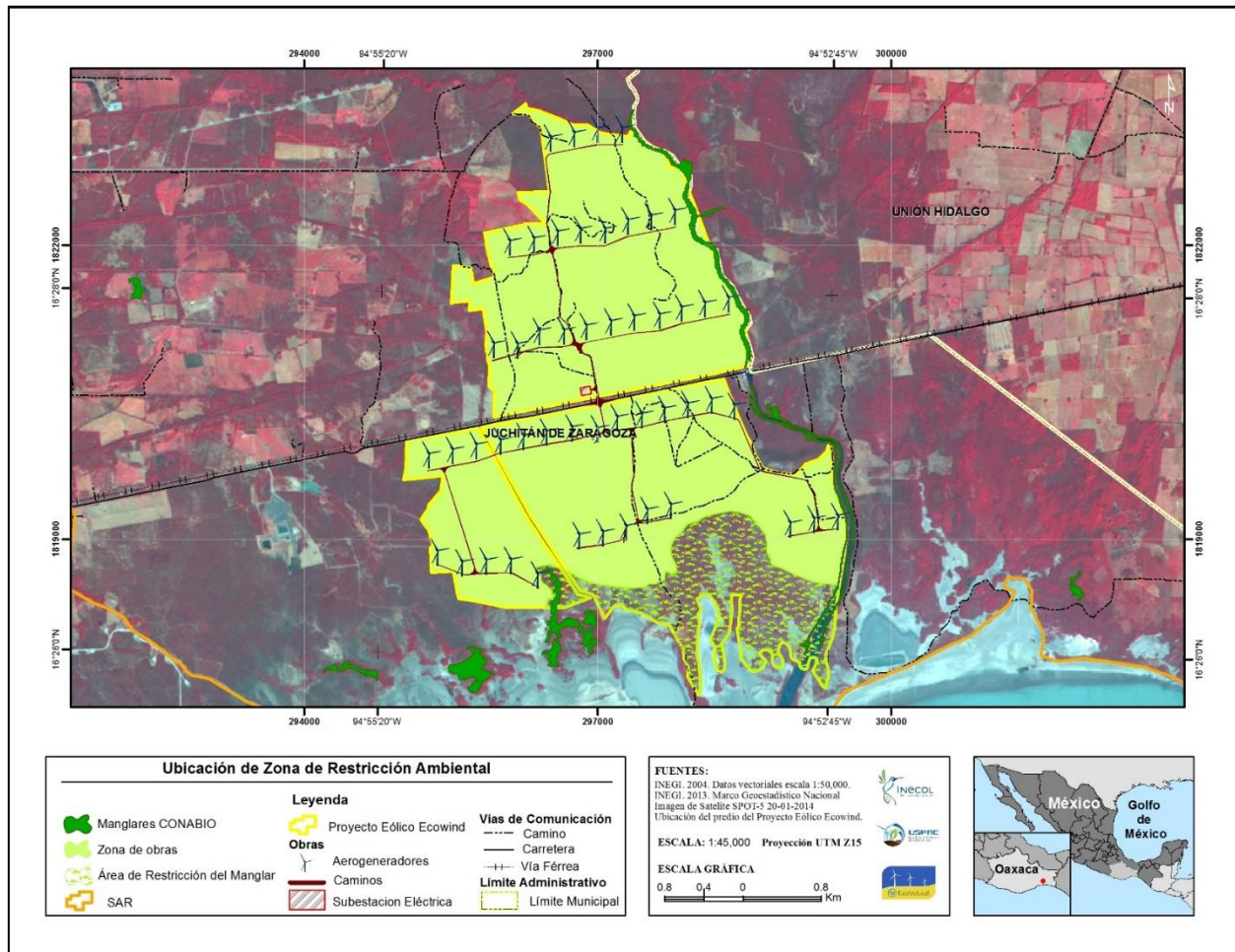


Figura 16. Área de influencia del Proyecto, arreglo y zona de restricción ambiental. Asimismo, durante los muestreos se dio cumplimiento a las disposiciones en materia de vida silvestre y su hábitat para garantizar la conservación mediante la protección, a fin de mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, en este sentido, el arreglo general del proyecto se realizó tratando de contribuir a su conservación.

III.2.8 LEY DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014; la presente Ley es reglamentaria de los artículos 25, párrafo cuarto; 27 párrafo sexto y 28, párrafo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y las demás actividades de la industria eléctrica. Las disposiciones de esta Ley son de interés social y orden público.

Esta Ley tiene por finalidad promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes.

La presente ley define: Energías Limpias: Aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan.

Entre las Energías Limpias se consideran las siguientes:

- a) *El viento;*
- n) *Tecnologías consideradas de bajas emisiones de carbono conforme a estándares internacionales, y*

En el Cuadro 31 se muestra un resumen de las disposiciones legales contenidas en la presente Ley y su vinculación con el Proyecto.

Cuadro 31. Disposiciones reglamentarias contenidas en la Ley vinculantes al Proyecto Eólico Ecowind

ARTÍCULOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p>Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de los artículos 25, párrafo cuarto; 27 párrafo sexto y 28, párrafo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y las demás actividades de la industria eléctrica. Las disposiciones de esta Ley son de interés social y orden público.</p> <p>Esta Ley tiene por finalidad promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes.</p>	<p>El Proyecto, no contraviene a las disposiciones contenidas en la presente Ley ya que al tratarse de un desarrollo de generación de energía mediante el uso de fuentes renovables, se promueve el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y se garantiza su operación continua al emplear el recurso viento en la generación de energías más limpia y baja en contaminantes. Por otro lado, con su ejecución se contribuye al desarrollo de una de las</p>

ARTÍCULOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p>Artículo 2.- La industria eléctrica comprende las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, así como la operación del Mercado Eléctrico Mayorista. El sector eléctrico comprende a la industria eléctrica y la proveeduría de insumos primarios para dicha industria. Las actividades de la industria eléctrica son de interés público. La planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, así como el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, son áreas estratégicas. En estas materias el Estado mantendrá su titularidad, sin perjuicio de que pueda celebrar contratos con particulares en los términos de la presente Ley.</p>	<p>áreas estratégicas para el desarrollo del país, al permitir la participación de los particulares en términos de ley para la generación de energía eléctrica.</p> <p>En términos del artículo 6, el proyecto es congruente con lo indicado en la fracción II, al tratarse de una actividad de la industria eléctrica planeado bajo un criterio de sustentabilidad ambiental, al emplear el recurso viento.</p> <p>Asimismo se impulsa a la inversión privada y contribuye a la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica.</p> <p>En cumplimiento al artículo 73 y 74, la contraprestación por el uso de los terrenos en donde se pretende llevar a cabo el proyecto se realizará conforme a la Ley y mediante la figura de arrendamiento.</p>
<p>Artículo 6.- El Estado establecerá y ejecutará la política, regulación y vigilancia de la industria eléctrica a través de la Secretaría y la CRE, en el ámbito de sus respectivas competencias, teniendo como objetivos los siguientes:</p> <p>...</p> <p>II. Promover que las actividades de la industria eléctrica se realicen bajo criterios de sustentabilidad;</p> <p>III. Impulsar la inversión y la competencia, donde ésta sea factible, en la industria eléctrica;</p> <p>V. Fomentar la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica, así como la seguridad energética nacional;...</p>	
<p>Artículo 73.- La contraprestación, los términos y las condiciones para el uso, goce o afectación de los terrenos, bienes o derechos necesarios para realizar las actividades a que se refiere el artículo 71 de esta Ley, serán negociados y acordados entre los propietarios o titulares de dichos terrenos, bienes o derechos, incluyendo derechos reales, ejidales o comunales, y los interesados en realizar dichas actividades. Tratándose de propiedad privada, además podrá convenirse la adquisición.</p>	
<p>Artículo 74.- La negociación y acuerdo a que se refiere el artículo anterior deberá realizarse de manera transparente y sujetarse a las siguientes bases y a lo señalado en las disposiciones que emanen de esta Ley:</p> <p>V. La forma o modalidad de uso, goce, afectación o, en su caso, adquisición que se pacte deberá ser idónea para el desarrollo del proyecto en cuestión, según sus características. Al efecto, podrán emplearse las figuras de arrendamiento, servidumbre voluntaria, ocupación superficial, ocupación temporal, compraventa, permuta y cualquier otra que no contravenga la ley;</p>	

III.2.9 LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EL FINANCIAMIENTO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y SU REGLAMENTO

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2008. Tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética.

En su Artículo 2º, señala que el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública y se realizará en el marco de la estrategia nacional para la transición energética mediante la cual el Estado mexicano promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía. En el Cuadro 32 se muestra un resumen de las disposiciones legales contenidas en la presente Ley vinculantes con el Proyecto.

Cuadro 32. Disposiciones reglamentarias vinculantes al Proyecto Eólico Ecowind.

OBJETIVOS	ARTÍCULOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p>Tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional e instrumentos para el financiamiento de la transición energética. Señala que el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública y marca como fuentes de energías renovables, aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, que se regeneren naturalmente, y que se encuentren disponibles de forma continua o periódica, como el viento.</p>	<p>Artículo 21.- Estipula que los proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables con capacidad mayor a 2.5 MW, deberán asegurar la participación de las comunidades locales y regionales y, pagar el arrendamiento a los propietarios de los predios o terrenos ocupados por el proyecto de energía renovable.</p>	<p>El Proyecto, se encuentra dentro del marco de la Ley, al generar electricidad a partir de fuentes renovables mediante la utilización del viento. Con ello se reduce la dependencia de México hacia los hidrocarburos como fuente primaria de energía, ya que hoy en día un 90% de la energía que se consume proviene de recursos naturales no renovables. En este sentido con la ejecución del proyecto eólico Ecowind promueve el desarrollo social en la comunidad, mediante el pago a los propietarios de los predios donde se pretende instalar el proyecto, por el arrendamiento de sus predios.</p>

En este sentido se considera que el Proyecto, es congruente con los objetivos establecidos en el presente reglamento y su ley dado lo siguiente:

- Favorece la seguridad energética del país, al diversificar las fuentes de energía para la generación eléctrica;
- Se fomenta en el desarrollo social de las comunidades donde se utilizan o se llevan a cabo los proyectos; impulsando el desarrollo regional, industrial y tecnológico, así como la creación de empleos;
- Disminución de impactos ambientales causados por el uso de combustibles de origen fósil;
- Contribuye a la sustentabilidad ambiental mediante el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y tecnologías limpias;
- Favorece la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, en la generación de electricidad, mediante el uso de Energías renovables;

Se considera que los objetivos y alcances establecidos en las diferentes etapas del Proyecto son congruentes con la Legislación Estatal en materia ambiental. Dada la naturaleza del proyecto, se concluye que se tiene contemplado cumplir con las especificaciones indicadas en las Leyes y Reglamentos mencionados y las Normas Oficiales aplicables, en las diferentes etapas del Proyecto, ya que es un compromiso de la empresa ECOWIND cumplir con lo establecido en los diferentes instrumentos normativos aplicables.

III.2.10 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Con relación a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's), se revisó la normatividad aplicable al proyecto y se elaboró la lista de NOM's que aplican en las diferentes etapas del proyecto y su vinculación.

En el Cuadro 33 se presenta un análisis de la manera en que el proyecto cumple con las Normas Oficiales Mexicanas.

Cuadro 33. Vinculación del Proyecto con la normatividad aplicable a su desarrollo.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO		
<p>NOM-045-SEMARNAT-2006.</p>	<p>Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación, que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.</p>	<p>Debido a que durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se usarán vehículos que emplearán el uso de diesel como combustible, deberán contar con su verificación vehicular que corresponda de acuerdo al año, modelo de la unidad y su peso bruto vehicular. En caso de que en la región no exista Programa de Verificación Vehicular, se aplicará un programa de mantenimiento preventivo y en su caso acciones correctivas de vehículos con el fin de mantener un nivel de emisiones dentro de los límites permisibles conforme a las tablas 1 y 2 de la presente norma.</p>
<p>NOM-050-SEMARNAT-1993</p>	<p>Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.</p>	<p>Se contempla la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo y en su caso acciones correctivas del parque vehicular con motores de diesel, a fin de evitar la emisión de humos por encima de los niveles máximos permisibles estipulados en esta norma.</p>
<p>NOM-052-SEMARNAT-2005.</p>	<p>Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p>	<p>Debido a que durante las etapas de preparación del sitio y construcción se generarán residuos peligrosos; se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos donde se depositarán de manera temporal en tambos etiquetados aceites gastados, estopas impregnadas con grasas y aceites, pinturas, sobrantes de soldadura, etc. El almacén temporal será construido con base en lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos; se contratará</p>

VINCULACIÓN DEL PROYECTO										
		<p>una empresa especializada y autorizada para su recolección, traslado y disposición final en un sitio de confinamiento autorizado.</p> <p>Todos los residuos peligrosos serán transportados a sus sitios de depósito definitivo en vehículos que cumplan con los requisitos establecidos por la normatividad aplicable.</p>								
NOM-054-SEMARNAT-1993	<p>Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.</p>	<p>A fin de evitar reacciones violentas y negativas que puedan provocar efectos dañinos en el medio ambiente por la mezcla de dos o más residuos peligrosos, y a fin de evitar alguna contingencia ambiental el almacén temporal de residuos peligrosos se cumplirán con las disposiciones contenidas en el Artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos. Posteriormente se contratará a una empresa especializada y autorizada para su recolección, traslado y disposición final en un sitio de confinamiento autorizado.</p>								
NOM-059-SEMARNAT-2010	<p>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.</p>	<p>Durante los recorridos se registraron especies que se encuentran dentro de alguna categoría de protección, por lo cual, se dará atención especial para que todas las obras y acciones durante las diferentes etapas del proyecto eviten afectar a sus poblaciones.</p>								
NOM-080-SEMARNAT-1994	<p>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.</p>	<p>Se considera que en las distintas etapas del proyecto en las que se generen emisiones de ruido, no serán superiores a los límites máximos permisibles enlistados en la Tabla 1 de la NOM y que a continuación se presenta:</p> <table border="1" data-bbox="824 1213 1393 1444"> <thead> <tr> <th>PESO BRUTO VEHICULAR (KG)</th> <th>LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB (A)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hasta 3,000</td> <td>86</td> </tr> <tr> <td>Más de 3,000 y hasta 10,000</td> <td>92</td> </tr> <tr> <td>Más de 10,000</td> <td>99</td> </tr> </tbody> </table> <p>Con base en los límites máximos permitidos, se infiere que no rebasarán el límite permitido con lo cual se atiende a los requerimientos de la presente norma.</p>	PESO BRUTO VEHICULAR (KG)	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB (A)	Hasta 3,000	86	Más de 3,000 y hasta 10,000	92	Más de 10,000	99
PESO BRUTO VEHICULAR (KG)	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB (A)									
Hasta 3,000	86									
Más de 3,000 y hasta 10,000	92									
Más de 10,000	99									
NOM-081-SEMARNAT-1994	<p>Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</p>	<p>En la etapa de operación, los equipos existentes que pueden producir ruido son los aerogeneradores sin embargo, sus niveles son muy bajos de acuerdo a la presente norma; ya que por la ubicación de éstos y la separación que existirá entre ellos, se considera que no ocasionarán niveles de ruido superiores a los 68-85 dB en el perímetro del proyecto, lo cual se verificará mediante el monitoreo de la central, (ver capítulo VI Medidas de mitigación del presente informe).</p>								

VINCULACIÓN DEL PROYECTO		
NOM-011-STPS-2001	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	Se deberá observar que los trabajadores expuestos a ruido durante el ejercicio de sus labores no se expongan a ruidos intensos por periodos mayores de 8 horas conforme a la tabla A.1 del Apéndice A de ésta norma. Considerando que el proyecto operará en forma continua 24 horas los 365 días del año, se contará con personal necesario para trabajar 3 turnos de 8 horas con el fin de evitar exposiciones que rebasen lo permitido en la presente norma.
NOM-017-STPS-2008.	Equipo de protección personal - selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	Durante la preparación, construcción y operación del Proyecto se proveerá del equipo de protección personal con el fin de evitar accidentes y enfermedades que pudieran ser causados por agentes o factores generados durante la realización de sus actividades de trabajo.
NOM-002-SCT/2003	Listado de sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.	Para las sustancias y materiales peligrosos que se generarán durante las distintas etapas del proyecto se construirá un almacén temporal para ser depositados y se contratará una empresa especializada y autorizada que cumpla con las disposiciones legales para su transporte y método de envase y embalaje para su recolección, traslado y disposición final en un sitio de confinamiento autorizado.

III.2.10.1 Normas en materia de Seguridad e Higiene:

NORMA OFICIAL MEXICANA	OBJETIVO
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo – Condiciones de Seguridad.
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad – Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
NOM-004-STPS-1999	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
NOM-019-STPS-2011	Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene.
NIOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos condiciones en tuberías.
NOM-027-STPS-2008	Actividades de soldadura y corte – Condiciones de seguridad e higiene.
NOM-029-STPS-2011	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad.

Discusión y Conclusión

Después de realizar un análisis de los planes y programas de desarrollo así como de los ordenamientos legales aplicables al Proyecto, se concluye que el proyecto corresponde a un área de actividad económica de carácter estratégico el cual no contraviene a las políticas contenidas en los planes y programas de desarrollo a nivel Federal, Estatal y Municipal; ya que la generación de energía eléctrica mediante el uso de fuentes renovables de energía y tecnologías bajas en intensidad de carbono como la eólica, se encuentran contemplados dentro de las estrategias de desarrollo en los diferentes planes y programas que fueron analizados.

Por otro lado el establecimiento de parques eólicos requieren de una gran cantidad de mano de obra, representando una fuente de trabajo importante para las comunidades contribuyendo al crecimiento económico de la zona mediante la generación de ingresos permanentes para los ejidatarios dueños de los predios que ocupará el proyecto por el arrendamiento de sus tierras, sin contravenir a sus actividades productivas. Además se generarán fuentes de empleo a nivel regional representando nuevas oportunidades de desarrollo, traduciéndose en una mejor calidad de vida para los habitantes de la zona.

El Proyecto es congruente con la legislación y la política de desarrollo sustentable ya que se utilizará la energía del viento para la generación de energía eléctrica utilizando energía eólica que es técnica, económica, ambiental y socialmente viable. Con ello se contribuye a la diversificación de tecnologías y fuentes primarias. Además contribuirá a satisfacer la demanda de energía eléctrica a corto plazo y a disminuir el aumento de emisiones de GEI al remplazar a los combustibles fósiles, con energías renovables, reduciendo la presión y contaminación sobre los recursos naturales, como la causada por combustibles fósiles; reduciendo el impacto ambiental; aumentando el valor agregado de las actividades económicas.

La alarmante reducción de superficie cubierta por manglar en nuestro país ha motivado que se prohíba el desmonte de áreas cubiertas por este tipo de vegetación; sin embargo, no se ha integrado suficientemente esta política pública de conservación (y su importantes prestación de servicios ambientales) con las políticas de desarrollo de Proyectos Estratégicos para el país, como es el caso de el desarrollo de proyectos para la generación de energía a través de fuentes renovables. Esta situación lleva a una aparente contraposición entre las políticas de conservación con las políticas públicas de desarrollo del país. Así pues, en caso de no llevarse a cabo el Proyecto Eólico EcoWind, se verían afectados diversos planes y programas.

En cuanto a las zonas de manglar existentes en el área de influencia del proyecto, es importante resaltar que las obras y actividades del proyecto se apegarán en todo a lo establecido en la NOM-022-SEMARNAT-2003, ya que como se observó en la *Figura 16*, dentro del área de influencia se creó una zona de restricción ambiental, respetando la vegetación de mangle, considerando que no habrá desmonte. En segunda instancia no habrá afectación al flujo hidrológico del mangle, en virtud de que las obras y actividades del proyecto serán fuera de la zona de restricción ambiental, en superficie predominantemente agrícola. Aunado a esto, únicamente se desarrollarán obras y actividades del proyecto a una distancia de más de 100 metros del límite de la comunidad de manglar, tal y como lo marca la NOM-022, por lo que no se afectará a la comunidad de manglar ni a los flujos hídricos que los alimentan.

En relación a las Áreas destinadas voluntariamente a la conservación como se menciona en el programa de manejo que... el establecimiento de parques eólicos requieren de una gran cantidad de mano de obra, representando una fuente de trabajo importante para las comunidades constituyendo ventajas como contribuir al crecimiento económico de la zona mediante la generación de ingresos permanentes para los ejidatarios dueños de los predios que ocupará el proyecto, por el arrendamiento de sus tierras, sin contravenir a sus actividades productivas. Se generarán fuentes de empleo a nivel regional representando nuevas oportunidades de desarrollo, traduciéndose en una mejor calidad de vida para los habitantes de la zona.

En este sentido se infiere que el Proyecto es congruente con las disposiciones en materia de áreas naturales protegidas ya que como lo señala la ley las actividades que se realicen en las zonas de amortiguamiento deberán contribuir al desarrollo sustentable.

Por otro lado el predio no se encuentra inmerso dentro de un ordenamiento ecológico, ni un AICA para la zona, por lo que no afectará áreas de alto valor escénico. Se considera que el proyecto es congruente con las políticas ambientales expuestas en los instrumentos analizados.

El Proyecto, es una opción para generar energía eléctrica en la región del Istmo de Tehuantepec, ya que no usa combustibles fósiles como el combustóleo, carbón o gas natural, ni es de alto riesgo, como el uso de minerales radiactivos. Por otro lado, las centrales eólicas ocupan un porcentaje mínimo del total del área que se dispone, en la que se distribuyen los aerogeneradores, permitiendo en este caso, preservar las áreas con cobertura vegetal y continuar con las actividades agropecuarias que actualmente se desarrollan en el predio donde se ubicará el Proyecto, por lo que se considera que no se modifica la vocación actual del suelo.

Este tipo de proyectos de generación de energías renovables, se inscriben en el Programa Nacional de Infraestructura por lo que la ejecución del Proyecto contribuirá a cumplir una de las metas planteadas en dicho programa, la de lograr para el año 2012 que las fuentes renovables representen el 25% de la capacidad efectiva de generación. Así mismo el proyecto es congruente con los objetivos, acciones y metas contenidas en el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables.

Considerando que dicho Proyecto empleará como fuente primaria de energía el viento, este proyecto es candidato para formar parte de los mecanismos flexibles del Protocolo de Kyoto, debido a los beneficios que aportará al medio ambiente y al desarrollo sustentable, y por el impulso que dará al desarrollo en la explotación de los recursos renovables, haciendo uso de tecnologías limpias; sustituyendo la generación de energía a base de combustibles fósiles, por energía eólica, con lo cual contribuirá a evitar emisiones de gases de combustión como CO, CO₂, NO_x, SO_x y partículas suspendidas, evitar el uso de volúmenes de agua de repuesto, dado que el diseño de este proyecto no requiere ciclos de vapor y de enfriamiento, minimizar descarga de aguas residuales y minimizar la generación de residuos peligrosos, inherentes a las centrales termoeléctricas convencionales. Por otro lado no se tendrán fuentes generadoras de vibraciones, radiactividad, contaminación térmica o luminosa.

Por lo anterior la inserción del Proyecto trae consigo ventajas por su compatibilidad con el medio ambiente, ya que con este tipo de proyectos se contribuye a la seguridad energética y a la diversificación de fuentes primarias. De esta manera se reduce el impacto ambiental al disminuir la dependencia de combustibles fósiles en la producción de electricidad, evitando la emisión de aproximadamente 202 475 toneladas anuales aproximadamente de CO₂ a la atmósfera que es lo que generaría una Central eléctrica convencional. Entre otras ventajas en el ámbito socioeconómico el proyecto traerá consigo la generación de fuentes de empleo e ingresos adicionales para los ejidatarios dueños de los predios donde se instalará la central, por el arrendamiento de sus tierras redundando en una mejor calidad de vida para los habitantes de la comunidad.

Con la ejecución del Proyecto permitirá avanzar hacia el cumplimiento de los compromisos internacionales que México ha adquirido en materia de energías renovables en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) y su Protocolo de Kyoto, así como en el marco de la Conferencia Internacional de Energías Renovables de Bonn 2004, al emplear energías renovables para la generación de energía eléctrica mediante la

tecnología eólica. Considerando que el Proyecto contará con una capacidad total de generación de energía aproximada de 100 MW, contribuirá en aproximadamente un 2,52% al cumplimiento del objetivo adquirido den Bonn de lograr en 2014 un total de 4 000 MW instalados en la zona. Al mismo tiempo coadyuvará en un 4,04% a cumplir con la meta de la presente administración de contar en el año 2012 con 2, 500 MW de capacidad instalada en el Istmo de Tehuantepec.

Finalmente, es importante destacar que de conformidad con el Artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y Artículo 12 del Reglamento de esta Ley en materia de impacto ambiental; se tiene contemplada la aplicación de medidas de mitigación para atenuar los impactos ambientales ocasionados por la inserción del Proyecto, que podrían resultar por las diferentes actividades realizadas durante la construcción, operación y mantenimiento.

ESTA HOJA FUE
DEJADA
EN BLANCO
INTENCIONALMENTE

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

El presente Capítulo está enfocado a presentar una caracterización del medio en sus elementos físico, biótico, social, económico y cultural, describiendo y analizando, de manera integral, los componentes a nivel de Sistema Ambiental Regional (SAR), para llevar a cabo una correcta identificación de sus condiciones ambientales así como de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro, que registra el SAR, lo cual nos permita determinar la calidad ambiental de este, con el objetivo de dar cumplimiento a lo dispuesto en la Fracción IV del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual establece que las Manifestaciones de Impacto Ambiental modalidad Regional deberán contener la información siguiente: Descripción del Sistema Ambiental Regional y Señalamiento de Tendencias del Desarrollo y Deterioro de la Región.

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

En el presente Capítulo se desarrolla la delimitación y caracterización del SAR, en el cual se instalará el Proyecto, obra de generación de energía eléctrica. La delimitación y caracterización se llevó a cabo considerando elementos como diversidad, distribución, amplitud y nivel de alteración de los componentes paisajísticos y analizando a detalle los componentes ambientales relevantes, los cuales debido a su ubicación tengan interacción con el proyecto en cualquiera de sus etapas de ejecución.

A continuación se describe la delimitación y justificación del sistema ambiental regional analizado para el presente estudio.

IV.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Proyecto, con todas sus obras asociadas, se ubicará en el Municipio de Juchitán de Zaragoza, en el estado de Oaxaca y cuyo predio se encuentra dividido en tres partes, la parte norte se divide por la carretera estatal, y la parte sur está dividida por un canal de riego. Las coordenadas geográficas del centro de la parte norte del predio son 94°54'3.99" longitud oeste y 16°28'4.596" latitud norte, para la parte sureste del predio las coordenadas geográficas del centro son 94°53'34.80" longitud oeste y 16°26'44.89" latitud norte y para la parte suroeste del predio las coordenadas geográficas del centro son 94°54'43.88" longitud oeste y 16°26'41.85" latitud norte (*Anexo I.1*).

IV.1.2 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SAR.

Para la delimitación del SAR existen diversos criterios y metodologías como son:

- Por zonificaciones de instrumentos de política ambiental (e. gr. Unidades de Gestión Ambiental, Áreas Naturales Protegidas, entre otros) definidas en el Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado, programas regionales o estudios realizados en el lugar donde se instalará el Proyecto.
- Por los límites establecidos por los usos de suelo existentes y avance de fronteras de perturbación antrópica.
- Por el comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas, subcuencas y microcuencas.
- Por el alcance del efecto de un impacto ambiental significativo o relevante.
- Por ecosistemas homogéneos

La delimitación del SAR tiene como objeto definir un espacio finito concordante con la dimensión del Proyecto que se valora. Para el Proyecto se realizó considerando su naturaleza, su dimensión, el sitio donde se ubicará, así como sus posibles interacciones con los procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos. Utilizando como método base el Sistema de Información Geográfica (SIG) con el software ArcGIS versión 9.3, proyección WGS84, zona UTM 15N, imagen de satélite SPOT 2011 e imágenes de satélite Landsat ETM 2015, así como el conjunto de datos vectoriales del Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI) correspondientes a información como hidrología, vías de comunicación, localidades, etc.

La evaluación para la delimitación del SAR se realizó mediante el proceso de sobreposición de imagen satelital sobre vectores en el SIG y cuyo proceso se realizó de manera analítica y gráfica considerando los criterios más relevantes, este proceso se muestra a continuación:

- I. Se verificó si existe un **Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Oaxaca** para utilizar las Unidades de Gestión Ambiental, y se corroboró que no se cuenta con dicho ordenamiento por lo cual no fue posible utilizar este criterio para la delimitación del SAR.
- II. Se buscó información de estudios realizados para el estado de Oaxaca en los cuales se haya establecido alguna **zonificación** como instrumento de política ambiental y se corroboró la no existencia de este tipo de instrumentos.
- III. Posteriormente se analizó la ubicación del proyecto respecto a la ubicación de alguna Región Terrestre Prioritaria definida por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), para determinar si esta delimitación es compatible con el alcance de las obras, en sentido espacial, y de esta manera poder tomar esta zonificación como criterio para delimitar el SAR.. Al sobreponer la información vectorial de las Regiones Terrestres Prioritarias con el polígono del Proyecto se observa que son tres las regiones prioritarias las cuales se encuentran retiradas. En la siguiente tabla se muestran las distancias aproximadas respecto al centro del Proyecto.

Como se puede observar en el *Cuadro 34* y la *Figura 17*, estas se encuentran muy retiradas del proyecto y no tienen interacción con éste, por lo tanto no es útil este criterio para llevar a cabo la delimitación del SAR.

Cuadro 34. Distancia de las RTP en relación al Proyecto

REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS	DISTANCIA APROXIMADA DEL DENTRO DEL PROYECTO
Sierras del norte de Oaxaca-Mix	33 km de distancia aproximadamente
Selva Zoque-La Sepultura	39 km aproximadamente
Sierra sur y costa de Oaxaca	42.5 km de distancia aproximadamente

- IV. Se prosiguió a analizar la sobreposición de los datos vectoriales de la ubicación del Proyecto con los datos vectoriales de las **Áreas para la Conservación de las Aves (AICA)**, estas áreas también fueron delimitadas por la CONABIO, esta sobreposición es con objeto de determinar si está zonificación es de utilidad para delimitar el SAR. Al llevar a cabo el análisis se observó que el AICA más cercana es el AICA-SE-11- Selva Zoque (Chimalapas-Ocote-Uxpanapa) la cual se encuentra a una distancia aproximada de 45 km del centro del proyecto, dada esta distancia las obras del proyecto no tendrán interacción con esta, por lo que no es útil como criterio de delimitación ya que el Proyecto no interactúa con esta (*Figura 18*).

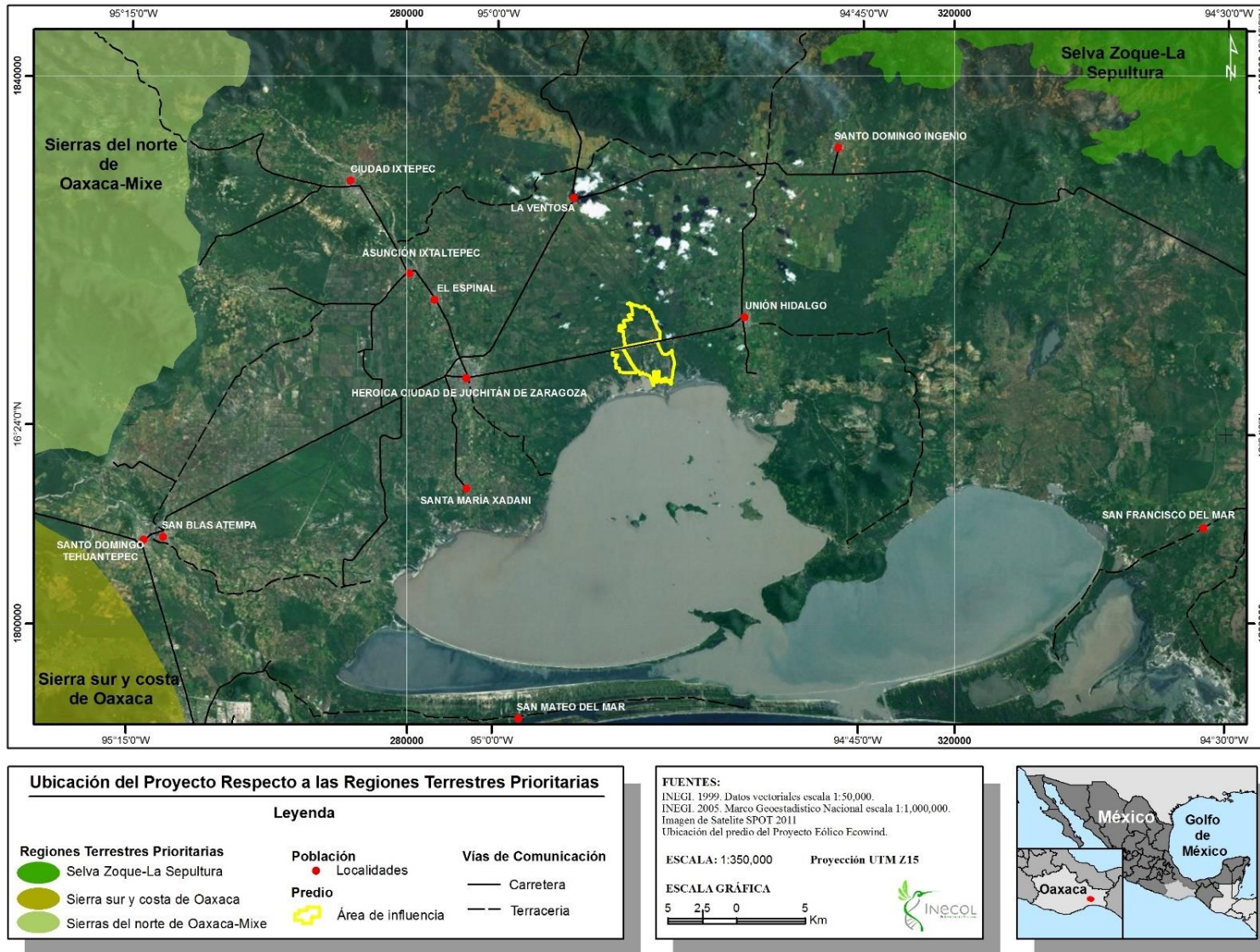


Figura 17. Ubicación del Proyecto Eólico Ecowind respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias definidas por CONABIO.

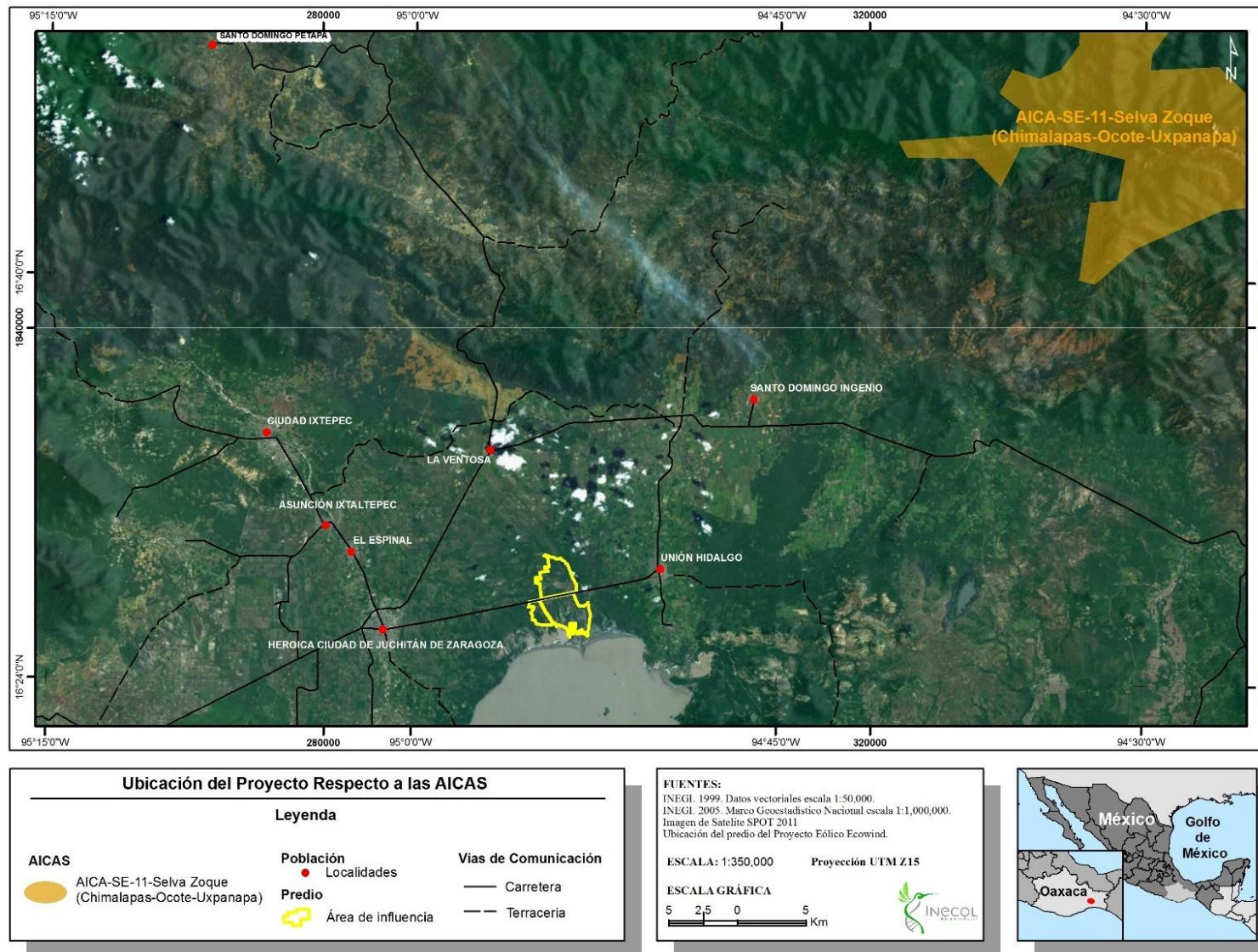


Figura 18. Ubicación del Proyecto Eólico Ecowind respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

- V.** Como siguiente paso se analizó la ubicación del Proyecto respecto a posibles Áreas Naturales Protegidas, de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), que tuvieran alguna interacción con el proyecto. Al llevar a cabo la sobreposición de los datos vectoriales se observó que al norte del predio se encuentran tres Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC), que están reconocidas en la LGEEPA como ANP: Zona de Uso Común Cerro del Chilar a una distancia aproximada de 19.2 km del centro del predio, Zona de Uso Común en Ojo de Agua del Cerro Tolistoque a una distancia aproximada de 13.5 km al centro del predio del proyecto y Zona 1 y 2 del Área de Uso Común, a una distancia aproximada de 15 km la Zona 1 y 11.5 km la Zona 2 con respecto al centro del predio del proyecto, la Zona de Uso Común en Cerro Bandera ubicada a una distancia aproximada de 18.5 km del centro del predio y la Zona de Uso Común Río Verde del Cerro de Tolistoque ubicada a 20 km aproximadamente del centro del predio. Se considera que están ubicadas a una gran distancia del polígono del proyecto y no hay una transferencia de flujos de materia y energía del Proyecto con estas, por lo que este se descarta como factor a considerar para la delimitación del SAR (*Figura 19*).
- VI.** Posteriormente se analizó la ubicación del Proyecto respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias de la CONAGUA, observando que la más cercana es la Región Golfo de México, a una distancia de 25 km aproximadamente del centro del predio, debido a que está muy retirada del predio, se considera que no tendrán interacción las obras con dicha Región por lo que se descarta como un criterio para la delimitación del SAR (*Figura 20*).
- VII.** Se prosiguió a evaluar la sobreposición del Proyecto con la capa de Cuencas hidrológicas (CONAGUA) para determinar si este criterio podría ser de utilidad para poder tomar la zonificación que esta establece como criterio para delimitar el SAR. La Cuenca hidrológica en la cual se encuentra ubicado el proyecto es la Cuenca de la Laguna Superior e Inferior, la cual, al llevar a cabo el análisis de la sobreposición del Proyecto con la cuenca en el SIG, se concluye que es muy extensa para los alcances del Proyecto, por lo tanto no es un criterio útil para delimitar el SAR (*Figura 21*).
- VIII.** Posteriormente se procedió a analizar la ubicación del Proyecto respecto a las Subcuencas Hidrológicas (CONAGUA) y al sobreponer las capas vectoriales del polígono del proyecto y de las subcuencas se observó que el proyecto se encuentra inmerso en la subcuenca Espíritu Santo, al observar en el SIG esta sobreposición, se llegó a la conclusión que también es extensa para el alcance del Proyecto, por lo que se determinó que no es un criterio útil para la delimitación del SAR (*Figura 22*).

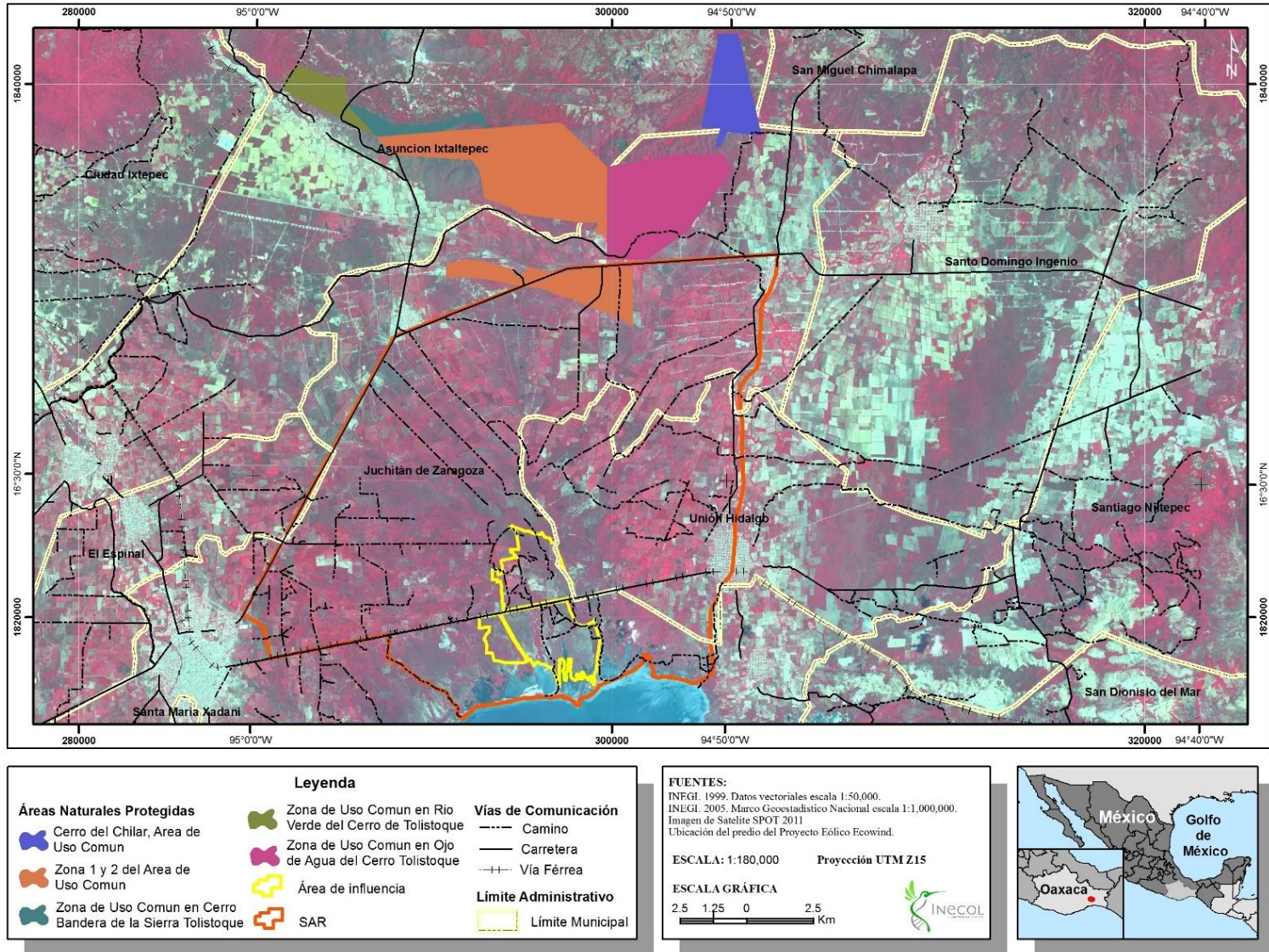


Figura 19. Ubicación del Proyecto Eólico Ecowind respecto a las Áreas Naturales Protegidas.

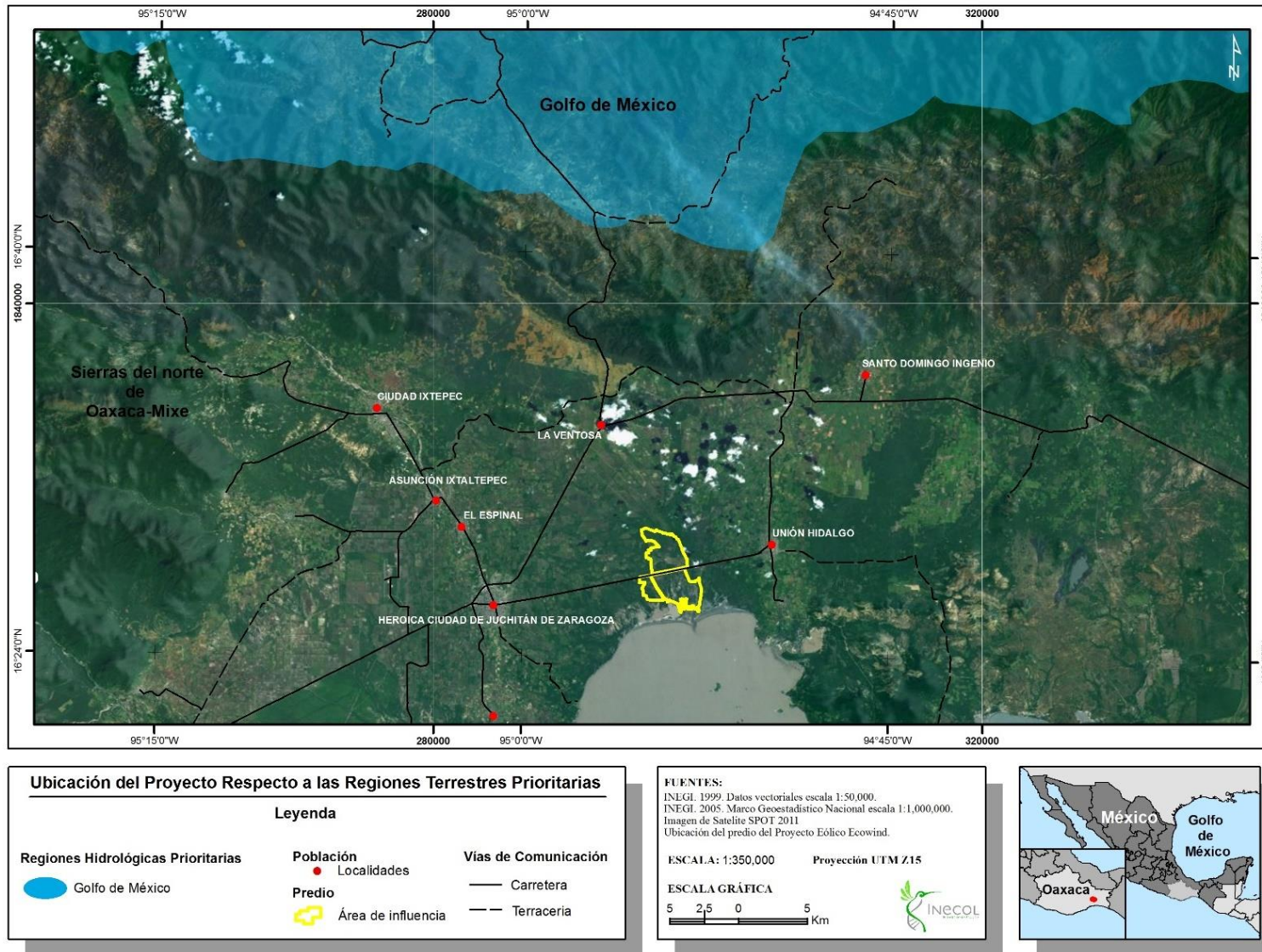


Figura 20. Ubicación del Proyecto Eólico Ecowind respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

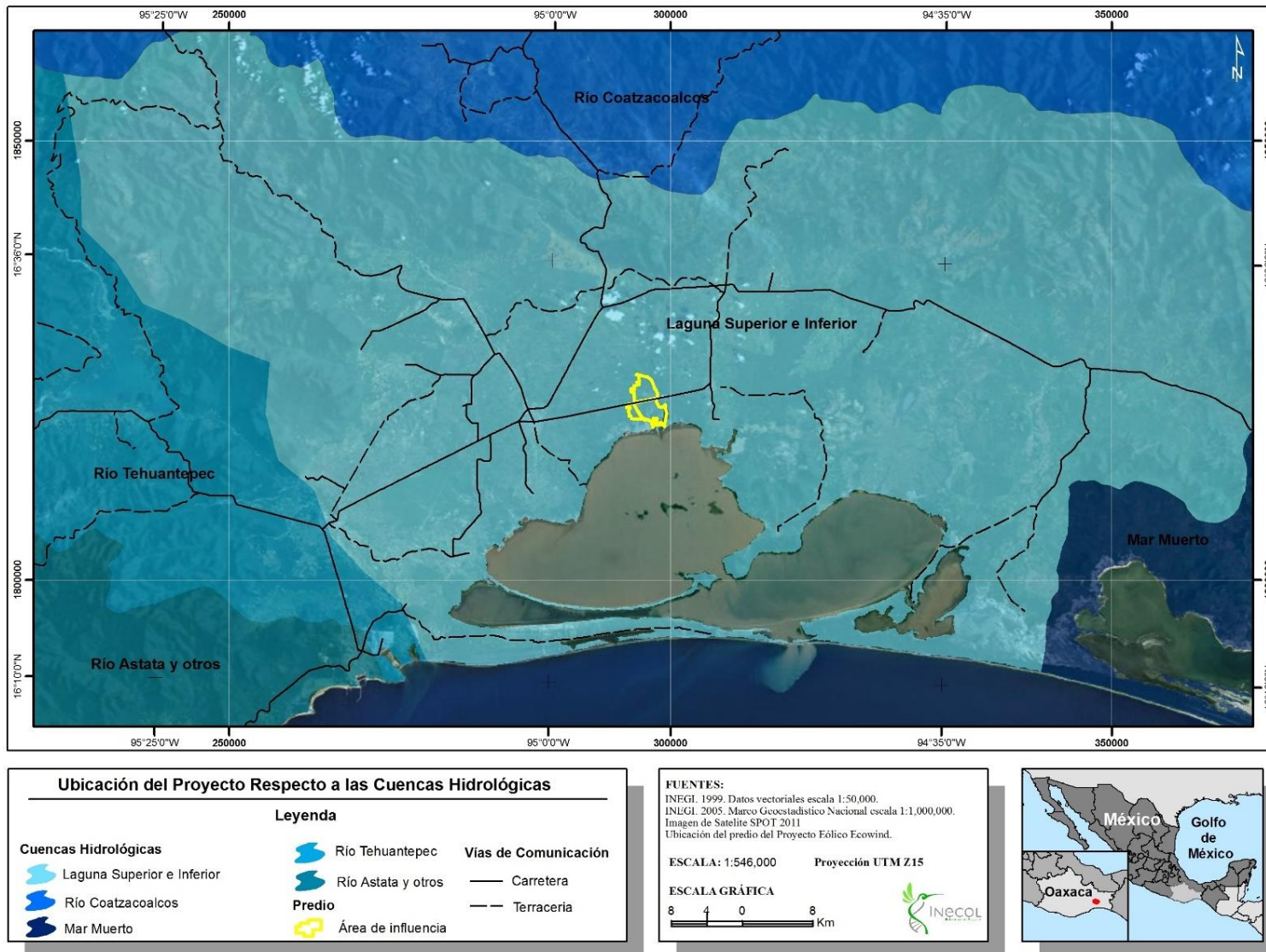


Figura 21. Ubicación del Proyecto Eólico Ecowind respecto a las Cuencas Hidrológicas.

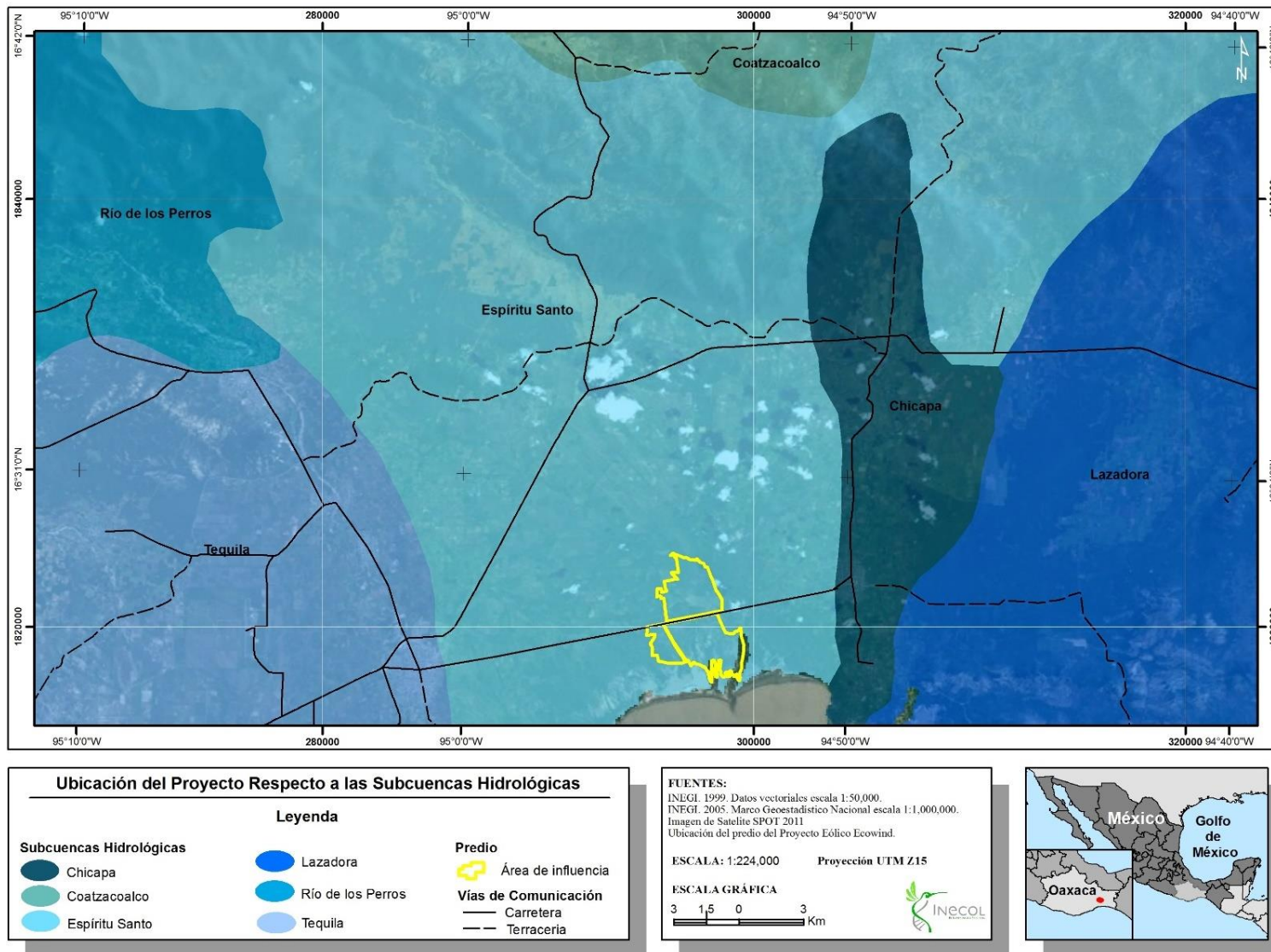


Figura 22. Ubicación del Proyecto Eólico EcoWind respecto a las Subcuencas Hidrológicas.

- IX.** Descartados los criterios anteriores, se procedió a elaborar microcuencas para evaluar la ubicación del Proyecto respecto a estas. Para elaborar las microcuencas se empleó el Software ArcMap 9.3 con la extensión Watershed Delineation Tools, se requirió de un Modelo Digital de Elevación, el cual fue obtenido del INEGI, del Continuo de Elevaciones Mexicano versión 2.0 escala 1:50,000 a 30m por píxel. La extensión Watershed Delineation se agregó dentro de ArcToolbox y se utilizó la subherramienta Watershed Delineation, con la cual se alimenta al programa, en primer lugar el MDE y se asignan nombres de archivo a todas las capas raster que se generan en el proceso de la elaboración de las cuencas tales como: watershed (cuencas), stream (corrientes de agua), flow direction (dirección del flujo de agua) y flow accumulation (acumulación del flujo del agua). Se definieron y generaron diversos tamaños de cuencas y se compararon entre sí los resultados, siendo elegido el tamaño de 1000 celdas por ser el que representaba con mayor detalle y sin errores la hidrología generada (*Figura 23*).
- X.** Como se puede observar en la *Figura 23*, esta delimitación de microcuencas establece una barrera en la parte este del predio al hacer la unión de las microcuencas M10 y M11, en la parte norte se establece un límite con el parteaguas, sin embargo este límite se encuentra a una distancia considerable del polígono del Proyecto y de utilizar éste como criterio para delimitar el SAR, quedaría un área muy extensa para el alcance de las obras del Proyecto, por lo tanto se procedió a hacer un análisis de sobreposición de otros componentes como vías de comunicación, carreteras federales y caminos ejidales, cuerpos y cauces de agua, los cuales funcionen como una barrera física que nos permite considerarlos como criterios para delimitar el SAR, ya que se ve interrumpida la continuidad de las unidades ambientales debido a dichos rasgos.
- XI.** Del análisis de sobreposición realizado se llegó a la siguiente delimitación del SAR del Proyecto. La parte noreste del predio del proyecto se encuentra delimitada por la Super Carretera Arriaga – Salina Cruz del punto 1 al punto 2, del punto 2 al punto 3 por un camino ejidal, del punto 3 al punto 4 se encuentra delimitado por la carretera estatal Juchitán de Zaragoza – Unión Hidalgo, del punto 4 al punto 5 se encuentra delimitado por el parque eólico de Bií Hioxo (Gas Natural), del punto 5 al punto 6 esta delimitado por el límite de la Laguna Superior, y finalmente del punto 6 al punto 1 se encuentra delimitado por la unión de las microcuencas M10 y M11. Cabe mencionar que se consideran a las centrales eólicas ubicadas en los alrededores de la ubicación del Proyecto, como un criterio para delimitar el SAR debido a la sinergia que, se infiere, se genera entre éstas con el establecimiento del Proyecto (*Figura 24*).

Como resultado del procedimiento descrito anteriormente, el Sistema Ambiental Regional para el Proyecto queda delimitado por los factores mencionados, obteniendo un polígono irregular con una superficie de **23 303.42 ha**.

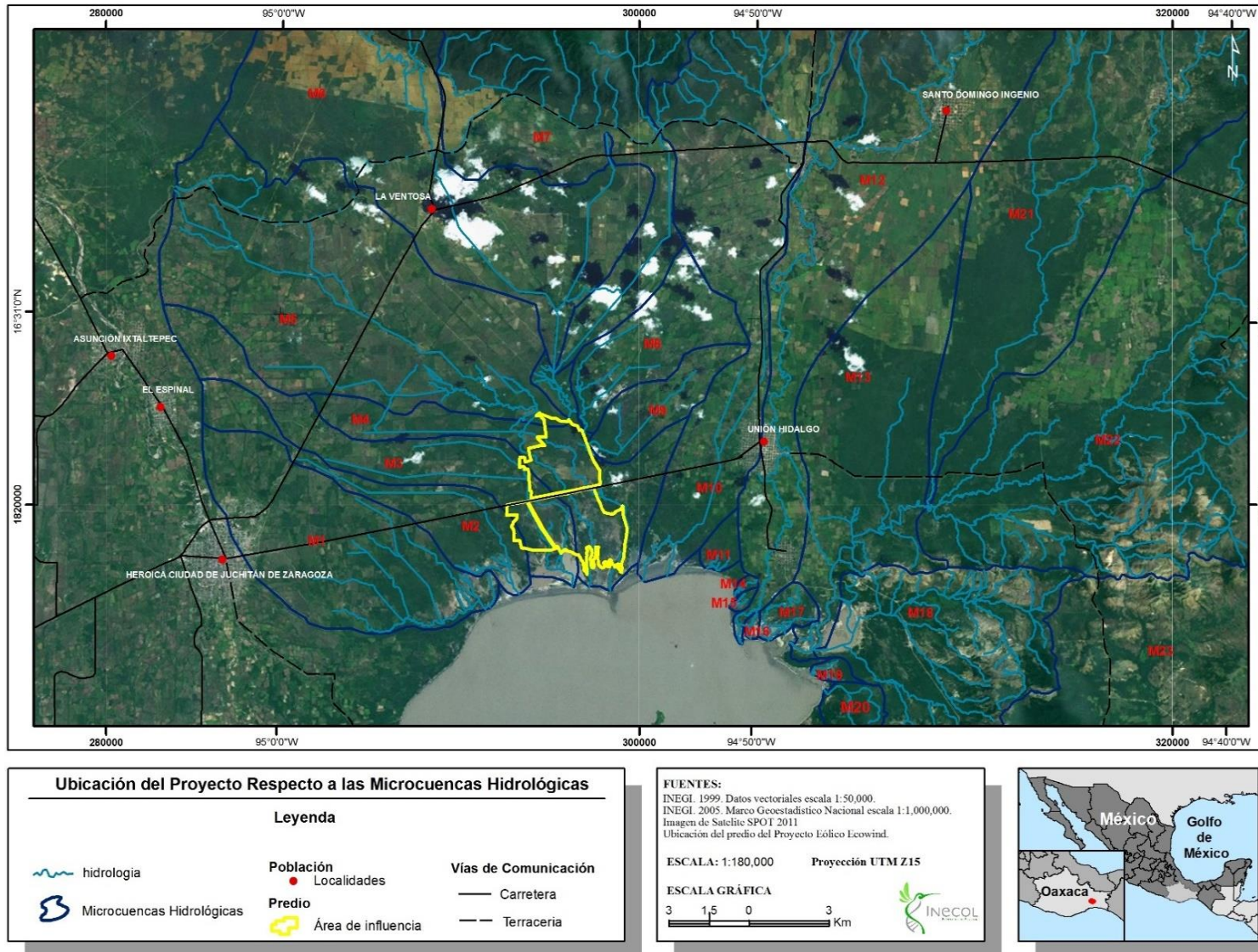


Figura 23. Microcuencas para la delimitación del Sistema Ambiental Regional para el Proyecto Eólico EcoWind.

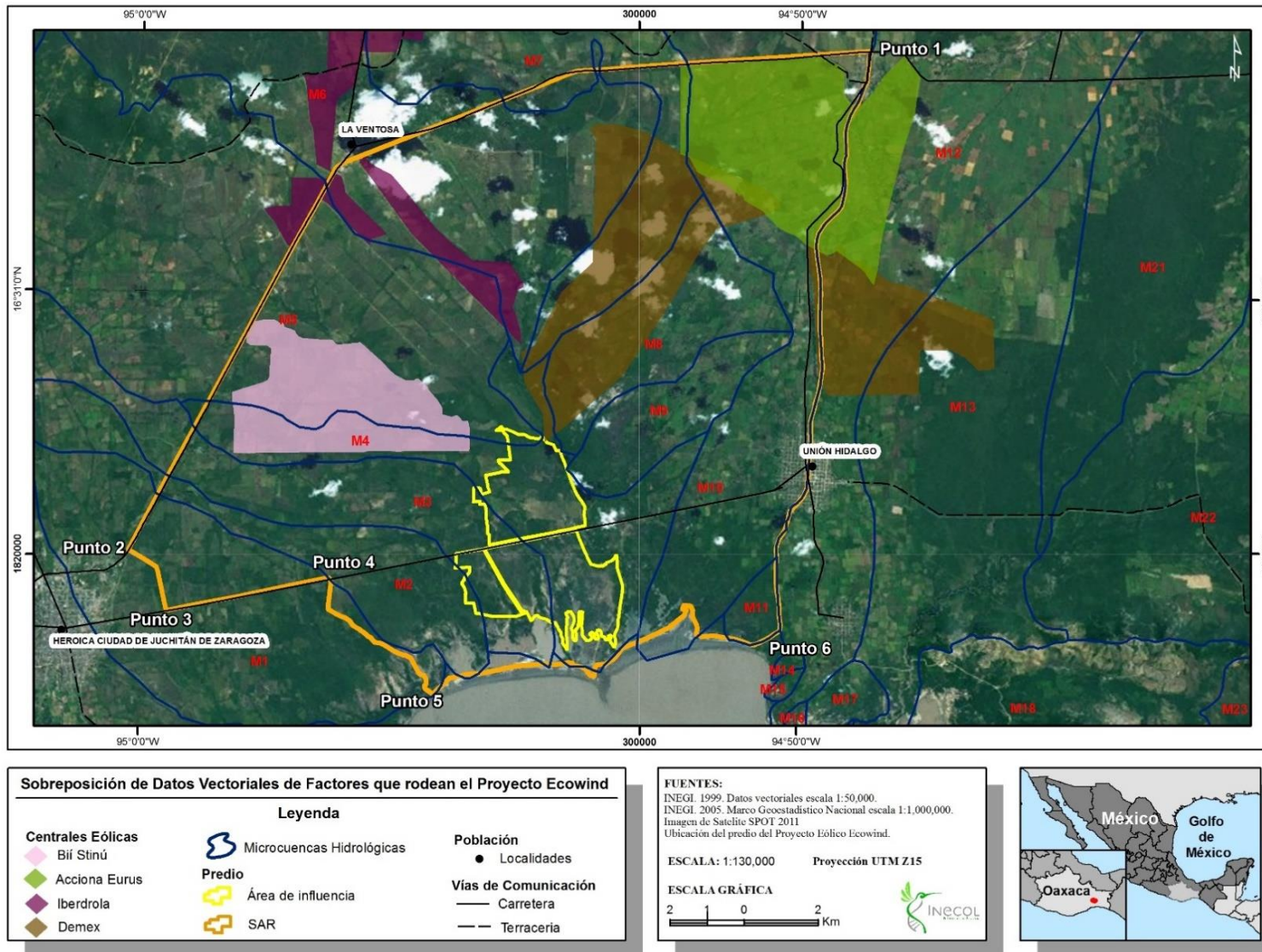


Figura 24. Delimitación del Sistema Ambiental Regional del Proyecto Eólico EcoWind.

IV.1.3 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO EÓLICO ECOWIND

Para la delimitación del área de influencia del Proyecto se consideró el criterio de análisis de áreas de influencia directa e indirecta tomando en cuenta los límites geográficos del Proyecto, así como su dimensión y obras que incluyen la instalación de 50 aerogeneradores (zapatas, plataformas de maniobras y equipos), tres torres anemométricas, caminos interiores, cunetas, buses, cuarto de control, subestación eléctrica, oficinas de operación, fosa séptica y almacenes. Estas obras se describen en el Capítulo II de la presente Manifestación de Impacto Ambiental. Al llevar a cabo el análisis de la sobreposición de capas del predio del Proyecto, de las obras que este implica, y del SAR, se prevé que los impactos que se generarán por la ejecución del Proyecto sean puntuales y no tengan un alcance mayor fuera del polígono de proyecto, sin embargo en el capítulo siguiente (V) se realiza el análisis de los impactos acumulativos y sinérgicos para evaluar su posible alcance espacial y efecto en el tiempo. Por lo tanto se considera como área de influencia directa al predio del Proyecto. Dado lo anterior, el área de influencia *queda delimitada por el polígono del Proyecto Eólico Ecowind*, la cual está conformada por una superficie de 1,293.11 hectáreas ha y se muestra en la *Figura 25*.

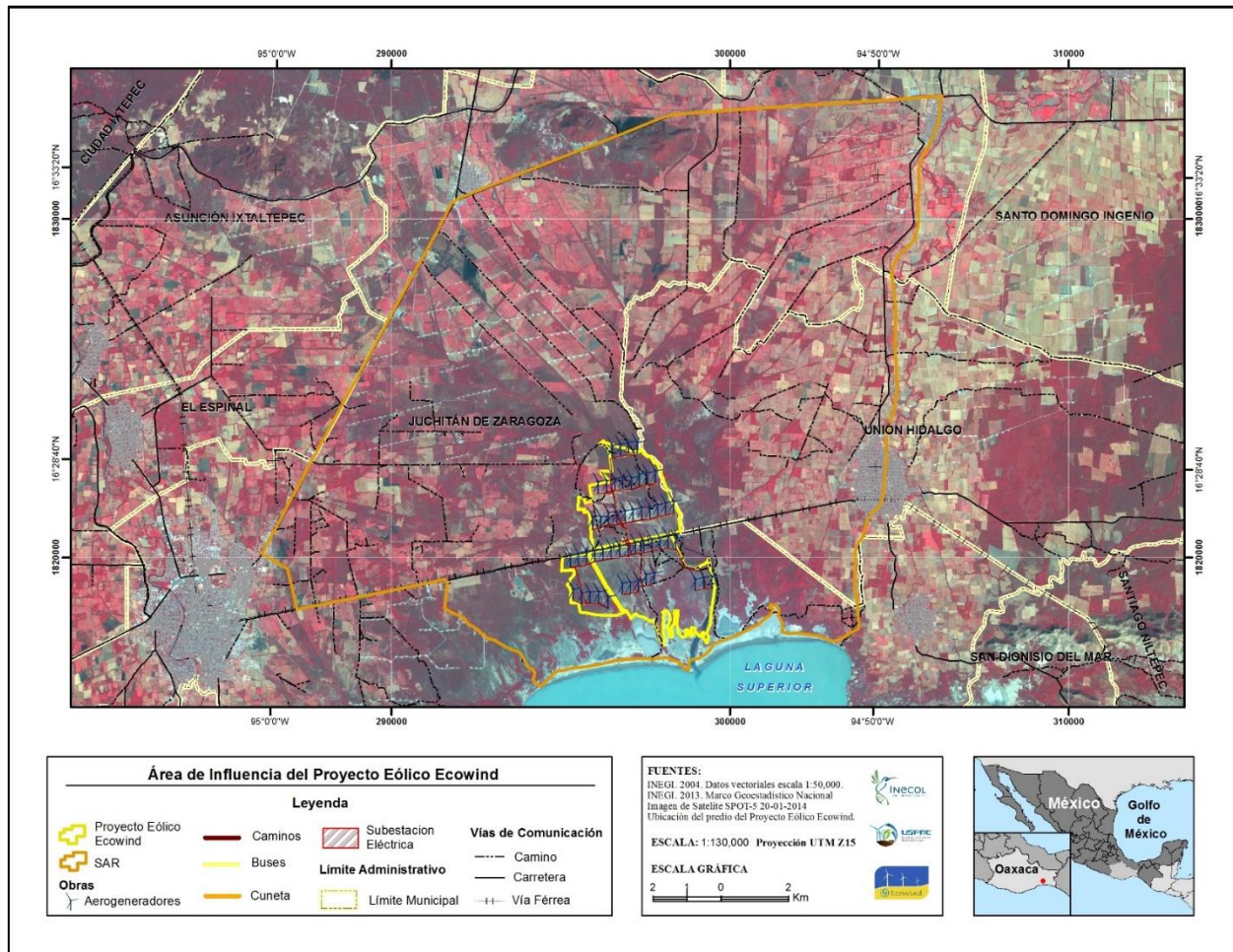


Figura 25. Delimitación del Área de Influencia para el Proyecto Eólico EcoWind.

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

IV.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS

IV.2.1.1 Clima

A continuación se presenta una descripción del clima en la región del Istmo de Tehuantepec, en donde se localiza el SAR y el área de influencia del Proyecto.

A partir de las normales climatológicas 1941-1970, 1961-1990 y 1981-2010 (CONAGUA, 1980, 2007 y 2010, respectivamente), se localizaron siete estaciones climatológicas que operan o han operado en un radio de 32 km alrededor del sitio en que se desarrollará el Proyecto, de las cuales se analizaron los datos de niebla; mientras que las normales 1941-1970 y 1981-2010 también

cuentan con precipitación máxima en 24 horas, evaporación, número de días despejados, medio nublados y nublados, con rocío y heladas. Los datos de las estaciones seleccionadas, así cuatro (de las que se dispone de normales climatológicas), que se utilizaron para realizar la descripción de la climatología del SAR la región: Ciudad Ixtepec, Juchitán de Zaragoza, Chicapa, y Santiago Chivela (Asunción Ixtaltepec *Cuadro 35*. Sin embargo para la presente realización se utilizó la estación de Juchitán de Zaragoza por encontrarse más cerca al SAR.

Las normales provisionales 1961-1990 incluyen temperatura y precipitación media y máxima, número de días con precipitación, tormentas eléctricas, granizo y como algunos de los gráficos analizados fueron validados por medio del sistema de consulta en disco compacto ERIC III, del IMTA (2006).

Cuadro 35. Ubicación de las estaciones climatológicas

ESTACIÓN		LOCALIDAD	LATITUD N	LONGITUD W	ALTITUD (MSNM)	AÑOS REGISTRO
CONABIO	CNA					
20-047	20048	Juchitán de Zaragoza	16° 26' 03"	95° 01' 03"	46	63
20-024	20027	Chicapa	16° 34' 24"	94° 48' 22"	30	51
-	20134	Santiago Chivela (Asunción Ixtaltepec)	16° 42' 40"	94° 59' 42"	180	25
20-038	20039	Cd. Ixtepec	16° 33' 32"	95° 06' 02"	1200	57

Tipo de clima

Según la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1988), el clima del SAR, se considera como cálido Aw, subhúmedo, con régimen de lluvias de verano, con pequeñas variaciones entre las estaciones en la oscilación térmica, que se considera de isotermal a poca oscilación térmica (*Anexo IV.1*).

Juchitán de Zaragoza, Oax. Aw0(w)(i)gw". (García, 1997). Muy cálido (Temperatura media superior a 26° C y mes más frío sobre 18°C); subhúmedo (cociente P/T menor que 43.2, el más seco de los subhúmedos); con régimen de lluvias de verano. Isotermal (oscilación menor de 5°C). Marcha anual de la temperatura tipo Ganges (mes más cálido antes de junio) y presencia de canícula (sequía intraestival o disminución relativa de la lluvia a la mitad de la temporada lluviosa).

Chicapa y Cd. Ixtepec, Oaxaca. Aw0(w)igw". (García, 1997). Muy cálido (Temperatura media superior a 26°C y mes más frío sobre 18°C); subhúmedo (cociente P/T menor que 43,2, el más seco de los subhúmedos); con régimen de lluvias de verano. Tiene poca oscilación térmica (entre

5° y 7°C). Marcha anual de la temperatura tipo Ganges (mes más cálido antes de junio) y presencia de canícula (sequía intraestival o disminución relativa de la lluvia a la mitad de la temporada lluviosa).

Santiago Chivela (Asunción Ixtaltepec), Oaxaca. Aw1(w)(i)gw”. Muy cálido (Temperatura media superior a 26°C y mes más frío sobre 18°C); subhúmedo intermedio; con régimen de lluvias de verano. Tiene poca oscilación térmica (entre 5° y 7°C). Marcha anual de la temperatura tipo Ganges (mes más cálido antes de junio) y presencia de canícula (sequía intraestival o disminución relativa de la lluvia a la mitad de la temporada lluviosa).

Radiación solar

En la *Figura 26* se muestra la proyección sobre el plano del horizonte de las trayectorias solares para los 16° de latitud norte, correspondiente a la ubicación aproximada del SAR, mientras que en el *Cuadro 36* y *Figura 27*, aparece la irradiación solar global horaria, derivada del satélite meteorológico GOES, para la ciudad de Oaxaca, Oaxaca.

Cuadro 36. Irradiación solar global horaria en Oaxaca, derivada del Satélite GOES (MJ/m2). Tomado de CFE (2000).

MES	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	SUMA	PROMEDIO
Enero	0,00	0,44	1,07	1,70	2,17	2,42	2,42	2,19	1,79	1,21	0,41	15,82	1,44
Febrero	0,00	0,47	1,14	1,81	2,32	2,60	2,62	2,43	2,09	1,59	0,82	17,89	1,63
Marzo	0,00	0,73	1,41	2,04	2,54	2,83	2,88	2,71	2,38	1,87	1,00	20,39	1,85
Abril	0,00	1,05	1,84	2,51	3,01	3,28	3,28	3,04	2,61	2,01	1,13	23,76	2,16
Mayo	0,17	0,92	1,51	2,00	2,34	2,48	2,41	2,17	1,85	1,45	0,81	18,11	1,65
Junio	0,11	0,59	1,48	2,06	2,29	2,35	2,35	2,23	1,85	1,20	0,88	17,39	1,58
Julio	0,00	0,61	1,23	1,67	1,91	2,00	1,97	1,84	1,57	1,16	0,74	14,70	1,34
Agosto	0,00	0,70	1,31	1,77	2,07	2,20	2,17	1,98	1,66	1,24	0,76	15,86	1,44
Septiembre	0,00	0,51	1,01	1,40	1,63	1,72	1,68	1,53	1,28	0,92	0,47	12,15	1,10
Octubre	0,00	0,86	1,48	2,00	2,38	2,54	2,44	2,17	1,81	1,30	0,20	17,18	1,56
Noviembre	0,00	0,82	1,51	2,14	2,59	2,77	2,66	2,32	1,85	1,20	0,00	17,86	1,62
Diciembre	0,00	0,59	1,17	1,74	2,19	2,43	2,40	2,14	1,69	1,03	0,00	15,38	1,40

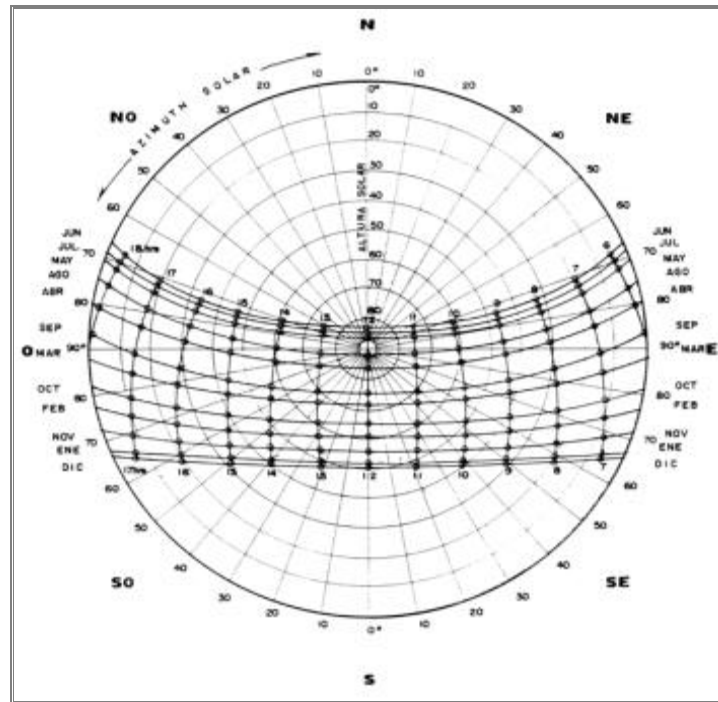


Figura 26. Proyección sobre el plano del horizonte de las trayectorias solares para los 16° de latitud norte (Tomado de Hernández et al; 1991).

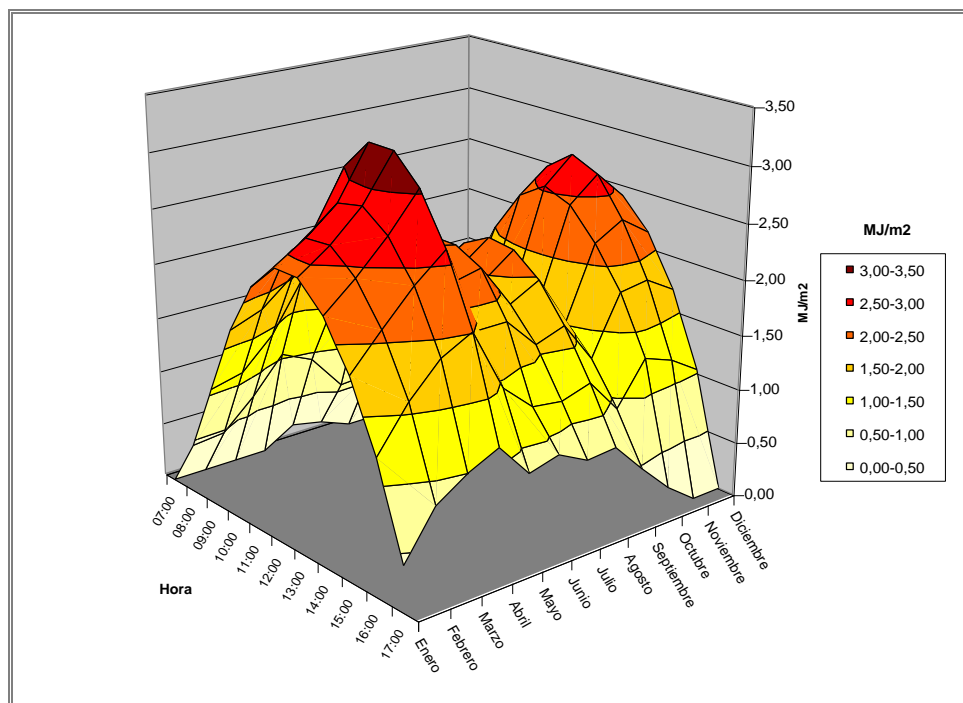


Figura 27. Irradiación solar global horaria en Oaxaca, derivada del satélite GOES.

Temperatura

Según la clasificación climática de Köppen modificada por García (1988), el clima de la región se considera como muy cálido subhúmedo (Aw), con temperatura media anual superior a los 26°C y la temperatura media del mes más frío nunca inferior a los 18°C (*Figura 28*). El climograma o gráfica ombrotérmica que se presenta en la *Figura 28* indica mediante una relación empírica ampliamente usada en climatología, que durante los meses de noviembre y diciembre, y de enero a abril del siguiente año, las temperaturas pueden ser relativamente altas, y se consideran los meses más secos del año. Durante esos meses se considera que hay un déficit hídrico.

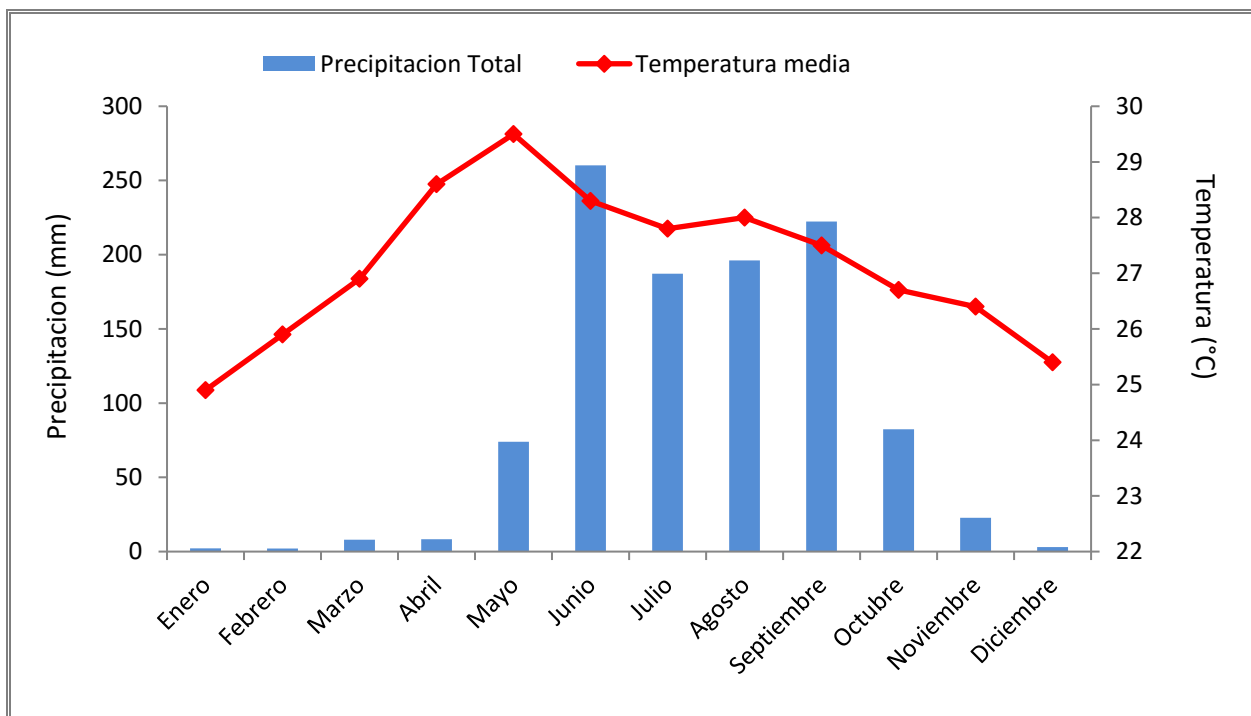


Figura 28. Climograma. Estación 20048, Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. 1981-2010.

La marcha anual de la temperatura es de tipo Ganges, porque las temperaturas máximas mensuales se presentan usualmente antes del solsticio de verano, que ocurre en junio (*Figura 29*).

Las temperaturas máximas extremas de la región son del orden de los 45°C y 46°C, y pueden presentarse de marzo a agosto; mientras que las temperaturas mínimas extremas en la región son del orden de los 10.6°C, y se han dado en el mes de diciembre.

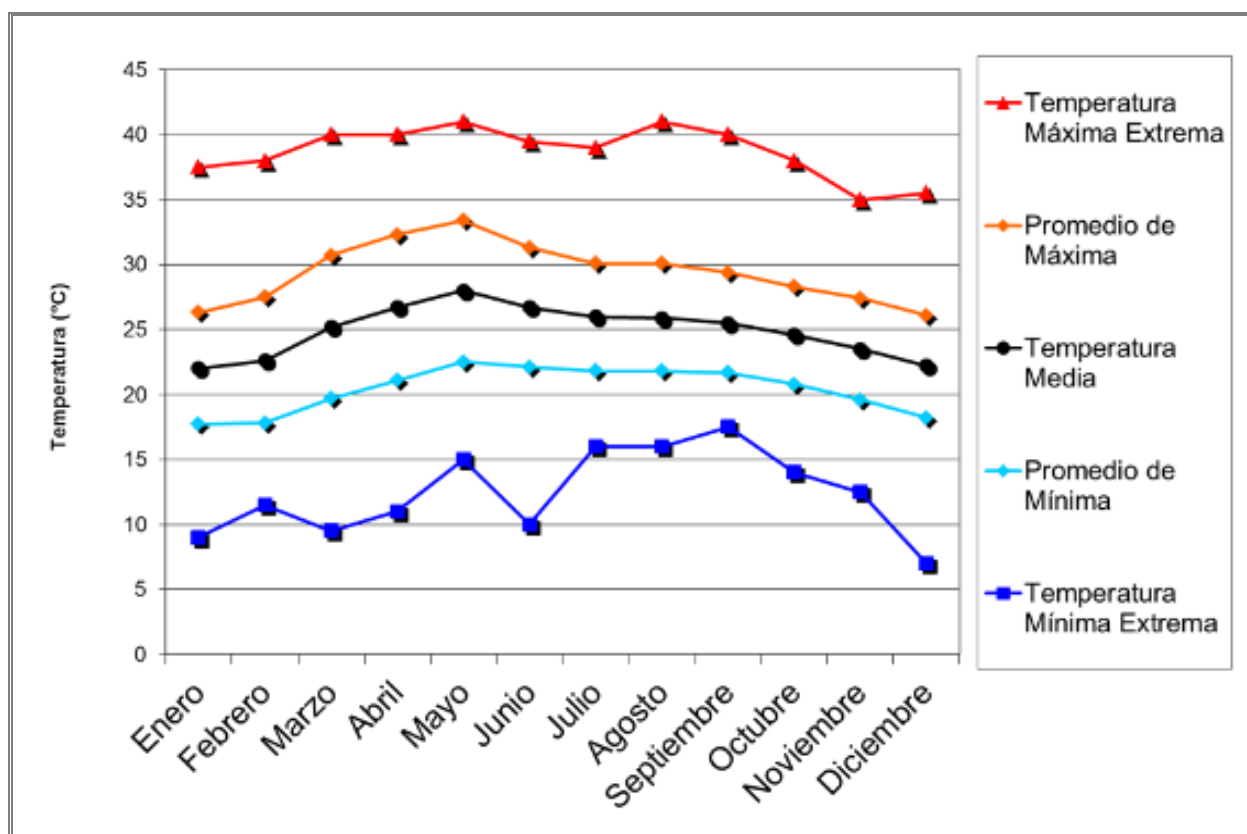


Figura 29. Marcha anual de la temperatura. Estación 20048, Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. 1981-2010.

Precipitación

El tipo de clima en el SAR se considera como subhúmedo con lluvias en verano. Presenta cuando menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad cálida del año, lo que significa que la precipitación media mensual varía considerablemente entre las temporadas lluviosa y seca, con valores medios que van de los 2,2 mm en enero a los 260,2 mm en junio, en Juchitán de Zaragoza (Figura 30).

La precipitación media anual de la región es de 823,9 mm en Juchitán de Zaragoza. Sin embargo, las precipitaciones máximas mensuales históricas han alcanzado cifras muy superiores a las medias.

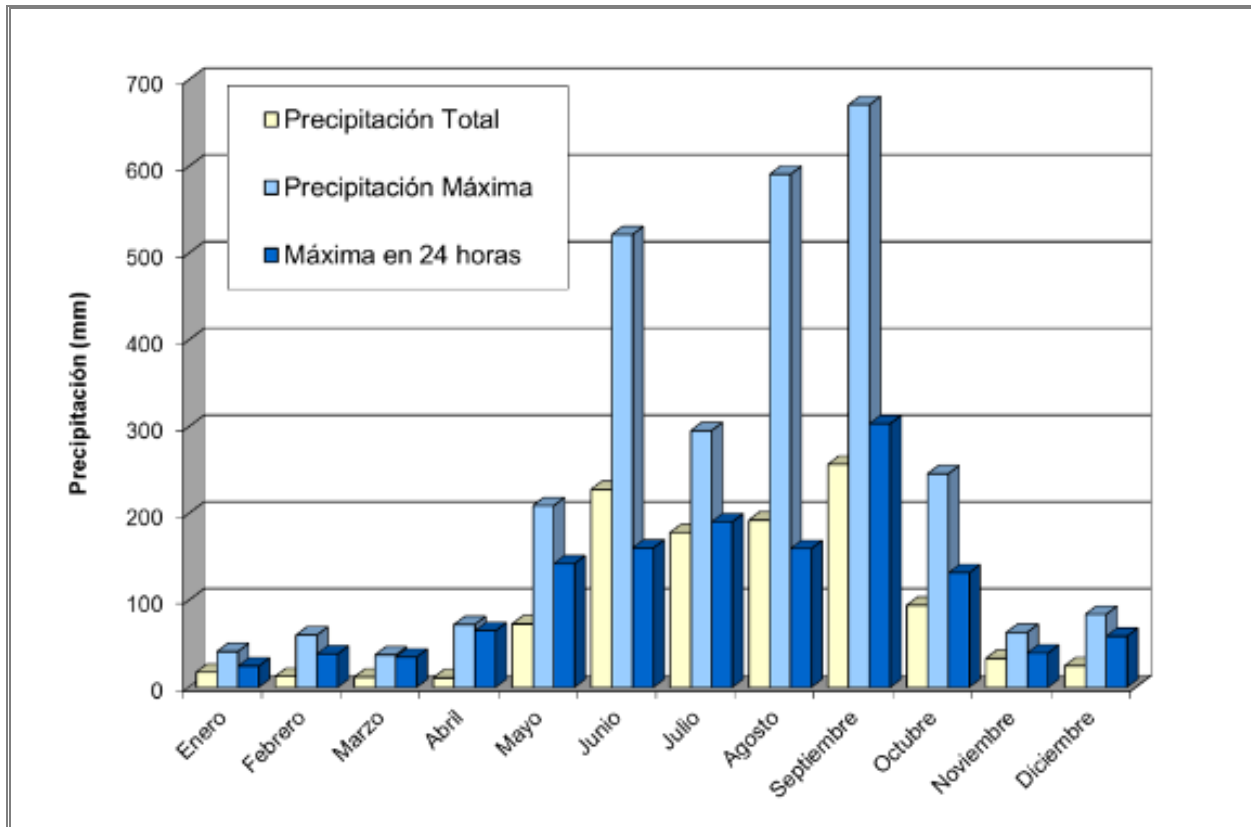


Figura 30. Precipitación media y máxima en 24 horas. Estación 20048, Juchitán de Zatagoza, Oaxaca. 1981-2010.

Balance hídrico

Se presenta un balance gráfico simple entre la precipitación y la evaporación en la región, que muestra la condición de subhúmedo del clima de la región. Hay una disminución en la evaporación media durante los meses de máximas precipitaciones, junio y septiembre, al igual que se observa el incremento relativo de la evaporación media durante la canícula o sequía intraestival, que ocurre en los meses intermedios de la temporada lluviosa, es decir, julio y agosto. En la *Figura 31* se muestra este balance gráfico simple, correspondiente a la localidad de Unión Hidalgo, Oaxaca (CONAGUA, 1980).

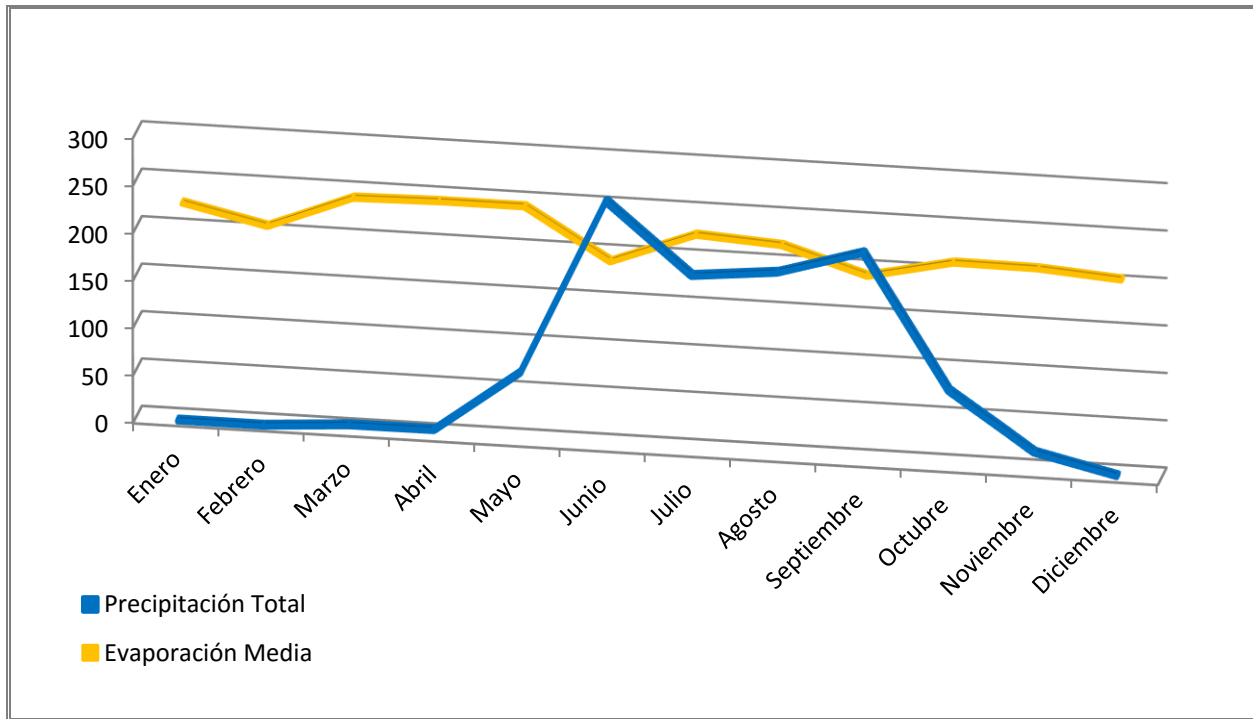


Figura 31. Balance hídrico simple. Estación 20048, Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. 1981-2010.

Vientos

El proceso que genera el constante flujo de viento, así como los vientos conocidos como Nortes o Tehuanos en el Istmo de Tehuantepec se relaciona con el gradiente de alta presión atmosférica relativamente alta en el Golfo de México, en relación con la presión atmosférica en el Golfo de Tehuantepec, el cual es parcialmente obstaculizado por las barreras naturales que conforman la Sierra Madre Oriental, el extremo Oriental de la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre de Chiapas (*Figura 32*).

Esta barrera es rota por el denominado Paso Chivela, una estrecha franja de baja altitud, que corre en dirección Norte-Sur en el Istmo de Tehuantepec, lo que puede provocar que los vientos alcancen con facilidad los 20 m/s (72 km/h), con rachas de 60 m/s (216 km/h) en las inmediaciones de La Ventosa, Oaxaca, al Norte de la Laguna Superior.

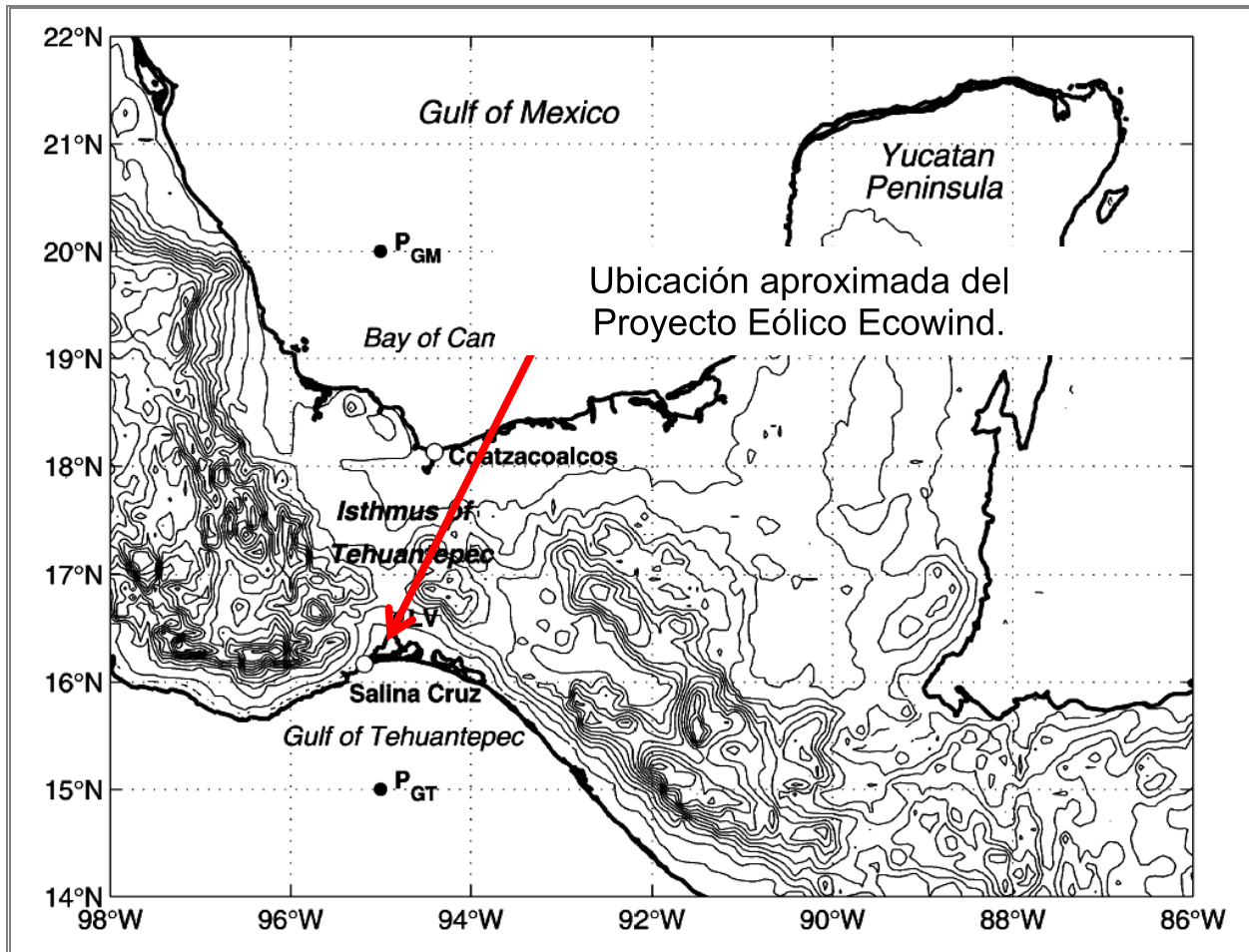


Figura 32. Istmo de Tehuantepec. Las primeras dos líneas de contorno corresponden a los 50 y 200 m, respectivamente; las subsecuentes son a cada 250 m (De Romero-Centeno et al, 2003).

Debido a este potencial eólico, los vientos de la región han sido estudiados ampliamente; en un esfuerzo conjunto de múltiples empresas, instituciones y dependencias gubernamentales, de México y Estados Unidos, se ha generado un Mapa de Recursos Eólicos del Estado de Oaxaca, que brinda información sobre la velocidad del viento y de la capacidad potencial de generación de energía eléctrica por medio del viento a 50 m de altura, en el estado de Oaxaca, y particularmente en el área del Istmo.

En la *Figura 33* se presenta la clasificación de la potencia del viento en el Istmo, a una altura de 50 m sobre el nivel del terreno (Elliot et al, 2004), donde se aprecia que el mayor potencial eólico se concentra alrededor de las Lagunas Superior e Inferior, en el área comprendida entre los 16° y los 17° de Latitud Norte, y los 94° y 96° de Longitud Oeste.

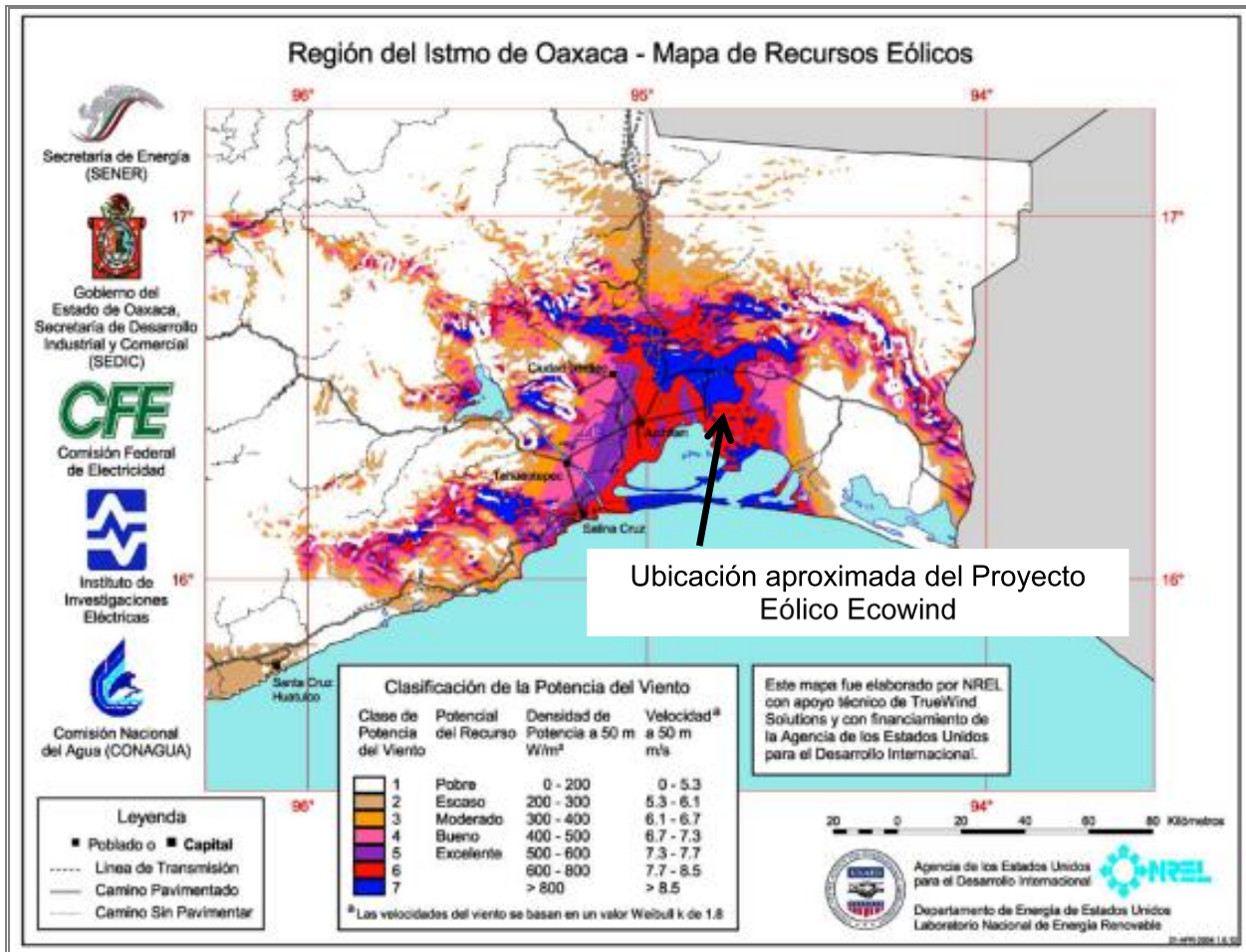


Figura 33. Mapa de Recursos Eólicos de la Región del Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca. (Tomado de Elliot et al, 2004).

En la *Figura 34* se presenta una gráfica tipo rosa de vientos de la localidad de La Venta, Oaxaca, al oriente de la ubicación del Proyecto. Esta gráfica fue elaborada a partir de los valores horarios de dirección y velocidad del viento de 1999. La frecuencia de valores horarios con vientos del norte es la más alta en todos los intervalos de velocidades, con un total del 56,1 % de los registros totales de ese año; incluyendo un 38,6% de registros de todo el año con vientos del norte superiores a los 10 m/s (CFE, 2003). Sólo se presentaron 5,5 % de calmas durante el periodo referido, y las frecuencias sumadas de las calmas y los vientos inferiores a 3 m/s sólo alcanzan 26,1 % en ese año. El resto de las frecuencias pueden consultarse en el *Cuadro 37*.

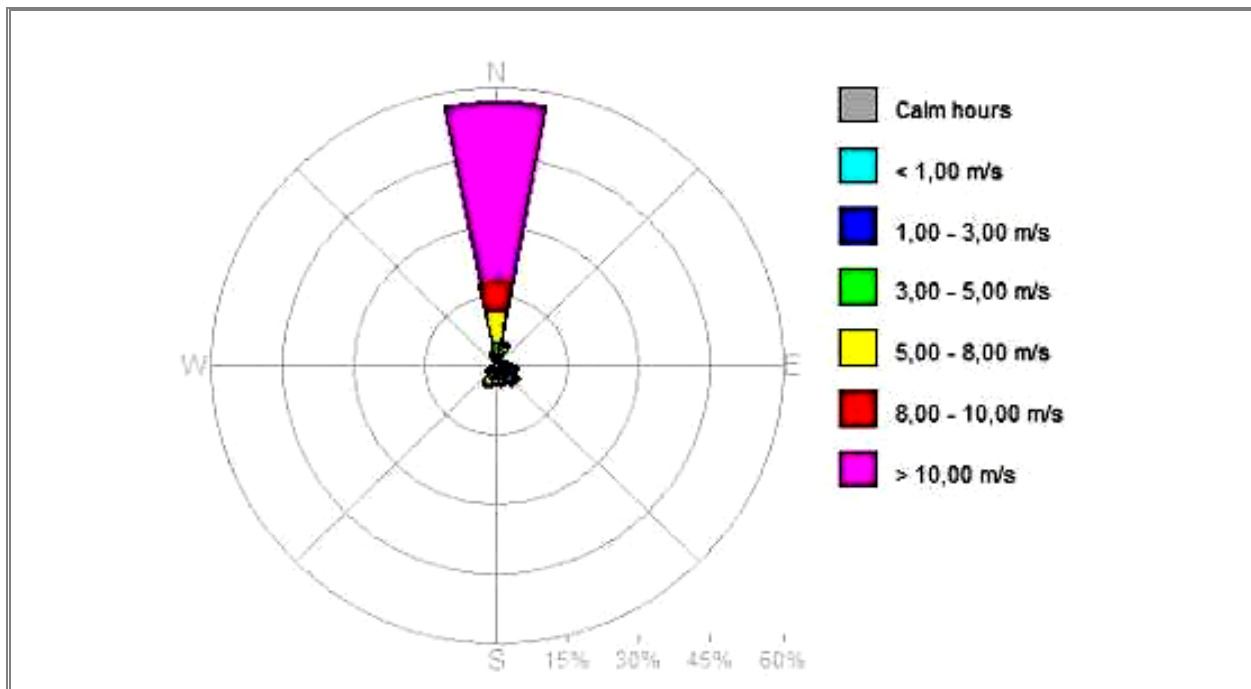


Figura 34. Rosa de vientos anual, Estación La Venta 1999 (CFE, 2003).

Cuadro 37. Frecuencias de dirección y velocidad del viento en La Venta, 1999. (CFE, 2003).

DIRECCIÓN	GRADOS	FRECUENCIA POR INTERVALO DE VELOCIDADES						TOTAL
		< 1 M/S	1 - 3 M/S	3 - 5 M/S	5 - 8 M/S	8 - 10 M/S	> 10 M/S	
N	0	0,49%	1,38%	2,70%	6,66%	6,29%	38,58%	56,10%
NNE	22,5	0,47%	1,41%	1,45%	0,84%	0,25%	0,75%	5,16%
NE	45	0,36%	0,58%	0,24%	0,06%	0,00%	0,00%	1,24%
ENE	67,5	0,45%	0,47%	0,09%	0,02%	0,00%	0,00%	1,03%
E	90	0,74%	0,93%	0,33%	0,06%	0,00%	0,00%	2,05%
ESE	112,5	0,86%	1,76%	0,93%	0,48%	0,18%	0,01%	4,22%
SE	135	0,73%	2,39%	1,17%	0,28%	0,16%	0,56%	5,28%
SSE	157,5	0,36%	1,35%	1,01%	0,49%	0,00%	1,05%	4,26%
S	180	0,41%	0,95%	1,24%	0,98%	0,03%	0,00%	3,60%
SSW	202,5	0,37%	0,96%	1,70%	1,32%	0,06%	0,23%	4,64%
SW	225	0,40%	0,78%	0,83%	0,64%	0,00%	0,00%	2,64%
WSW	247,5	0,33%	0,61%	0,05%	0,02%	0,00%	0,00%	1,01%
W	270	0,16%	0,10%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,28%
WNW	292,5	0,06%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,08%
NW	315	0,15%	0,07%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,24%
NNW	337,5	0,16%	0,45%	0,30%	0,48%	0,30%	1,01%	2,69%
Total		6,48%	14,20%	12,07%	12,31%	7,26%	42,18%	94,50%
							Calmas	5,50%

Eventos extremos

El término genérico de ciclón tropical se usa para designar una inestabilidad atmosférica asociada a un área de baja presión, que propicia vientos convergentes en superficie, que fluyen en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte. Se origina sobre aguas tropicales o subtropicales y se clasifica por la intensidad de sus vientos en depresión tropical, tormenta tropical y huracán.

El Golfo de Tehuantepec es una de las regiones generadoras de ciclones tropicales que afectan a México. Se activa generalmente durante la última semana de mayo. Las perturbaciones atmosféricas que surgen en esta época tienden a viajar hacia el oeste, alejándose del estado de Oaxaca y del país; los eventos generados a partir del mes de julio, describen una parábola paralela a la costa del Pacífico y a veces llegan a penetrar a tierra, en diferentes puntos de la costa del Pacífico y del Golfo de California (Unisys, 2007).

Sin embargo, la entrada de ciclones a la entidad no es muy frecuente (aunque incrementan la cantidad de lluvia recibida en la costa del Istmo). Comúnmente estos fenómenos se desplazan rápidamente hacia el este y el noroeste después de formarse o mientras se consolidan, por lo que se considera que la entidad presenta una intensidad moderada en la frecuencia de ciclones tropicales. En las *Figura 35* y *Figura 36* se presentan las trayectorias de los ciclones tropicales de la región Pacífico Este en 2006 y 2009, respectivamente, donde se aprecia el área ciclogénica del Istmo de Tehuantepec y las trayectorias de las tormentas tropicales, alejándose del Istmo (Unisys, 2007 y 2010).

Entre los últimos eventos con trayectoria directa sobre el área de influencia del proyecto, alrededor de Salina Cruz y la región de las Lagunas Superior, Inferior y Mar Muerto, se encuentran el Huracán Rick (categoría 1) en 1997 y la Tormenta Tropical Rosa, en 2000 (*Figura 37* y *Figura 38*).

En el resto de los casos durante la gran mayoría de los años las trayectorias de los ciclones tropicales se alejan rápidamente de la propia región ciclogénica del Istmo de Tehuantepec.

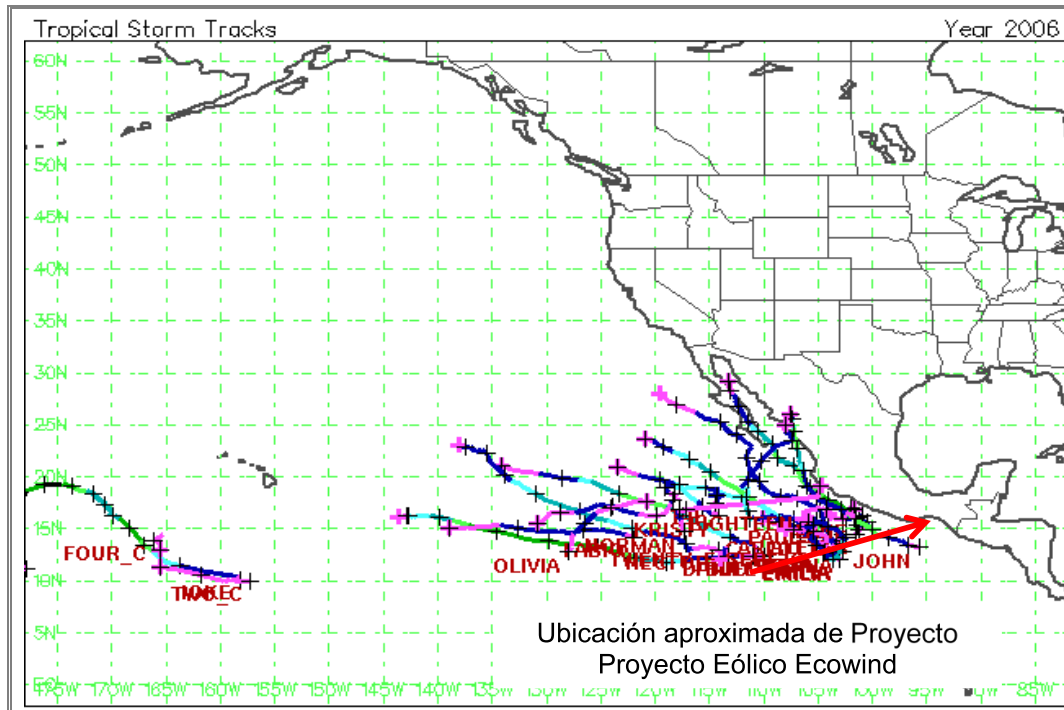


Figura 35. Trayectorias de tormentas tropicales del 2006, Pacífico Este. (Tomado de Unisys, 2007).

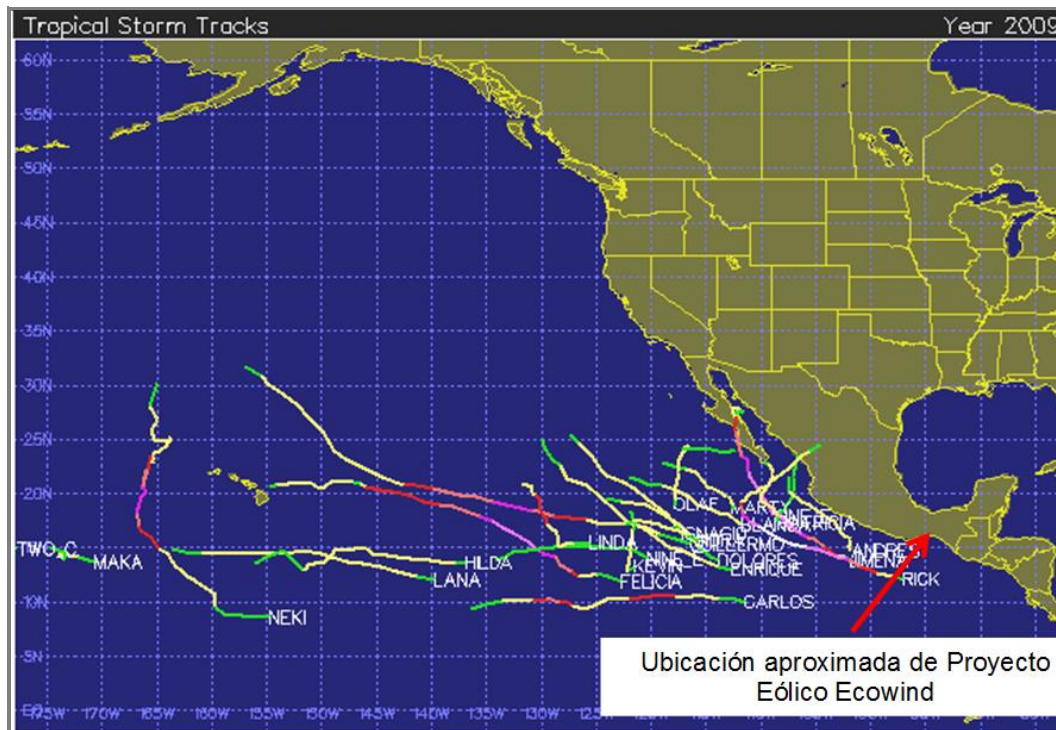


Figura 36. Trayectorias de tormentas tropicales del 2009, Pacífico Este. (Tomado de Unisys, 2010).

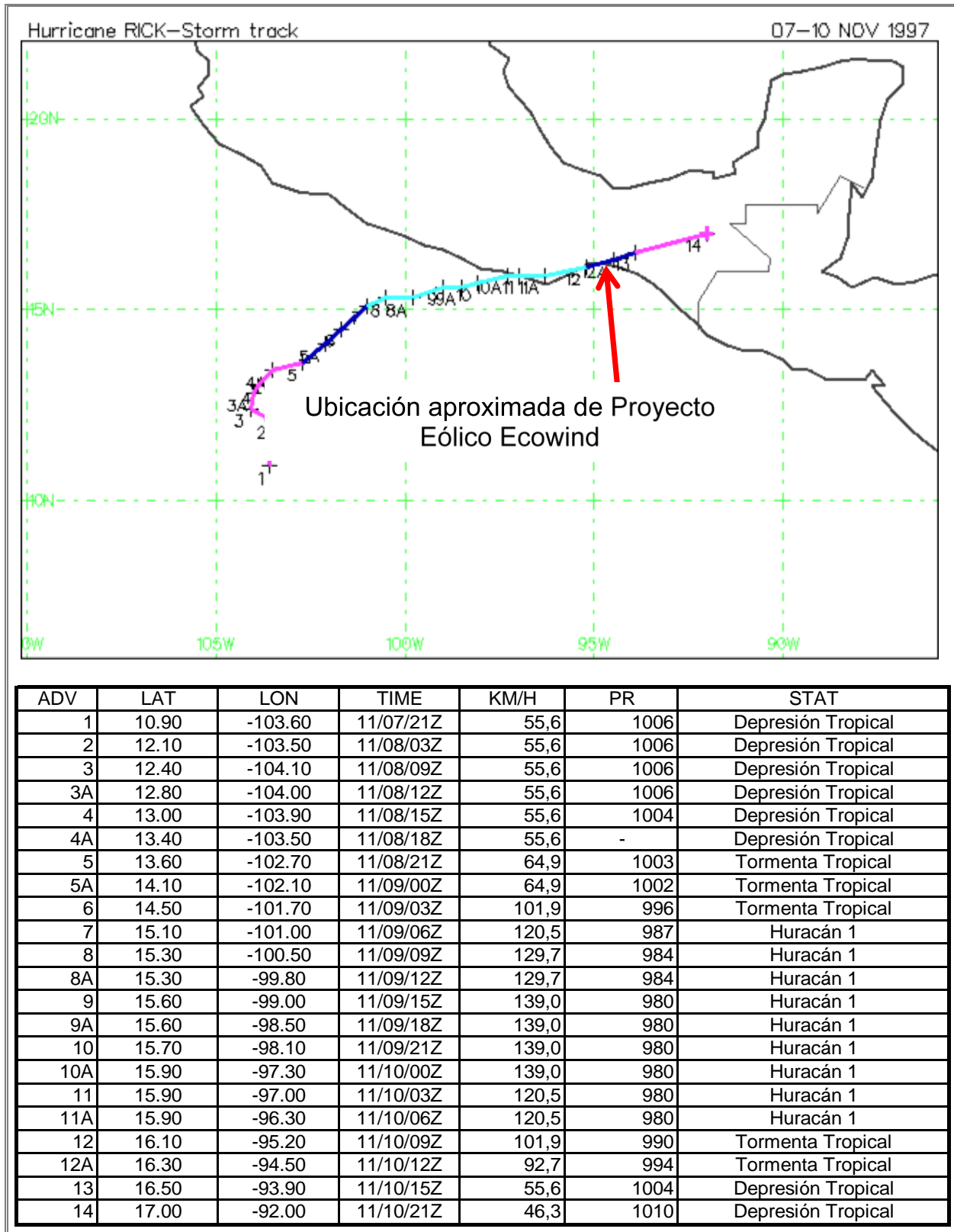


Figura 37. Trayectoria del Huracán Rick, 7-10 noviembre 1997. (Tomado de Unisys, 2007).

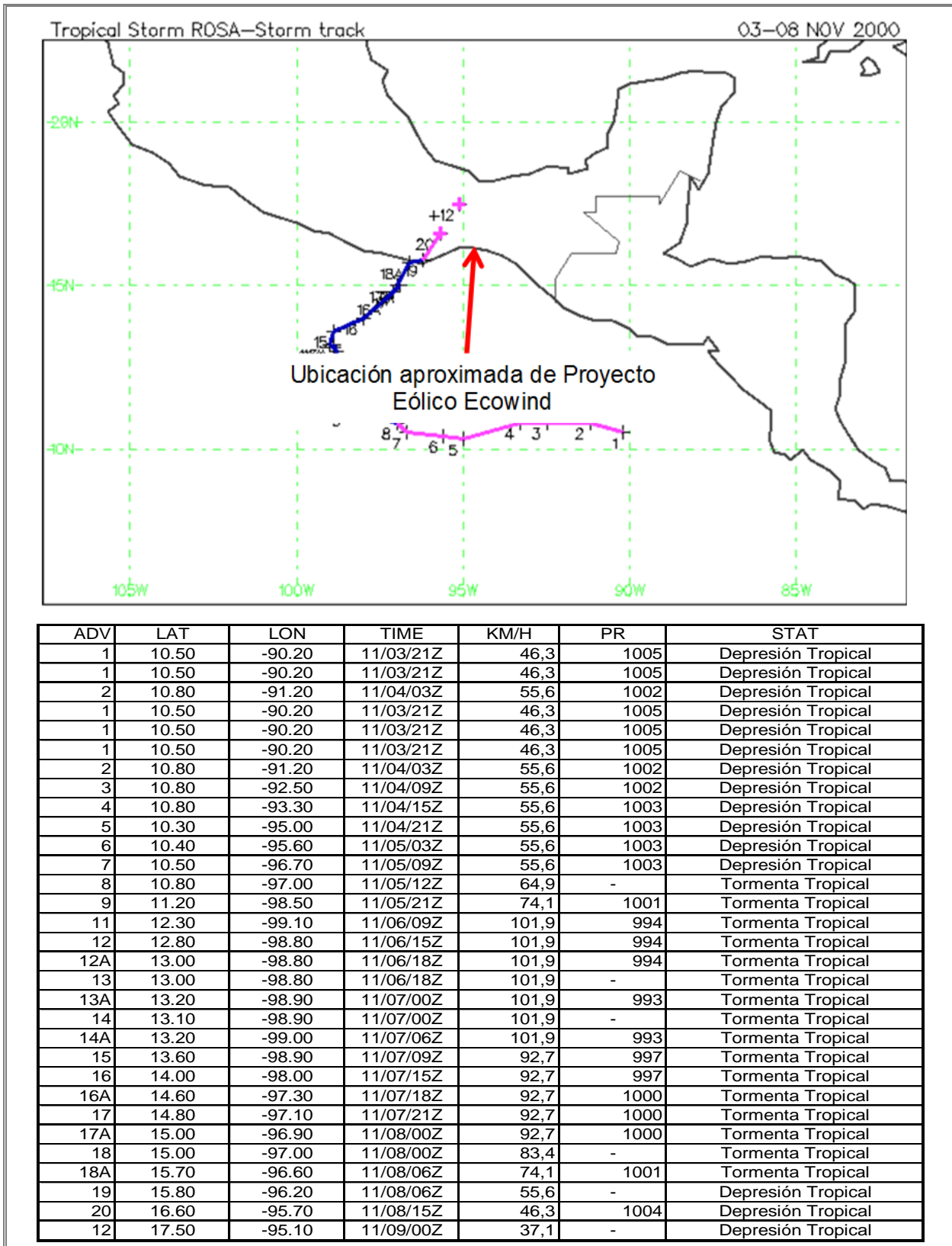


Figura 38. Trayectoria de la Tormenta Tropical Rosa, 3-8 noviembre 2000. (Unisys, 2007).

Probabilidad de afectación por ciclones tropicales

En el estudio "Probabilidad de presentación de ciclones tropicales en México" realizado para el CENAPRED, sobre la probabilidad de presentación de ciclones tropicales en la República Mexicana, Fuentes y Vázquez (1997) calcularon las probabilidades de presentación de los mismos, en cuadrantes de 2° x 2° de latitud y longitud. En el caso de la ubicación del área de influencia como el SAR determinado para el Proyecto, el cuadrante que se sobrepone al proyecto abarca de los 94° a los 96° de longitud oeste y de los 16° a los 18° de latitud norte (Figura 39 y Figura 40, cuadrantes marcados en amarillo).

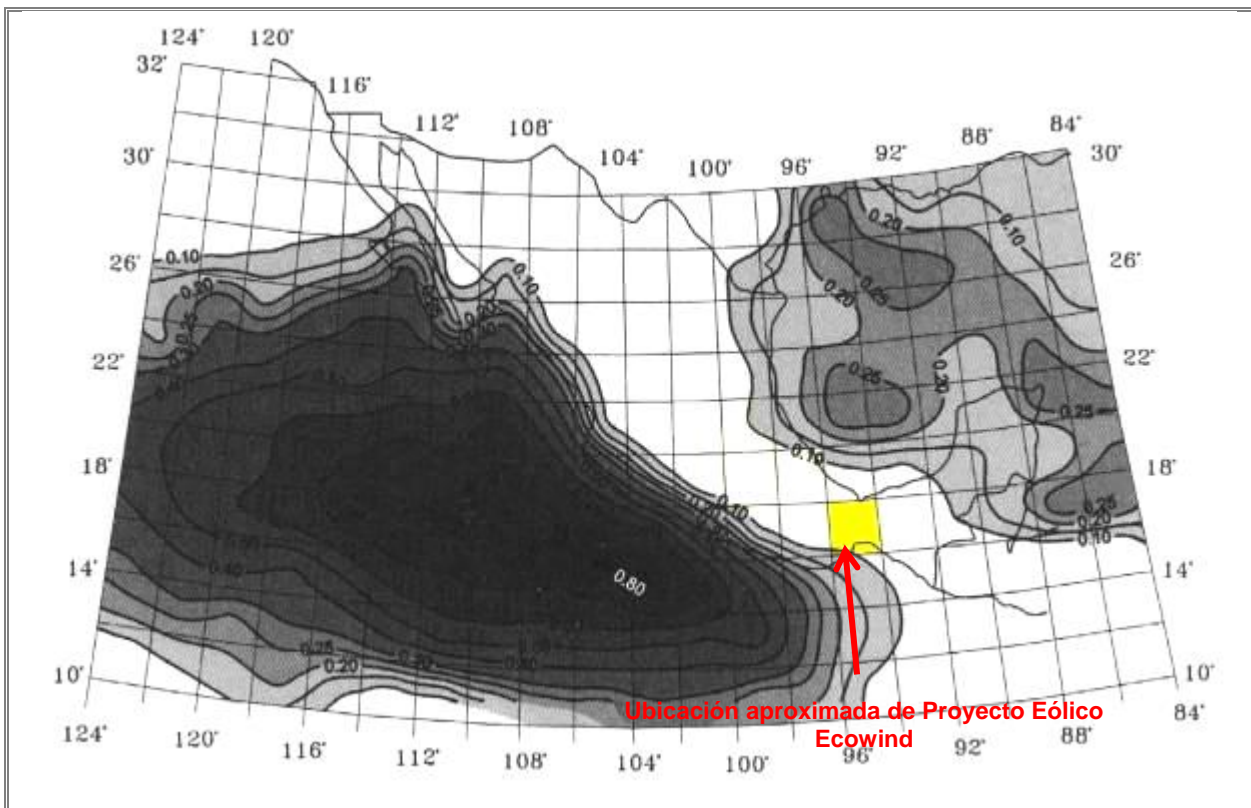


Figura 39. Solineas de probabilidad de presentación de uno o más ciclones en un año. El área de influencia se ubica en el cuadrante marcado (Tomado de Fuentes y Vázquez, 1997).

La probabilidad de que se presente un ciclón tropical de cualquier categoría en un año dado en esa región es de 0,080, mientras que la probabilidad de que la región sea afectada por una perturbación tropical que alcance la categoría de tormenta tropical (con presión central entre 985,1 y 1 004 mb, y vientos entre 62,1 y 118 km/h) es de 0,043, y de 0,037 la de que ingrese al área una perturbación con categoría de huracán (con presión central menor a los 985 mb, con vientos superiores a los 118,1 km/h).

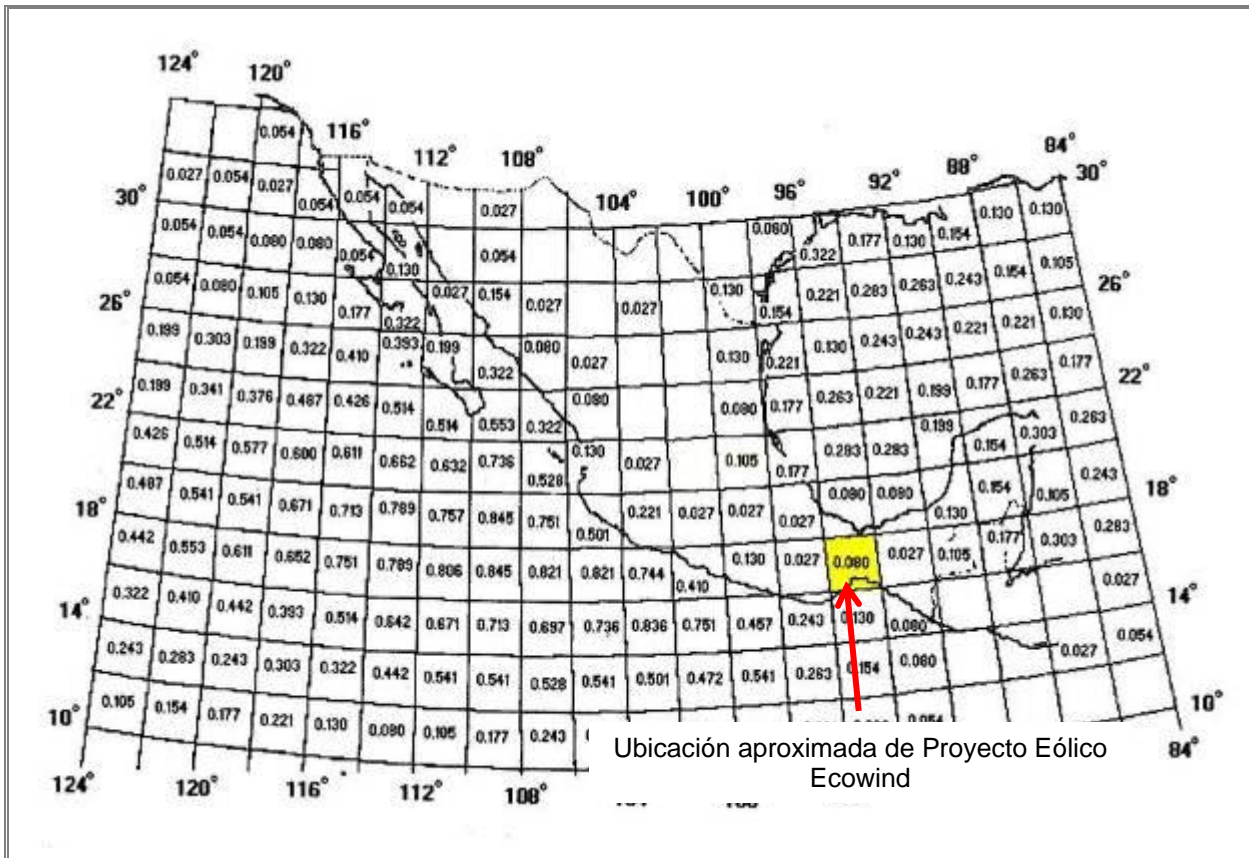


Figura 40. Probabilidades de presentación por cuadrante de uno o más ciclones en un año. El área de influencia y SAR mismos ubicados en el cuadrante marcados (tomado de Fuentes y Vázquez, 1997).

Estas probabilidades pueden ser consideradas como relativamente bajas, por lo que el riesgo de afectación directa por un ciclón tropical es intermedio-bajo, en relación con otras regiones de México; de hecho, en los 35 años considerados por el estudio, correspondiente al periodo 1960-1995, en la región sólo se presentaron tres eventos, todos con categoría de tormenta tropical (Fuentes y Vázquez, 1997).

Calidad del Aire

No se cuenta con información sobre monitoreos de la calidad del aire a largo plazo en esta porción del Istmo de Tehuantepec. Se considera que la calidad del aire tanto área de influencia como en el SAR es buena, ya que no existen grandes instalaciones industriales, y aunque hay un tránsito constante de vehículos automotores, los propios vientos de la región constituyen buenos difusores de contaminantes atmosféricos.

Por la naturaleza del Proyecto, no se considera necesario desarrollar más ampliamente los aspectos de calidad del aire en la región, ya que solamente se presentarán afectaciones mínimas al mismo durante la etapa de construcción del Proyecto, por las emisiones de óxidos de carbono y partículas suspendidas de los vehículos involucrados en las obras del Proyecto.

IV.2.1.2 Geología y Geomorfología

Fisiografía

El área de influencia y el SAR se ubica en la Provincia Morfotectónica Sierra Madre de Chiapas, entre las Subprovincias de las Cordilleras de la Sierra Madre y de la Planicie Costera del Pacífico, y muy cerca del límite oriental de la Provincia de la Sierra Madre del Sur, como puede apreciarse en la *Figura 41* (Ferrusquía, 1998). Esta ubicación corresponde a la Provincia de la Cordillera Centroamericana y a la Subprovincia de las Sierras del Sur de Chiapas de INEGI (1984).

La Sierra Madre de Chiapas se localiza en el sureste de México, entre los paralelos 14°30' – 17°40' de latitud Norte y los meridianos 90°30' – 95°00' de longitud Oeste. Incluye el área ístmica de Oaxaca y Tabasco al Este del Meridiano 95° (excluyendo la porción de la Planicie Costera), así como la mayor parte del estado de Chiapas. La forma de esta provincia es aproximadamente rectangular y se encuentra dispuesta geográficamente en dirección NW-SE. Tiene una longitud de 360 km en dirección E-W y amplitud máxima de 340 km en dirección N-S, con un área aproximada de 105 400 km² (cerca del 5,35 % del territorio nacional). La altitud de esta provincia fluctúa entre 0 y 2500 msnm, aunque el 60% yace entre los 200 y los 1000 msnm.

La Subprovincia de las Cordilleras de la Sierra Madre forma una angosta faja que bordea a la Planicie Costera del Pacífico, cuyas cordilleras incluyen mesetas y cuevas de 200 a 1000 msnm, así como sierras discontinuas, más elevadas (1000-2000 msnm) situadas hacia el lado del Pacífico. Las cuevas adyacentes son estrechas en este lado, mientras que en el opuesto se ensanchan y unen gradualmente con la vertiente sur de la Depresión Central. Una serie de ríos, afluentes del Río Grande de Chiapa, cortan transversalmente a esta Subprovincia (en sentido NE-SW), formando “bloques” separados por profundas cañadas.

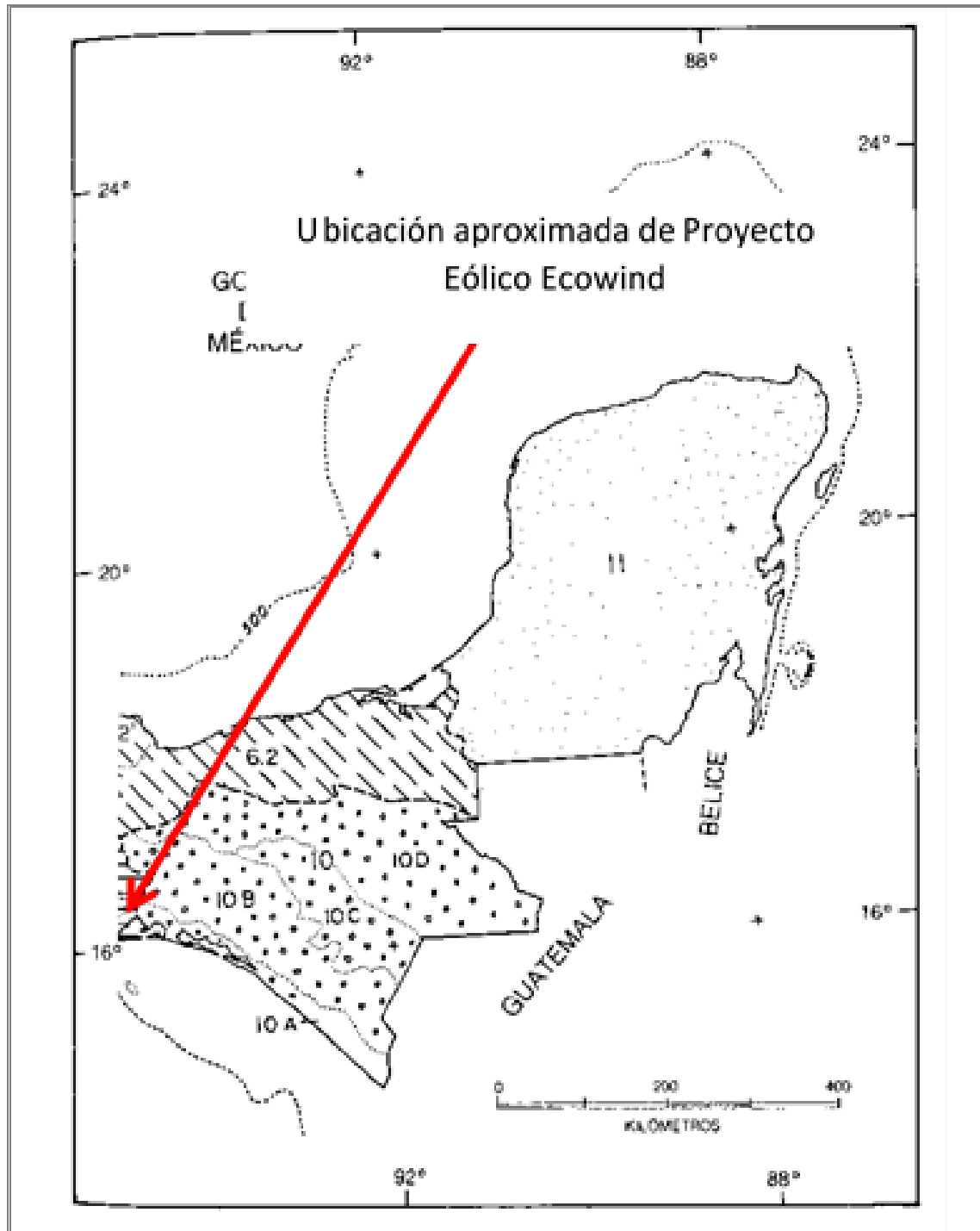


Figura 41. Provincia Morfotectónica de la Sierra Madre de Chiapas (10), Subprovincia de la Planicie Costera del Pacífico (10A) y Subprovincia de las Cordilleras de la Sierra Madre (10B) y regiones adyacentes. Tomado de Ferrusquía (1998).

La Subprovincia de la Planicie Costera del Pacífico es una faja delimitada por la línea costera y la cota de los 200 msnm, es más angosta entre Tonalá y La Tigresa, y se ensancha en ambos extremos. La línea costera del Istmo de Tehuantepec es compleja y contiene los sistemas lagunares-estuarinos de las Lagunas Superior, Inferior y Mar Muerto, que están casi totalmente separadas del mar por barras de arena, aunque también existen áreas con costas rectas y ríos que desembocan sin formar Deltas. La plataforma continental adyacente es moderadamente amplia, con una anchura cercana al tercio del total subprovincial.

Geología

Subprovincia de las Cordilleras de la Sierra Madre. Su geología es compleja, e incluye un gran núcleo, casi continuo, de rocas cristalinas (metamórficas y plutónicas) del Paleozoico y probablemente del Precámbrico, designados comúnmente como Macizo de Chiapas (*Anexo IV.2*). Este se encuentra parcialmente cubierto en sus extremos noroccidental y suroriental por secuencias moderadamente gruesas de cuerpos de rocas sedimentarias continentales, posiblemente del Jurásico Temprano (*Figura 42*).

El Macizo de Chiapas está compuesto principalmente por plutones graníticos, granodioríticos y dioríticos que intrusieron a cuerpos metamórficos de mayor antigüedad. En la región ístmica hay tres pequeños cuerpos de micaesquistos y gneis, al parecer del Paleozoico, de los cuales el más oriental se encuentra en contacto con un cuerpo gnéisico de tamaño medio y edad precámbrica. Los plutones han dado edades que varían desde el Proterozoico al Cretácico, pero la opinión actual favorece a una edad Paleozoica Tardía para la mayor parte del Macizo.

La Formación Todos Santos del Jurásico Temprano y sus equivalentes constituyen las unidades mesozoicas de mayor antigüedad, y están constituidas por filarenitas rojas continentales, no fosilíferas, que yacen discordantemente sobre el Macizo. Las unidades Jurásicas están plegadas formando estructuras abiertas o bloques homoclinales, ambos afectados fuertemente por fallas, especialmente en la región del Istmo.

Los cuerpos cretácicos del área del Istmo yacen discordantemente sobre el Macizo o sobre las unidades jurásicas tempranas, y están constituidos por sedimentos clásticos marinos de grano fino y calizas micríticas del Cretácico Medio a Tardío, deformadas en pliegues apretados y afallados en estructuras arqueadas de rumbo E-W. Algunos de estos cuerpos están intrusidos por pequeños plutones graníticos del Cenozoico Temprano. Existen cuerpos piroclásticos-silíceos-cenozoicos medios en las porciones ístmica y suroriental del Macizo. Los del Istmo están

deformados en cordones de bloques homoclinales basculados hacia el norte. También están afallados e intrusionados por cuerpos subvolcánicos e hipobasales, dioríticos a doleríticos. La constitución geológica de esta Subprovincia se completa con depósitos fluviales del Cenozoico Tardío, localizados principalmente en las cuencas de los Ríos Cintalapa y Santo Domingo.

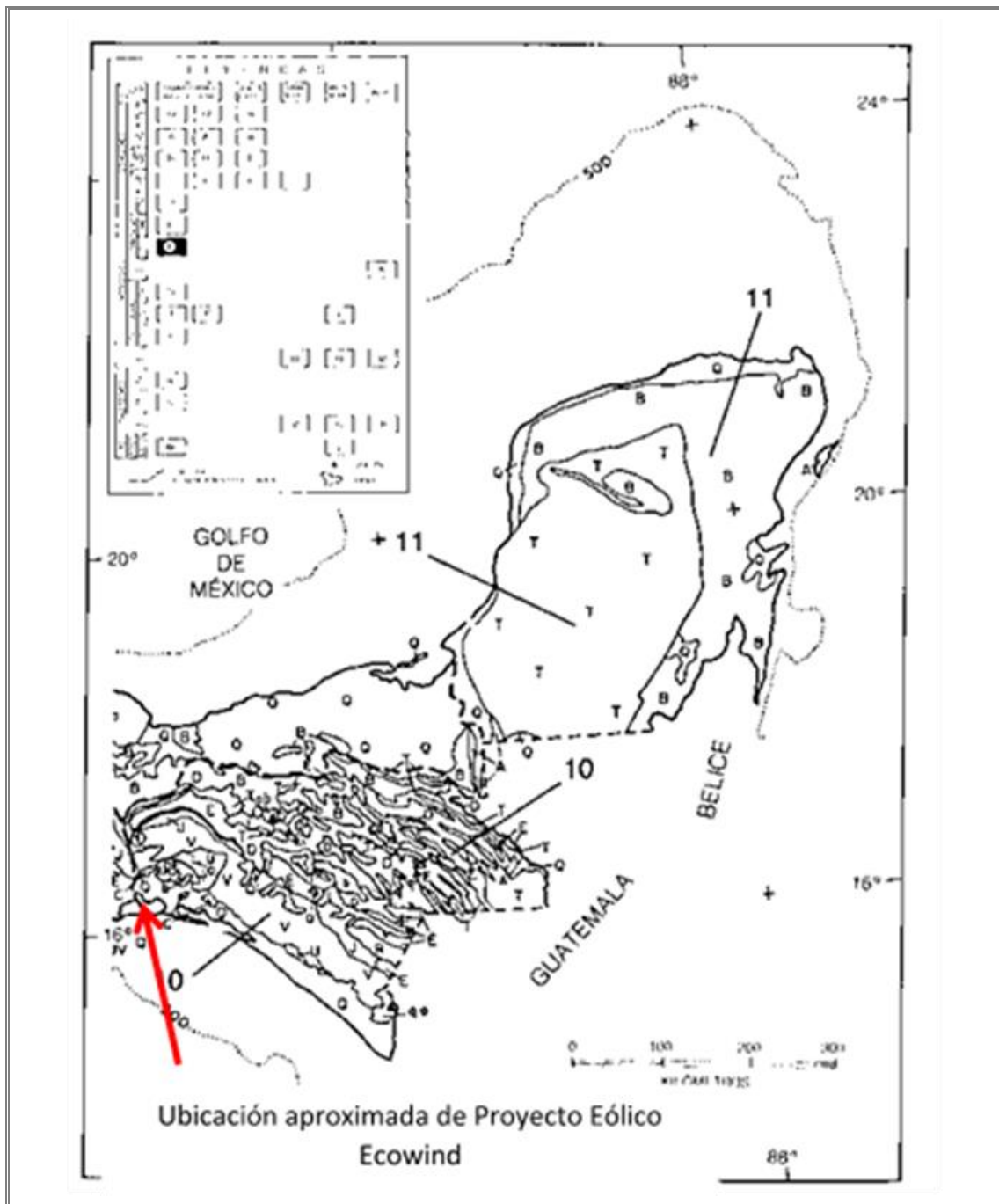


Figura 42. Mapa geológico generalizado de la Provincia de la Sierra Madre de Chiapas (10) y regiones adyacentes. Modificado de Ferrusquía (1998).

Planicie Costera del Pacífico. Una gran parte del segmento chiapaneco de esta Subprovincia consiste en depósitos cuaternarios de playa y fluviales. El segmento ístmico (entre Juchitán y Arriaga) muestra mayor complejidad debido a que los sedimentos cuaternarios están puntuados por pequeños cuerpos líticos poco elevados, de edad y composición diversa. El más antiguo se encuentra justo al noroeste de Acuites y está formado por filita y esquisto, aparentemente de edad paleozoica, y se encuentra flanqueado por otros pequeños plutones granitoides del Cenozoico Temprano (otros más pequeños aún rodean a las lagunas Superior e Inferior).

Otros cuerpos aislados, de caliza cretácica y de vulcanitas cenozoicas tardías, completan la constitución geológica de esta Subprovincia.

El área de influencia y el SAR del Proyecto se ubican prácticamente en la porción media de la llanura aluvial, de lleno en aluviones y suelos recientes que incluyen gravas y arenas de playa. La *Figura 43* presenta el plano geológico sintetizado de la región, realizado por Carranza-Edwards (1980), a partir de la compilación de López-Ramos (1974).

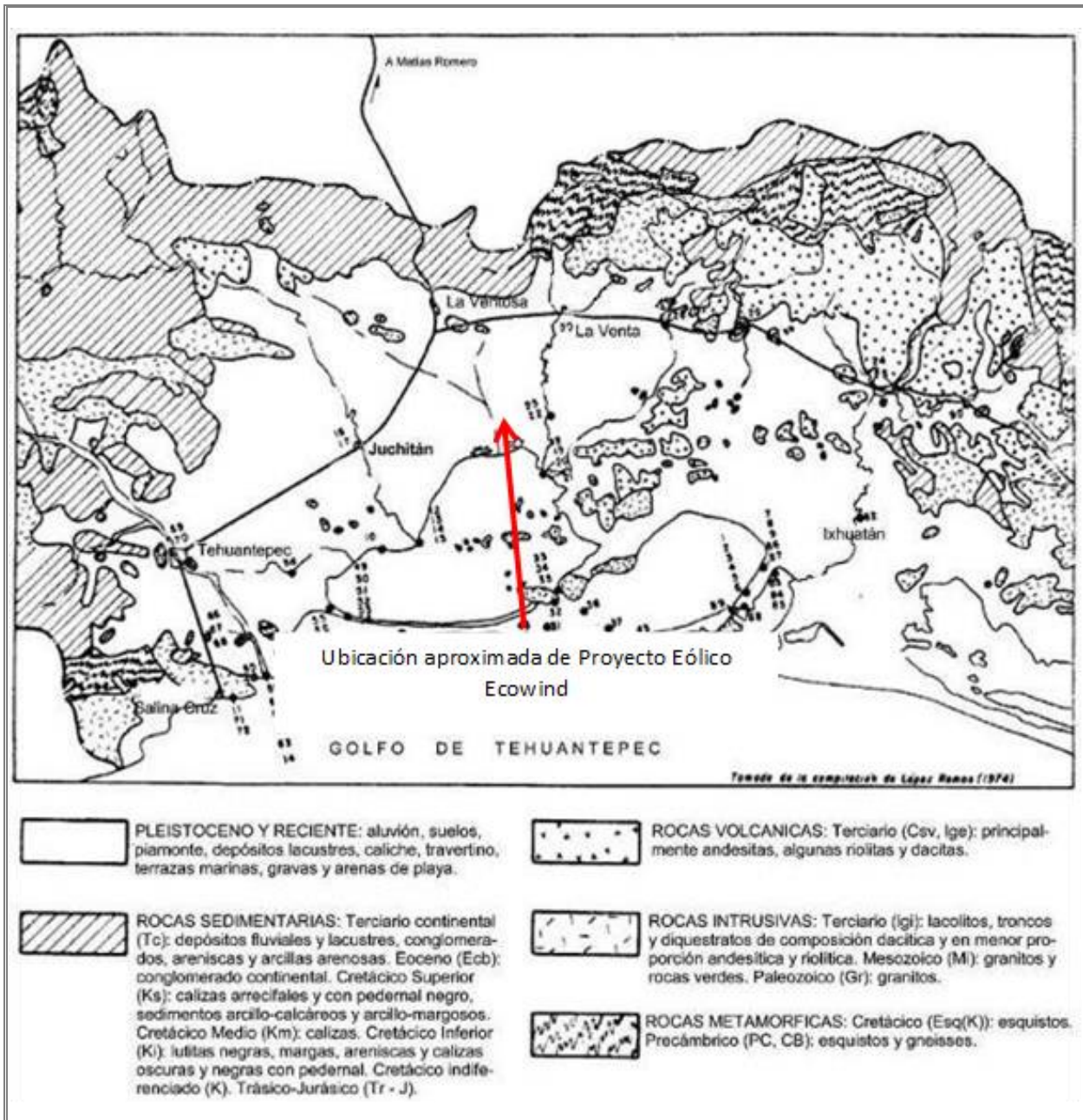


Figura 43. Plano geológico sintetizado de la región sur del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. (Tomado de Carranza-Edwards, 1980).

Presencia de fallas y fracturamientos

El marco tectónico actual del SAR es resultado de la interacción entre la Placa Americana y la Placa de Cocos, que se originó hace unos 26 millones de años (Manea et al, 2005) y penetra bajo la Placa Americana con dirección NNE y a una velocidad media de 8 cm/año, produciendo numerosos sismos con profundidad focal frecuentemente menor a los 60 km. Se han detectado levantamientos de la corteza, mediante observaciones mareográficas en Puerto Ángel, Oaxaca y Acapulco, Guerrero. Dichos levantamientos se asocian con la ocurrencia de numerosos sismos en la porción Oaxaqueña del Istmo de Tehuantepec (Carranza-Edwards, 1980).

En la *Figura 44*, se muestran los lineamientos tomados de la interpretación de la tectónica mexicana de Guerra-Peña (1976), citada en Carranza-Edwards (1980), que en parte sirvieron de apoyo para unir sismos que podrían definir zonas de fallas. Por la naturaleza del suelo aluvial, difícilmente se registran fracturas y fallas en superficie, en el terreno del proyecto, en el que se depositan continuamente materiales sedimentarios provenientes de las partes bajas de la sierra de Tolistoque, y a mayor distancia de la sierra de los Chimalapas.

Es posible que el marco tectónico influya directamente en el curso de los ríos que desembocan en la planicie costera, cuya dirección varía de NW-SE a NE-SW, desde el Río Tehuantepec hasta el Río Ostuta. Esto podría relacionarse con variaciones en el echado de la Placa de Cocos el cual se incrementa hacia el Este.

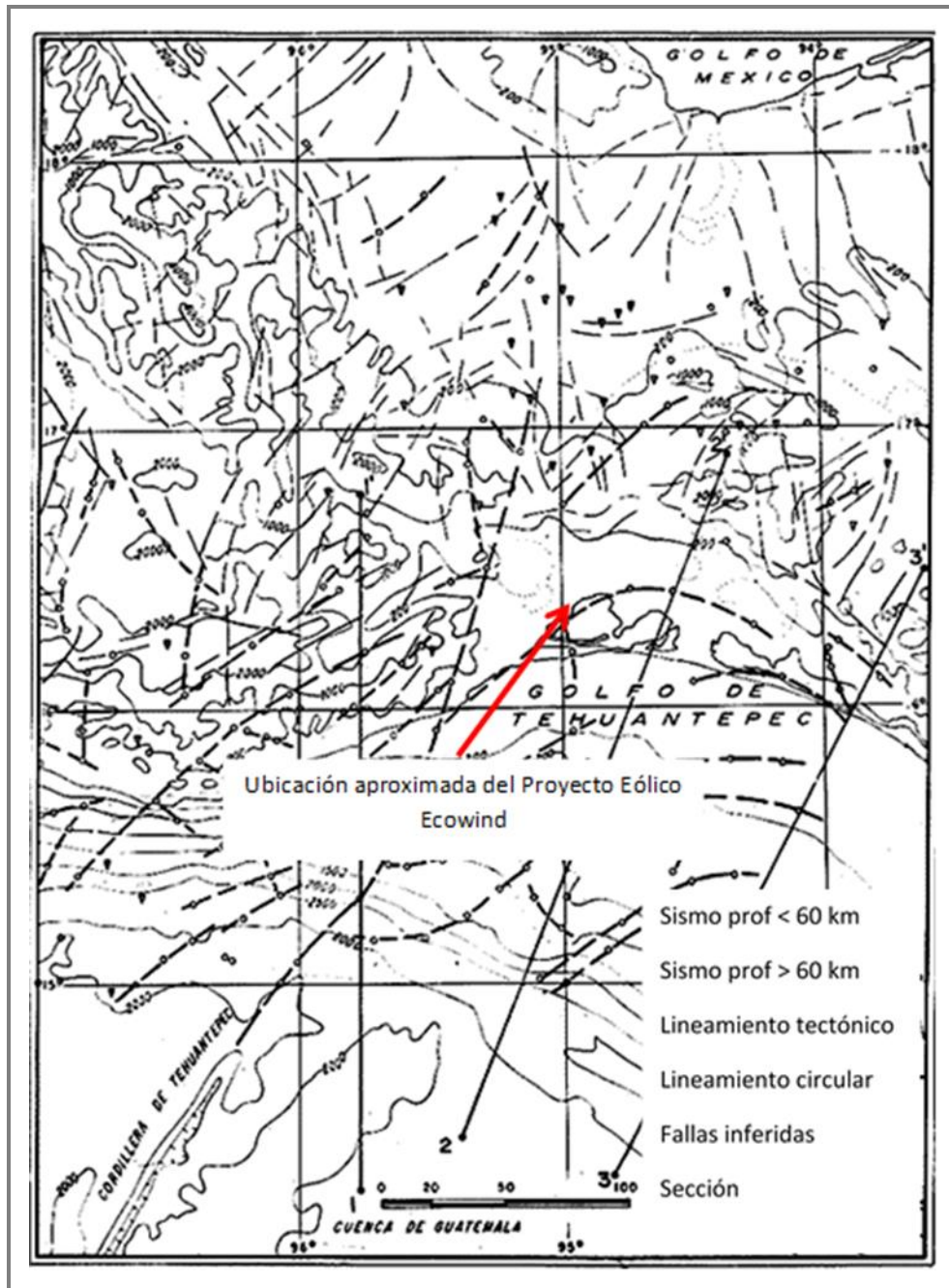


Figura 44. Esquema Tectónico Regional del Golfo de Tehuantepec. (Tomado de Carranza-Edwards, 1980).

De acuerdo a información vectorial (INEGI, 2000) podemos encontrar fracturas al Norte y Noreste, las cuales tienen una dirección Noreste-Suroeste y Este-oeste respectivamente (*Figura 45*), dichas fracturas se encuentra a una distancia aproximada de 9 y 19 km. del SAR.

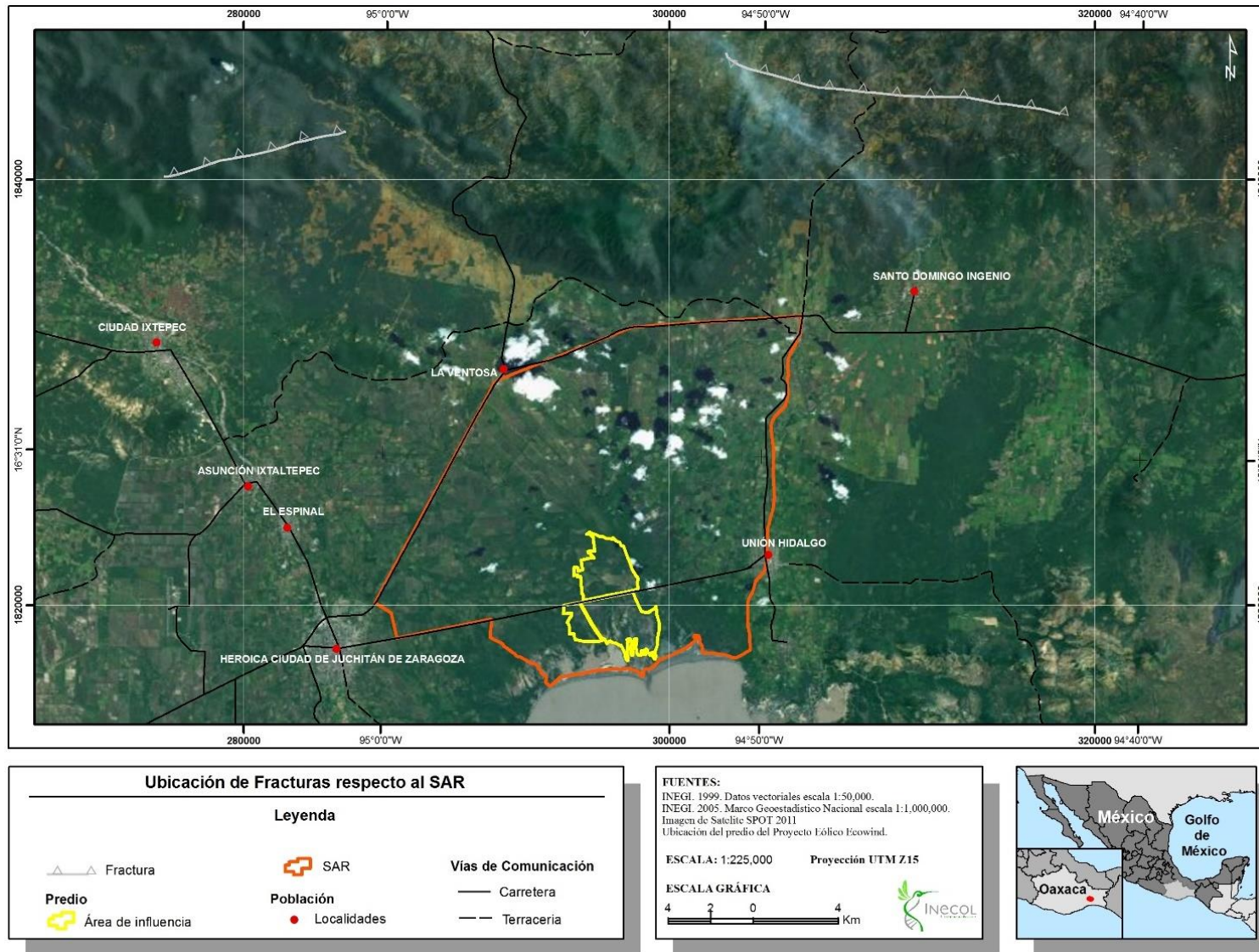


Figura 45. Fracturas presentes en la Región del Istmo de Tehuantepec, donde se encuentra el SAR (INEGI, 2000).

Susceptibilidad a eventos geológicos y geomorfológicos

En esta sección se describen los niveles de susceptibilidad a eventos geológicos y geomorfológicos, como sismos, deslizamientos de tierra o actividad volcánica del área de influencia y el SAR donde se ubicará el proyecto, según el “Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres – Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana” del Centro Nacional de Prevención de Desastres (Zepeda y González, 2001) (Figura 46).



Figura 46. Regionalización Sísmica de México. Tomado de Zepeda y González (2001).

Sismos. Zepeda y González (2001) definen la Regionalización Sísmica de México, elaborada a partir de los registros históricos de grandes sismos en México, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud. Ésta cuenta con cuatro zonas (Figura 46). La zona A es aquella donde no se tienen registros históricos, no se han reportado sismos intensos en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10% del valor de la gravedad (g). En la zona D han ocurrido con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de g. Las zonas B y C, intermedias a las dos anteriores, presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% de g.

El área de influencia y SAR del Proyecto se ubica en la zona D, por lo que se les puede considerar como altamente susceptible a eventos sísmicos. Este aspecto deberá ser tomado en cuenta como parte del diseño y construcción de la infraestructura del proyecto, que tendrán que considerar la frecuencia de eventos sísmicos, así como los altos valores de aceleración en el terreno de los movimientos sísmicos registrados en la región.

La *Figura 47* muestra la consulta realizada al Boletín Sismológico, del Servicio Sismológico Nacional, perteneciente a la UNAM. El mapa muestra las ubicaciones de los 859 eventos sísmicos de todas las magnitudes y profundidades registradas entre 2010 y 2012, en el área comprendida entre 15° y 17° de Latitud Norte y 93° y 96° de Longitud Oeste, de los cuales uno fue menor a magnitud (Mc) tres, 157 fueron de magnitud tres, 676 de magnitud cuatro, 23 de magnitud cinco y dos de magnitud seis.

En la *Figura 48*, se muestra la consulta realizada para la misma región y periodo, mostrando solo los eventos, con magnitud igual o superior a cinco (Mc): 23; o seis (Mc): dos. No se registraron eventos superiores a estas magnitudes en el área (SSN-UNAM, 2012).

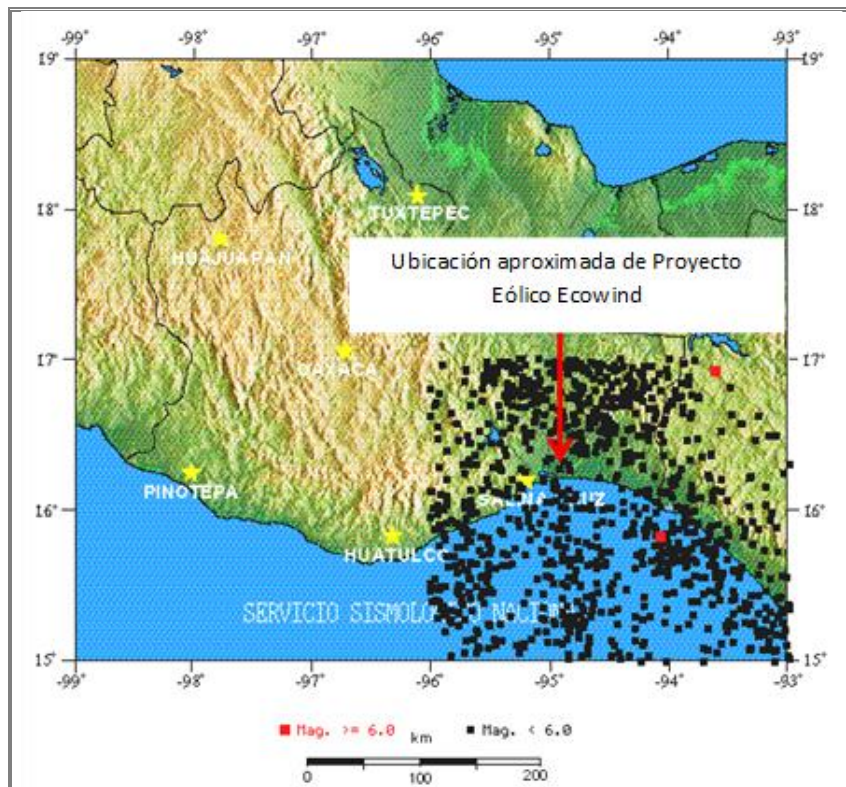


Figura 47. Consulta del Boletín Sismológico 2010-2012 mostrando todos los sismos (859) ocurridos entre los 15°-17°N y 93°-96°W. SSN-UNAM (2012).



Figura 48. Consulta del Boletín Sismológico 1990-1999 mostrando los 25 sismos de magnitud igual o superior a 5 (M_c) ocurridos entre los 15° - 17° N y 93° - 96° W. SSN-UNAM (2007).

Deslizamientos de tierra. Al norte de la región en que se desarrollará el Proyecto existen condiciones para que se produzcan deslizamientos de tierra, en áreas desprovistas de vegetación.

Sin embargo, dentro del área de influencia, en las inmediaciones del SAR, el terreno es eminentemente plano y no se considera que existan riesgos para la infraestructura del Proyecto por este factor.

Zepeda y González (2001), definen en forma general las zonas con potencial importante para la ocurrencia de colapsos, tomando en cuenta las características de las diferentes provincias fisiográficas, la geomorfología, los estudios sobre los diferentes climas en todo el país, las condiciones ambientales, el intemperismo de las formaciones geológicas involucradas, la edafología y la distribución de vertientes, ríos y cuencas hidrológicas (*Figura 49*).

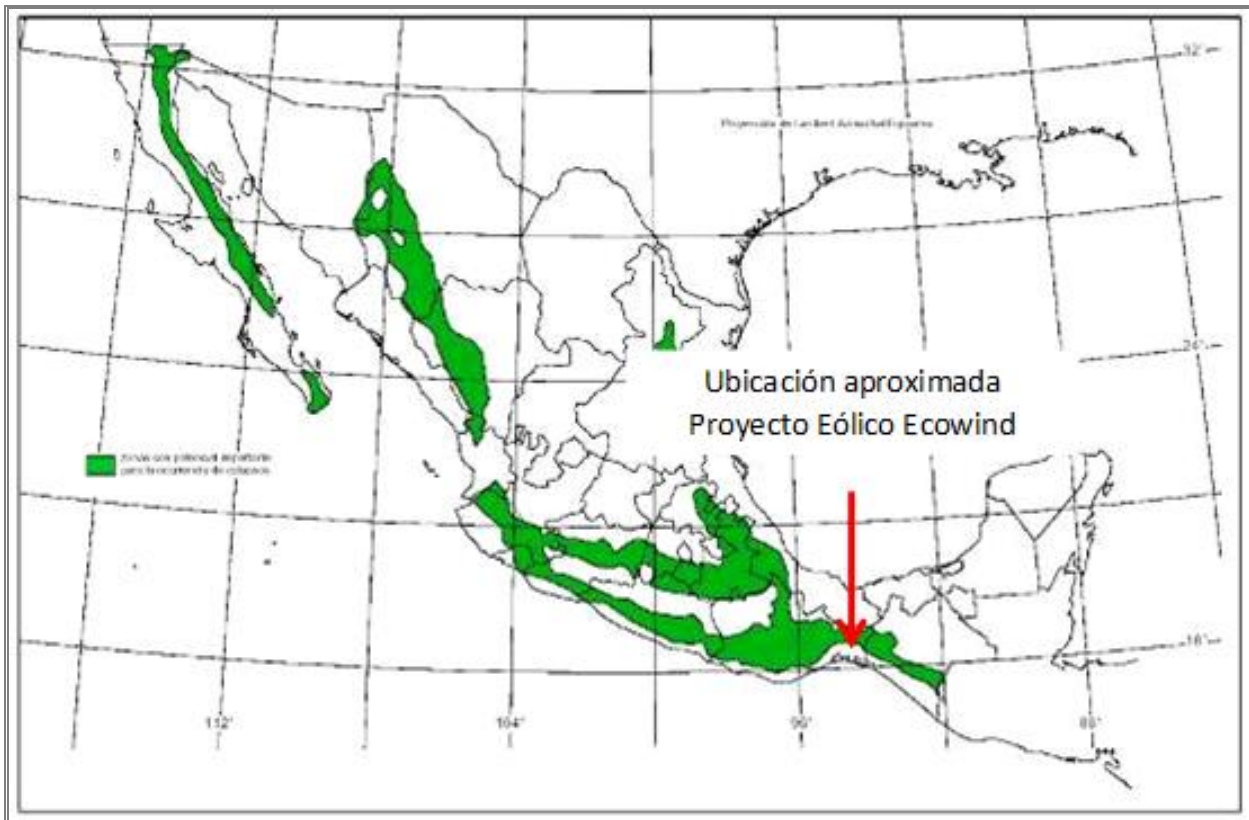


Figura 49. Inestabilidad de laderas naturales de México. Tomado de Zepeda y González (2001).

Actividad volcánica. El SAR del Proyecto no se encuentra ubicado cerca de volcanes o de zonas con registros de actividad volcánica en tiempos históricos. La *Figura 50* presenta la clasificación de los volcanes de México, según el Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana (Zepeda y González, 2001), mostrando los volcanes según su nivel de peligrosidad (mayor, intermedia y menor), así como las regiones monogenéticas y las calderas volcánicas con potencial latente.

El volcán de peligrosidad mayor más cercano al área de influencia y por consiguiente al SAR, es El Chichón o Chichonal, ubicado aproximadamente a 205 km de distancia en el estado de Chiapas. Aunque durante la violenta erupción de éste en el año 1982, que destruyó nueve poblaciones y causó alrededor de 2000 muertes, en la región del Istmo de Tehuantepec solo se observaron pequeñas cantidades de cenizas volcánicas en el aire sin mayores afectaciones.

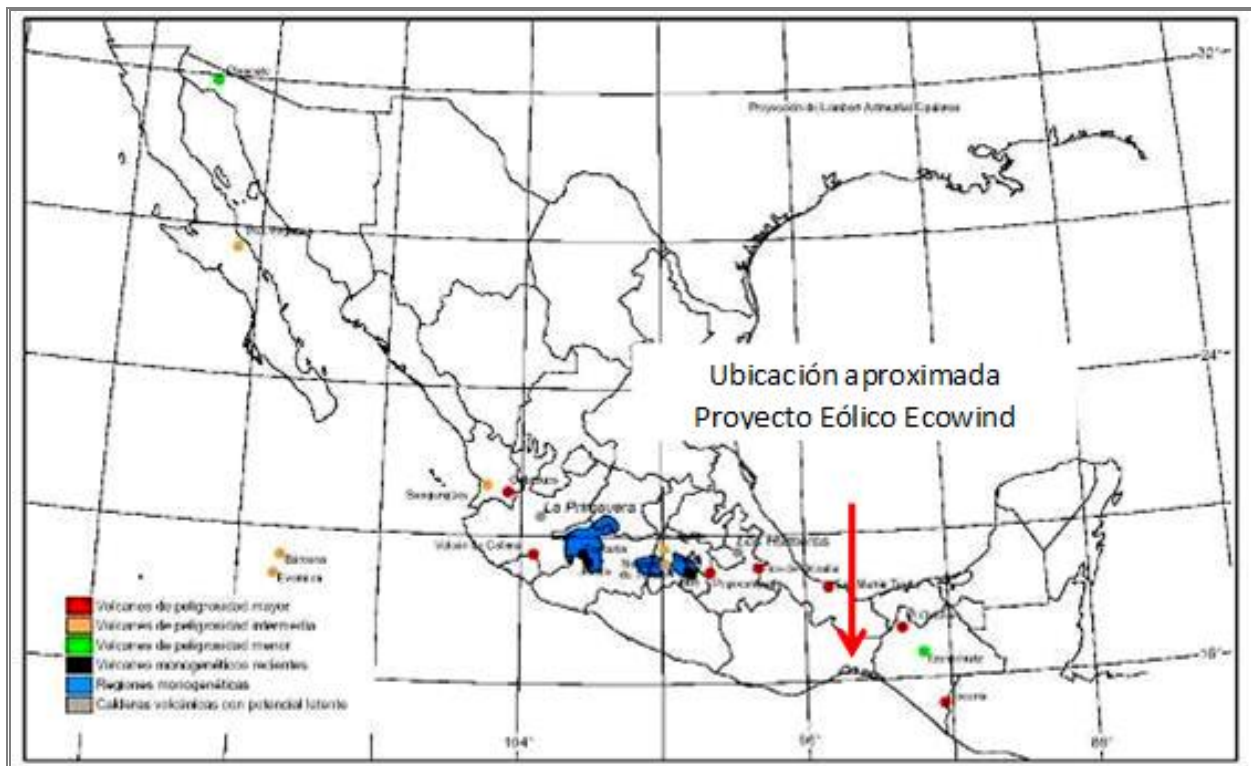


Figura 50. Vulcanismo activo, calderas y regiones monogenéticas de México. Tomado de Zepeda y González (2001).

IV.2.1.3 Suelo

El Proyecto, se localiza en el Distrito de Desarrollo Rural No. 107 "Istmo", en el extremo este del estado de Oaxaca. Dicho distrito cuenta con una superficie total de 26 214.37 km² (26% de la superficie total del estado). El SAR comprende una superficie de 23 303.42 ha., el cual el uso del suelo es principalmente para actividades agropecuarias como el pastoreo extensivo de ganado bovino y menormente se cultiva sorgo o maíz de temporal (*Figura 51 y Anexo IV-3*).

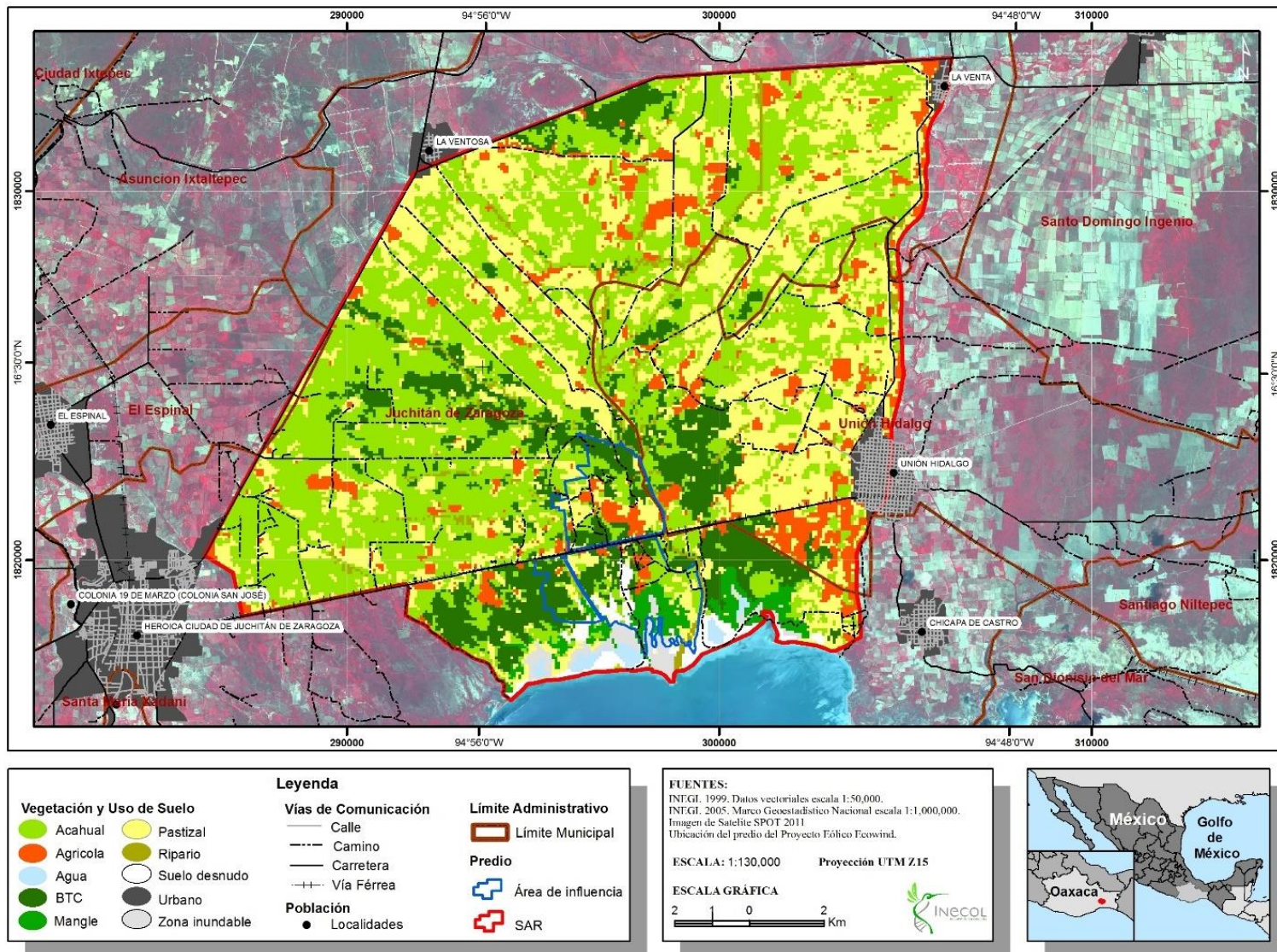


Figura 51. Vegetación y Uso de Suelo presentes en el SAR y Área de Influencia del Proyecto Eólico EcoWind.

Métodos

La metodología para la determinar los tipos de suelo presentes en el SAR consistió inicialmente en la revisión de cartas edafológicas del INEGI y CONABIO a diferentes escalas, reconociendo las unidades edáficas señaladas para esta región; posteriormente se realizó un recorrido por el área de influencia del proyecto identificando las diferencias superficiales en el suelo, como: color, pedregosidad, topografía y uso actual. Tomando en cuenta estas características se determinaron las zonas para excavar tres pozos edáficos dentro del área de influencia del proyecto (P1, P2, P3) para el reconocimiento de los diferentes horizontes de suelo. Cada pozo fue georreferenciado (*Cuadro 38*). Se identificaron los horizontes que forman el perfil edáfico y se tomó una muestra para cada horizonte (P1-1, P1-2, P2-1, P2-2, P3-1, P3-2) para su posterior análisis en laboratorio donde se determinaron sus principales características físico químicas como: color (Munsell), textura, densidad, pH, Materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico (*Figura 52*). Para completar el estudio a escala regional, tomando como referencia la cartografía edafológica se realizó un recorrido por el SAR, identificando y reconociendo cortes en el suelo ya existentes tanto naturales como artificiales donde se pudiera apreciar las características generales de cada unidad edáfica generando una vista edáfica (*Cuadro 39*) que permitiera complementar la información cartográfica.

Cuadro 38. Ubicación geográfica de los pozos edáficos dentro del Área de Influencia del proyecto.

	USO DEL SUELO	UTM		MSNM
Pozo 1	Vegetación secundaria de BTC	295637	1819999	9
Pozo 2	Vegetación secundaria de BTC	296193	1820593	6
Pozo 3	Vegetación secundaria de BTC	297461	1820260	8

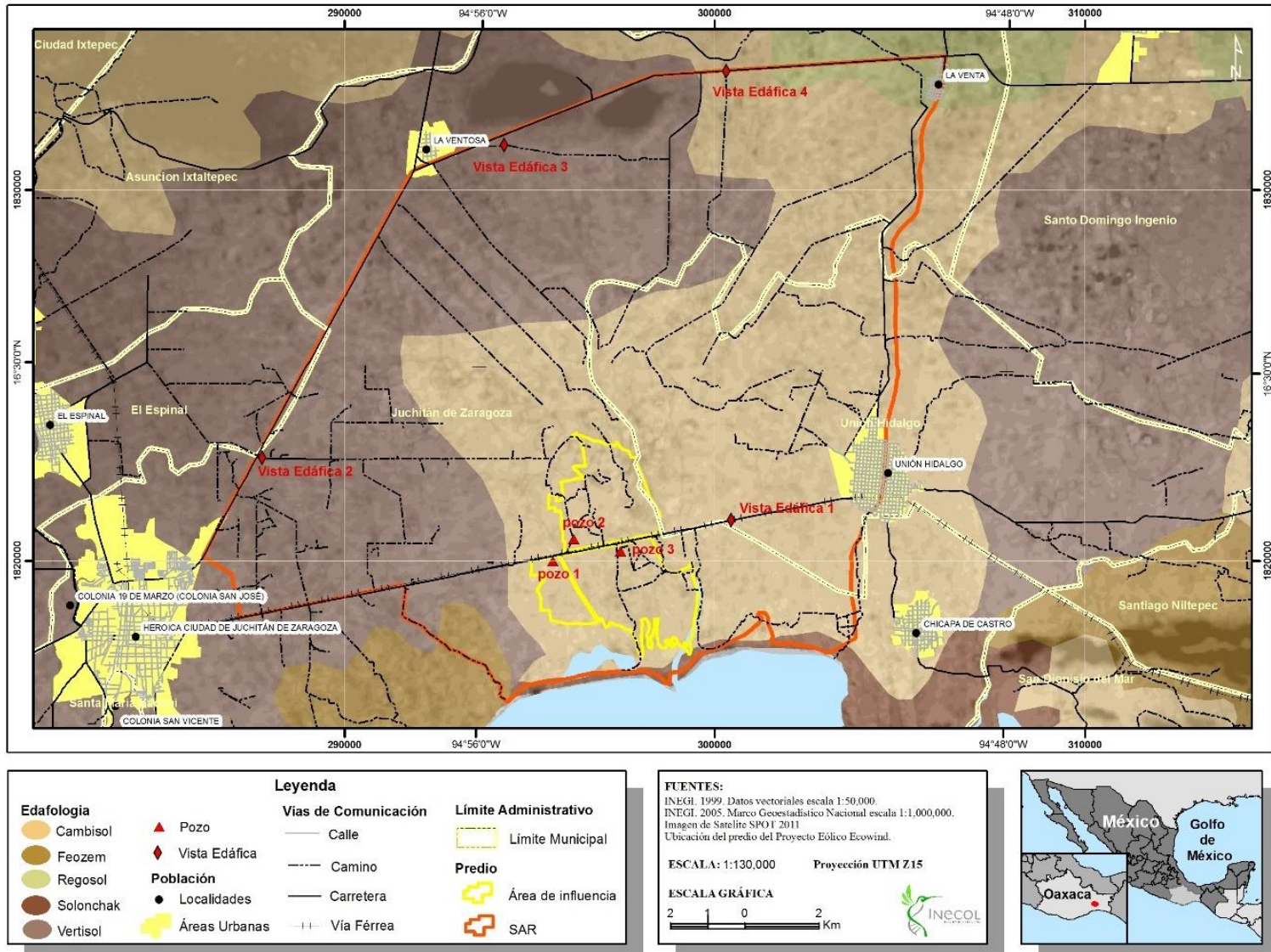


Figura 52. Mapa de los tipos de suelo en el predio, señalando los pozos edáficos y vistas edáficas.

Resultados

A continuación se describen los pozos, los horizontes y los tipos de suelos.

- **Pozo 1**

Este pozo fue establecido en la zona oeste de la zona del área de influencia del proyecto en las coordenadas 1819999 N y 295637 W a 8 msnm en una zona de vegetación secundaria con evidencias de pastoreo de ganado bovino. En este pozo se identificaron dos horizontes, el primero de los 0 a los 50 cm con un color en seco café grisáceo 5/2 10 YR y en húmedo café oscuro 3/3 10 YR de textura arcillosa y pH casi neutro (6.7). El segundo se encontró de los 50 cm a 100 cm color en seco café 5/2 7.5 YR y en húmedo café oscuro 3/2 7.5 YR de textura entre arcilla y arcilla arenosa, de pH casi neutro (7.3). Ambos perfiles presentaron ausencia de piedras (*Figura 53*).

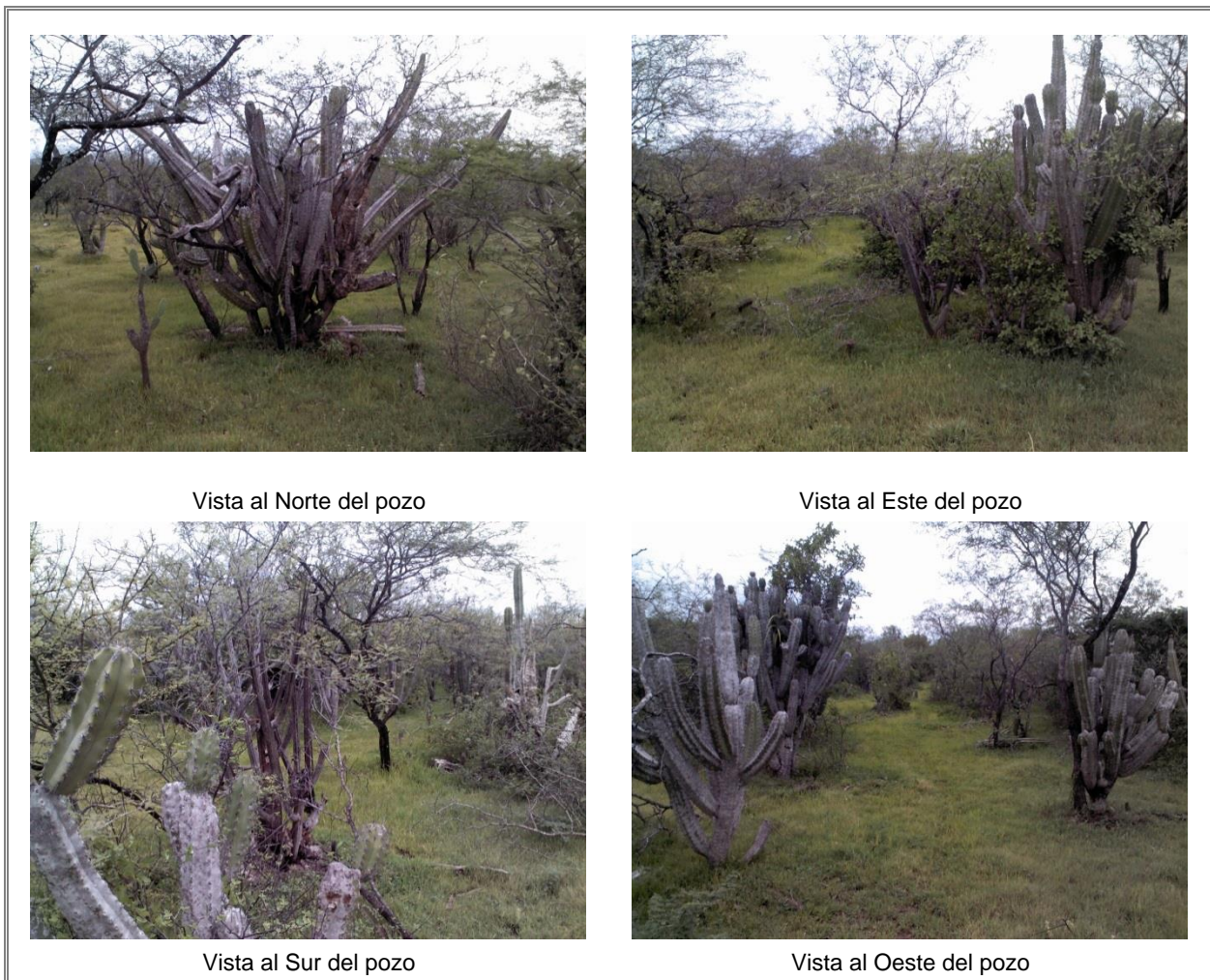




Figura 53. Perfil de suelo Pozo 1

Información General acerca del suelo en el Pozo 1

- Drenaje natural: Deficiente, con tendencia al anegamiento.
- Morfología general: Planicie
- Pendiente: No
- Condiciones de humedad del corte: seco
- Presencia de rocas superficiales: Escasa no mayores a 5 cm de diámetro
- Evidencia de erosión: Ninguna
- Influencia humana: Pastoreo ocasional.
- Profundidad: No determinada.
- Textura: arcilla
- Fertilidad: media
- Tipo de suelo: Cambisol

- **Pozo 2**

Este pozo fue establecido en la zona centro del área de influencia del Proyecto en las coordenadas 1820593 N y 296193 W a 6 msnm en una zona con vegetación secundaria. En este pozo también se identificaron dos horizontes, el primero de los 0 a los 60 cm con un color en seco café grisáceo oscuro 4/2 10 YR y en húmedo gris muy oscuro 3/2 7.5 YR, pH ligeramente ácido (6.3) y presentó textura de migajón arenoso. El segundo se encontró de los 60 cm a 100 cm color en seco café amarillento oscuro 4/4 10 YR y en húmedo café 4/3 YR presentó textura de arena migajosa y pH ligeramente ácido (5.6), ambos perfiles presentaron ausencia de piedras (*Figura 54*).



Vista al Norte del pozo



Vista al Este del pozo



Vista al Sur del pozo



Vista al Oeste del pozo



Figura 54. Perfil de suelo Pozo 2

Información General acerca del suelo

- Drenaje natural: Regular
- Morfología general: Planicie
- Pendiente: No
- Condiciones de humedad del corte: seco
- Presencia de rocas superficiales: Escasa no mayores a 5 cm de diámetro
- Evidencia de erosión: Ninguna
- Influencia humana: Pastoreo ocasional
- Profundidad: No determinada
- Textura: arcilla
- Fertilidad: Arena migajosa
- Tipo de suelo: Cambisol

- **Pozo 3**

Este pozo se ubicó en la zona este del predio dentro de vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio en las coordenadas 1820260 N y 297461 W a una altura de 8 msnm. Se reconocieron dos horizontes edáficos, el primero de 0 a 50 cm formado por un suelo de color en seco café 5/3 10 YR y en húmedo café grisáceo oscuro 4/2 10 YR, de textura migajón arcillo arenoso, y pH ligeramente ácido (6.4). El segundo horizonte fue de los 50 a los 100cm de color en seco café pálido 6/3 10 YR y en húmedo café amarillento 5/4 10 con textura arcilla y pH ligeramente alcalino (7.7) (Figura 55).





Figura 55. Perfil de suelo pozo 3

Información General acerca del suelo

- Drenaje natural: Regular
- Morfología general: Planicie
- Pendiente: No
- Condiciones de humedad del corte: seco
- Presencia de rocas superficiales: Escasa no mayores a 5 cm de diámetro
- Evidencia de erosión: Ninguna
- Influencia humana: Pastoreo ocasional.
- Profundidad: No determinada.
- Textura: migajón - arcilla
- Fertilidad: media
- Tipo de suelo: Cambisol

Cuadro 39.Ubicación geográfica de las vistas edáficas dentro del SAR.

VISTAS	USO DEL SUELO	UTM		MSNM
Vista Edáfica 1	Agropecuario	300442	1821097	5
Vista Edáfica 2	Agropecuario	287783	1822785	26
Vista Edáfica 3	Agropecuario	294320	1831209	17
Vista Edáfica 4	Agropecuario	300316	1833199	19



Vista edáfica 1
Representa a un suelo tipo Cambisol



Vista edáfica 2
Representa a un suelo tipo Vertisol



Vista edáfica 3
Representa a un suelo tipo Vertisol



Vista edáfica 4
Representa a un suelo de tipo Cambisol

Conclusión

Las cartas edafológicas señalan que para el SAR se encuentran principalmente cambisoles y en la parte oeste se encuentran vertisoles siendo estas dos unidades edáficas las de mayor relevancia para el SAR. Dentro del área de influencia del proyecto solo se encuentran suelos cambisoles formados por materiales no consolidados, característicos de las planicies tropicales secas que originalmente pudieron ser selvas bajas caducifolias (bosque tropical caducifolio) pero con la intervención humana se han utilizado para labores pecuarias. Sus horizontes superiores son de coloración oscura con presencia de materia orgánica.

De manera general las características físicas y químicas de los suelos dentro del SAR y área de influencia del Proyecto efectivamente corresponden al tipo Cambisol (*Anexo IV-4 Análisis físico químico de suelos*).

A continuación se describen las principales características de los tipos de suelo encontrados dentro del SAR como del área de influencia.

• Vertisol

Los vertisoles se encuentran en la región oeste del SAR, pero no se encuentran presentes dentro del área de influencia del proyecto. El término vertisol deriva del vocablo latino vertere que significa “verter” o “revolver”, haciendo alusión al efecto de batido y mezcla provocado por la presencia de arcillas hinchables. Se han formado a través de lutitas, areniscas, calizas, conglomerados, rocas ígneas básicas y aluviones. El horizonte A que presentan es profundo, de textura arcillosa o de migajón arcilloso, que debido a su alto contenido de material fino (arcillas montmorinólicas) los hace compactos y masivos al estar secos y muy adhesivos y expandibles cuando se humedecen. Estos cambios provocan la formación de grietas en su superficie de por lo menos un centímetro de ancho. Su contenido de materia orgánica es medio y la capacidad para absorber cationes de calcio, magnesio y potasio va de alta a muy alta; encontrándose a disposición de las plantas cantidades altas de los dos primeros elementos, y bajas del último.

De manera general lo que impone restricciones para su manejo es el alto porcentaje de arcilla que los integra, pues deben tener un grado de humedad adecuado, de otra forma si están muy secos o tienen exceso de agua es difícil introducir los implementos de labranza. En estos suelos se pueden cultivar pastos, se realizan actividades agrícolas de temporal y de riego, además se desarrollan pastos inducidos, selva mediana subperennifolia y baja caducifolia en estado secundario.

- **Cambisol**

Los cambisoles se encuentran en toda el área de influencia del proyecto. El término cambisol deriva del vocablo latino *cambiare* que significa “cambiar”, haciendo alusión al principio de diferenciación de horizontes manifestado por cambios en el color, la estructura o el lavado de carbonatos, entre otros. Se localizan en lomeríos de pendientes suaves, sierras de laderas tendidas y algunas zonas de llanuras inundables, donde los climas son templados, semicálidos y cálidos, húmedos y subhúmedos, que propician el crecimiento de una variada gama de asociaciones vegetales. Estos suelos se formaron a partir de calizas, conglomerados, rocas ígneas y aluviones. Están constituidos por un horizonte A ócrico de color pardo amarillento, pardo rojizo, o gris oscuro, con textura de arena migajosa a migajón arcilloso, el cual descansa sobre un horizonte B cámbico cuyo color es pardo pálido, pardo rojizo oscuro o gris muy oscuro, en tanto que su textura varía de migajón arenoso a arcillo-arenoso.

Los cambisoles pueden ser de tres tipos, éutricos, gléycos y ferrálicos; los éutricos son de ligera a moderadamente ácidos, con capacidad media de intercambio catiónico y contenidos medios de calcio y magnesio y bajos de potasio. Tales características les confieren buena fertilidad. Los gléycos y ferrálicos, en cambio, son ácidos (con pH hasta de 4,0), con baja capacidad de intercambio catiónico y pobres en nutrientes, debido a lo cual sus rendimientos en las actividades agrícolas son poco considerables. Para su uso en dicha actividad es conveniente agregarles cal, con el fin de aumentar el pH, y fertilizantes. Se hallan asociados a vertisoles y fluvisoles.

Los suelos del SAR son característicos de planicies costeras, medianamente fértiles, tienen como principal limitante la disposición del agua que depende directamente de las lluvias estacionales. En la zona sur del SAR se presentan problemas de salinidad por su cercanía a la laguna. Al ser terrenos planos no tienen mayor problema de erosión, pero debido a su textura pueden presentar un drenaje lento lo que puede ocasionar encharcamientos durante la época de lluvias.

IV.2.1.3 Hidrología superficial y subterránea

Metodología

La metodología para la descripción de la hidrología presente en el SAR se basó en la información más reciente de diferentes fuentes bibliográficas y cartográficas tanto de la CONAGUA como del INEGI. además de la revisión documental se realizó un recorrido prospectivo para obtener elementos a mayor detalle respecto de la situación actual de la hidrología local, en este se

buscaron indicadores hidrológicos como aguajes, jagüeyes, pozos, cauces de escurrimientos y obras de riego, así mismo también se obtuvieron referencias de algunos ejidatarios que han excavado pozos en busca del manto freático.

Recursos hidrológicos

El área de influencia y el SAR del Proyecto se ubican en la Subregión V.5 Complejo Lagunar, de la Región Hidrológico-Administrativa V, Pacífico Sur de la CONAGUA (Figura 56), que toma su nombre del conjunto de lagunas que se ubican en ella, incluyendo la Laguna Superior, la Laguna Inferior, la Laguna Oriental y el Mar Muerto, las Bahías de Salina Cruz y La Ventosa. La subregión se integra por 23 municipios, todos dentro del estado de Oaxaca, con una superficie de 7 223 km2, y sus principales corrientes son los Ríos Los Perros, Espíritu Santo, Santo Domingo, Cazadero, Niltepec, Ostuta y Novillero (CNA, 2003).

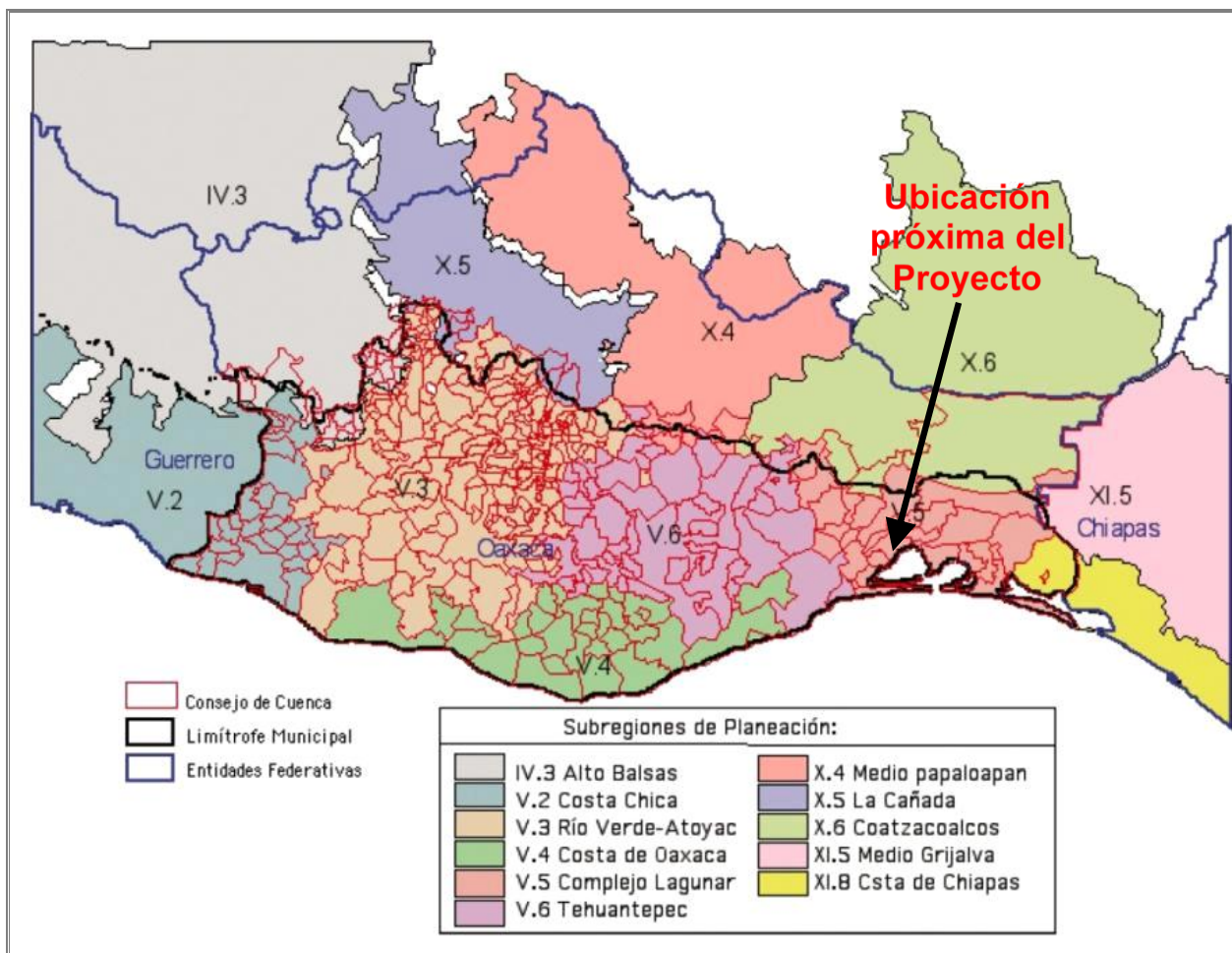


Figura 56.Región Hidrológico-Administrativa V Pacífico Sur (Subregión V.5 Complejo Lagunar) de la CONAGUA.

El balance y disponibilidad de aguas de las corrientes principales de la Subregión Complejo Lagunar se muestra en el *Cuadro 40*. El río de mayor importancia de la Subregión es el Río Los Perros, que nace de la conjunción de tres corrientes que escurren de montañas próximas a Guevea de Humboldt y del Cerro Las Flores. Pasa por las poblaciones de Ixtepec, Ixtaltepec y Juchitán, y desemboca en la Laguna Superior al oriente de Santa María Xadani. Lleva ese nombre ya que en su curso alto existió una importante colonia de nutrias, a las que también se conoce como perros de agua. Entre el Río Los Perros y el Río Tapanatepec, descienden ríos de cuencas cortas de poca longitud, que se relacionan a continuación: Espíritu Santo (Chicapa o Santo Domingo), Cazadero, que desemboca en la Laguna Superior; Niltepec, que desemboca en la Laguna Inferior y Ostuta, que desemboca en la Laguna Oriental.

Cuadro 40. Balance y disponibilidad de aguas superficiales de la Subregión V.5 Complejo Lagunar, Oaxaca. Tomado de CNA, (2003).

VARIABLE		RÍO LOS PERROS	RÍO ESPÍRITU SANTO	RÍO NILTEPEC	RÍO OSTUTA
Superficie Hidrológica (km ²)		1998,01	1865,09	391,43	1540,48
Esguerrimiento virgen por cuenca propia (hm ³)		228,74	386,72	138,52	1047,09
Extracciones para usos consuntivos en la cuenca (hm ³)		0,42	5,14	0,03	0,8
Evaporación en vasos de almacenamiento (hm ³)		0	0	0	0
Exportaciones (hm ³)		0	0	0	0
Importaciones (hm ³)		701,23	0	0	0
Esguerrimiento aguas abajo inferido (hm ³)		228,32	381,57	138,69	1046,3
Disponibilidad	DR	9,83	8,93	9,98	9,93
	Cond	Abundancia	Disponibilidad	Abundancia	Abundancia
DR: Disponibilidad relativa; COND: Condición de disponibilidad.					

Los esguerrimientos de la Subregión, son de 1 801,27 hm³, aunados a la importación de agua procedente de la subregión Tehuantepec, suman un volumen anual de 2 502,5 hm³, de los cuales 707,62 hm³/año se dedican a diversos usos consuntivos, principalmente para cubrir las demandas del uso agrícola del Distrito de Riego 019 Tehuantepec, de donde resulta una disponibilidad o cantidad excedente de agua, accesible para satisfacer las necesidades de nuevos aprovechamientos o para cubrir las demandas del crecimiento (CNA, 2003). El área de influencia y por lo tanto el SAR no se ubican dentro de los límites de ninguna Región Prioritaria para la Conservación de CONABIO (Arriaga et al, 2002).

Hidrología superficial

El área de influencia y por ende el SAR del Proyecto, se localiza en la parte oriental de la Región Hidrológica 22 (RH 22) (Anexo IV.5), en el Istmo de Tehuantepec (Figura 57). La RH 22 limita al oeste con la RH 20 Costa Chica de Guerrero, al sur, con la RH 21 Costa de Oaxaca, al este con las RH 23 Soconusco y RH 30 Río Grijalva, y al norte, con las RH 28 Río Papaloapan y RH 29, Río Coatzacoalcos. (Figura 58. 7 y Figura 59).

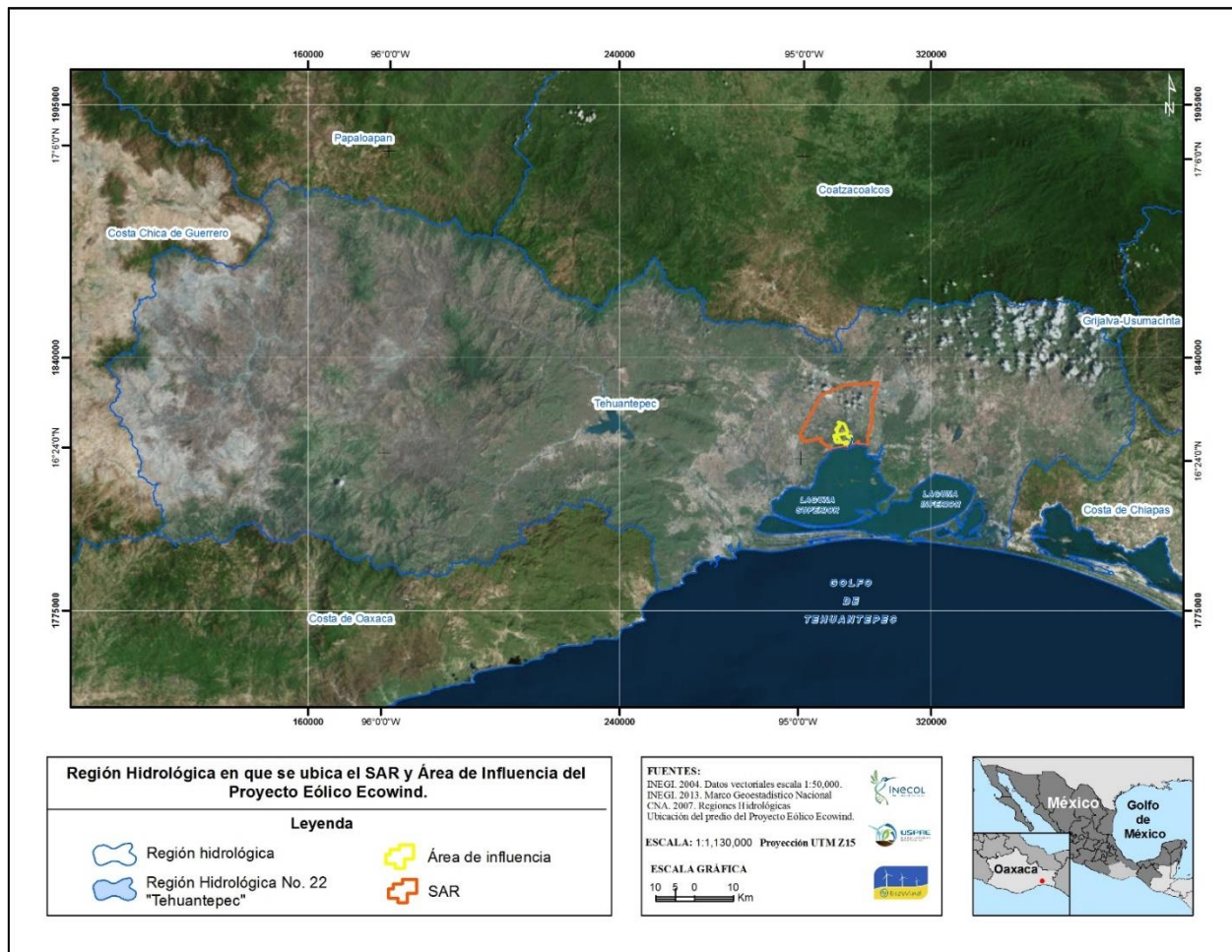


Figura 57. Ubicación del Proyecto Eólico Ecwind, en la Región Hidrológica No. 22 "Tehuantepec".

La porción occidental de la RH 22 se encuentra ocupada por la cuenca del río Tehuantepec, cuya vertiente Sur pertenece a la Sierra Madre del Sur y drena por los ríos Amarillo y Tequisistlán; la vertiente Norte drena la ladera de la Sierra de Zongolica, continuación de la Sierra Madre Oriental, al Sur de la Faja Volcánica Transmexicana, por el colector principal, el río Tehuantepec, que vierte sus aguas al Golfo de Tehuantepec, en el puerto de Salina Cruz. La presa Benito Juárez capta el

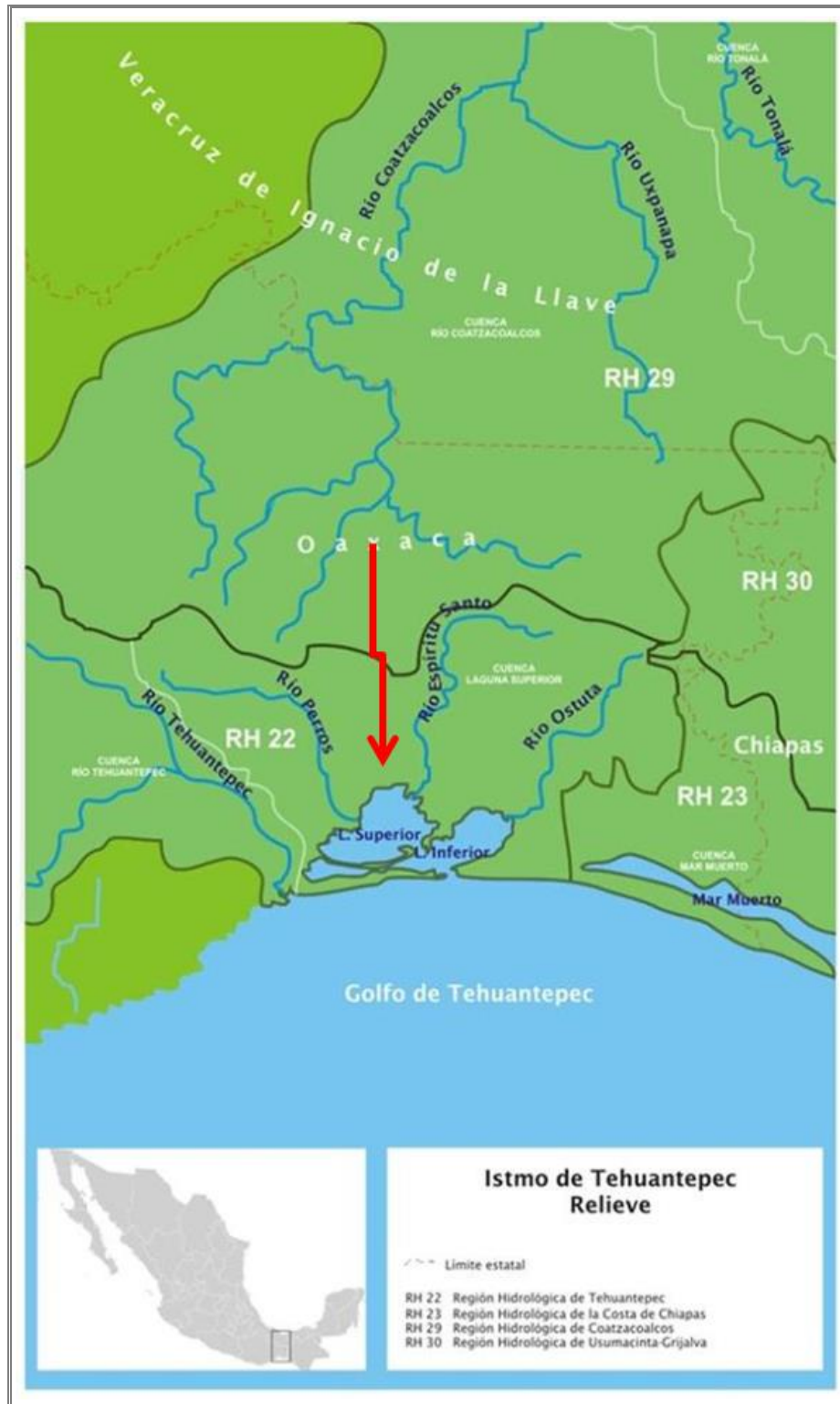


Figura 59. Ubicación del Proyecto y la RH 22 en relación con el Istmo de Tehuantepec.

El Municipio de Asunción Ixtaltepec, es abastecido de recursos hidrológicos, principalmente para riego, desde la Presa Benito Juárez, además del caudal aportado por el Río Los Perros que atraviesa la cabecera municipal, el río Verde que corre en las comunidades de Mena Nizanda, La Mata, y el Río Chivixhuyo, el cual se localiza en la agencia municipal del mismo nombre, aunque presentan pérdidas importantes de agua por filtración y evaporación, provocando ineficiencia en los sistemas de producción, según lo señala el propio Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013 del Municipio de Asunción Ixtaltepec.

La corriente hidrológica más cercana al área de influencia del proyecto y del SAR es el Río Los Perros, que fluye en dirección NE-SW a unos 8 km al SE, y atraviesa las poblaciones de Cd. Ixtepec, Asunción Ixtaltepec, El Espinal y Juchitán de Zaragoza, antes de desembocar en la Laguna Superior.

Este río se encuentra muy deteriorado por ser receptor de una gran cantidad de desechos residuales que se tiran en él, al cruzar por otras comunidades antes de llegar a Asunción Ixtaltepec, por lo que sus aguas llegan ya con un alto grado de contaminación. Además, el fuerte comportamiento estacional de la precipitación y los escurrimientos superficiales de la región, hacen que el río ya no pueda ser aprovechado para abastecimiento de agua, consumo humano, o agricultura. Asimismo, ha servido como banco de arena donde la población obtiene material para la construcción. Sin embargo, durante la época de lluvias es frecuente el desbordamiento de este río afectando a la población.

Dentro del SAR existen cuerpos de agua temporales como aguajes o jaueyes cuya superficie varía con la temporada del año, pudiendo llegar a desaparecer en época de estiaje, estos son utilizados principalmente para la ganadería. *Figura 60 y Anexo IV-6.*



Figura 60. Cuerpo de agua temporal utilizado para la ganadería en la zona este del SAR

Hidrología Local (Área de Influencia del proyecto)

La hidrología dentro del área de influencia del Proyecto está formada principalmente por escurrimientos intermitentes con actividad solamente en la temporada de lluvias, el cauce de estas corrientes intermitentes está situado principalmente en la parte sur, las características de cauce (profundidad y taludes) indican que al ser una corriente intermitente es un flujo laminar de baja consideración. El área de influencia del Proyecto colinda con el río “Espíritu Santo” (*Figura 61 y Figura 62*) el cual se origina en la serranía del Tolistoque, uno de sus afluentes pasa por la población de La Ventosa tiene una longitud aproximada de 40 Km. Según datos de la CNA este río tiene una superficie hidrológica de 1866 km², posee un escurrimiento virgen por cuenca de 386.72 hm³ con un estimado de usos consuntivos de 5.14 hm³ por lo que esta cuenca está en la categoría como “Disponible” (*Anexo IV.7*).



Figura 61. Vista hacia el N del Río Espíritu Santo en el lugar conocido como El Estero.

Como se ha mencionado el área de influencia del Proyecto tiene como limite al este el río Espíritu Santo, en el lugar denominado como “El Estero” el día 16 de agosto del 2013 se tomó una muestra de agua con la finalidad de conocer las condiciones actuales y de primera mano sobre la calidad del agua en este lugar. Estos análisis se realizaron en un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) en análisis de agua donde se obtuvieron los siguientes resultados (*Figura 63*).



Figura 62. Vista hacia el S del Río Espíritu Santo en el lugar conocido como El Estero.

De estos resultados podemos decir que: El agua en la zona del estero posee sólidos disueltos totales por encima de la NOM-AA-093-SCFI-2001, es un agua ligeramente dura, con presencia importante de cloruros y existe evidencia de coliformes por lo que se considera no apta para el consumo humano.

Existen tres escurrimientos que tienen su origen en la serranía del Tolistoque y atraviesan de norte a sur el área de estudio, dos son temporales y uno forma parte de un canal de riego. De oeste a este los dos primeros desembocan en la laguna superior y el tercero en el Río Espíritu Santo. Dichos escurrimientos poseen un cauce variable que disminuye considerablemente incluso llegando a desaparecer durante la temporada de estiaje (*Figura 64*) (*Anexo IV.8*).

PARAMETRO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS	ESPECIFICACIONES PERMISIBLES*	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 mL	CCAYAC-M-004/7	NO DETECTABLES	>8,0
COLIFORMES FECALES	NMP/100 mL	CCAYAC-M-004/7	NO DETECTABLES	>8,0

* PARA REFERENCIA DEL CLIENTE DE ACUERDO A LA MODIFICACION A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, SALUD AMBIENTAL. *AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO - LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION.

NOTAS:

INTERPRETE EL VALOR < 1,1 COMO NO DETECTABLE

- PARA COLIFORMES TOTALES, PRUEBA PRESUNTIVA EN CALDO LAURIL TRIPTOSA, INCUBACION 24 A 48 ± 2 HORAS A 35 ± 0,5 °C Y PRUEBA CONFIRMATIVA EN CALDO VERDE BRILLANTE BILIS AL 2%, INCUBACION 24 A 48 ± 2 HORAS A 35 ± 0,5 °C.
- PARA COLIFORMES FECALES, PRUEBA PRESUNTIVA EN CALDO LAURIL TRIPTOSA, INCUBACION 24 A 48 ± 2 HORAS A 35 ± 0,5 °C Y PRUEBA CONFIRMATIVA EN CALDO EC, INCUBACION 24 ± 2 HORAS A 44,5 ± 0,2 °C.

PARAMETROS FISICOQUÍMICOS Y ORGANOLÉPTICOS					
PARAMETRO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS	LIMITES PERMISIBLES (A)	LIMITES PERMISIBLES (B)	RESULTADO
COLOR	UNIDADES DE COLOR PtCo	METODO ESPECTROFOTOMÉTRICO (SENSIBILIDAD DE 0 A 500UNIDADES)	20		10
OLOR	NA	NOM-201-SSA1-2002	AGRADABLE		INODORO
TURBIEDAD	UTN	METODO ESPECTROFOTOMÉTRICO (SENSIBILIDAD DE 0 A 450 FTU)	5		3
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES 1	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001		60	5,00
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES 1	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001	1000,00		1 686,00
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA 1	mS/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000	NO APLICA	NO APLICA	2,11
NITRITOS	mg/L	METODO ESPECTROFOTOMÉTRICO (SENSIBILIDAD DE 0 A 0,300 mg/L)	1,0		0,003

(A) LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION DE ACUERDO A LA MOD NOM-127-SSA1-1994, SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO.

(B) DE ACUERDO A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMARNAT-1996, "QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES" RIOS. PROTECCIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA. PROMEDIO DIARIO.

1: PARAMETRO ACREDITADO

PARA REFERENCIA DEL CLIENTE INTERPRETAR EL RESULTADO INODORO COMO AGRADABLE CON RESPECTO A LA MOD NOM-127-SSA1-1994. INTERPRETAR LA COMA (,) COMO SIGNO DECIMAL. DE ACUERDO A LA NOM-008-SECOFI-2002

PARAMETROS FISICOQUÍMICOS					
PARAMETRO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS	LIMITES PERMISIBLES (A)	LIMITES PERMISIBLES (B)	RESULTADO
NITRATOS	mg/L	METODO ESPECTROFOTOMÉTRICO (SENSIBILIDAD DE 0 A 4,5 mg/L)	10,0		1,76
DBO DIA 5/20°C.1	mg/L	NMX-AA-028-SCFI-2001		60	5,49
GRASAS Y ACEITES 1	mg/L	NMX-AA-005-SCFI-2001		25	< 9,00
DUREZA TOTAL como CaCO3	mg/L	METODO ESPECTROFOTOMÉTRICO (SENSIBILIDAD DE 0 A 4 mg/L)	500,00		570,00
CLORUROS COMO Cl-	mg/L	MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO SENSIBILIDAD DE (0 A 20,0 mg/L)	250,00		590,59
SAAM	mg/L	MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO SENSIBILIDAD DE 0 A 0,275 mg/L)	0,50		NO DETECTADO
FOSFATOS	mg/L	MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO SENSIBILIDAD DE 0 A 45,0 mg/L)	NO APLICA	NO APLICA	NO DETECTADO

(A) LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION DE ACUERDO A LA MOD NOM-127-SSA1-1994, SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO.

(B) DE ACUERDO A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMARNAT-1996, "QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES" RIOS. PROTECCIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA. PROMEDIO DIARIO.

1: PARAMETRO ACREDITADO

Figura 63. Resultados de los análisis sobre calidad del agua.

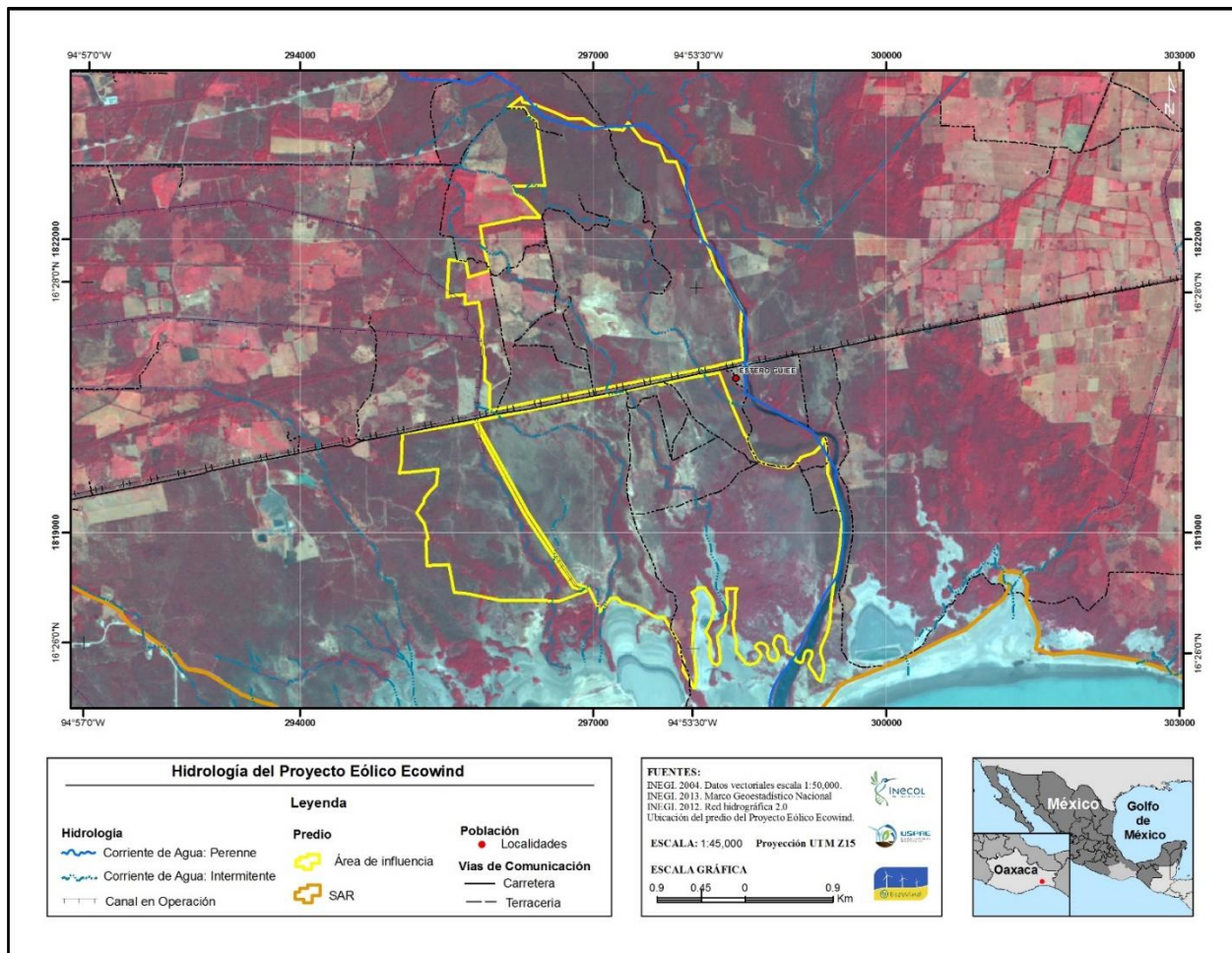


Figura 64. Hidrología en el área de influencia, Proyecto EcoWind.

Hidrología subterránea

En la subregión Complejo Lagunar en la cual se localiza el SAR se encuentra inscrito sólo un acuífero que es el denominado Ostuta, con superficie de 1 300 km², que recibe como recarga renovable un volumen de 8 hm³/año, frente a una extracción, que se realiza a través de 49 obras de alumbramiento, de 2,62 hm³/ año destinados a satisfacer las demandas de diversos usos consuntivos. La diferencia entre la recarga y la extracción o lo que se conoce como reserva excedente es de 5,6 hm³/año, lo que la permite calificar como subexplotada, con disponibilidad de agua subterránea para todos los usos sin restricciones (CNA, 2003).

IV.2.2 ASPECTOS BIÓTICOS

La flora de México es una de las más variadas y complejas del planeta. Con respecto a su riqueza florística se han hecho diversas estimaciones, que oscilan entre 22 000 (Rzedowski 1991b) y 31 000 especies (Rzedowski 1991a, 1991b; Toledo 1993; Villaseñor 2003, 2004). Desde el punto de vista biológico, el Estado de Oaxaca está considerado como el tercero más diverso de la República Mexicana (Rzedowski, 1978). Su complejidad orográfica, la influencia de dos océanos (Atlántico y Pacífico) y su historia geológica han contribuido de manera conjunta para dar como resultado una infinita cantidad de hábitat y con ello una vasta diversidad biológica (Salas-Morales, 2003). Lo anterior está reflejado en un complejo mosaico de comunidades vegetales cuya riqueza florística está estimada entre 8 000 y 9 000 especies (Toledo, 1988; Lorence-García Mendoza, 1989; Rzedowski, 1991).

IV.2.2.1. Vegetación terrestre

El estado de Oaxaca está dividido en diez provincias fisiográfico-florísticas de las cuales, García-Mendoza y Torres-Colín (1999) consideran que, la provincia denominada como del Istmo de Tehuantepec, en la cual se circunscribe el Proyecto, es una de las mejor conocidas y estudiadas.

El Istmo de Tehuantepec es una zona que funciona como un puente para el intercambio de especies silvestres de flora y fauna entre las vertientes Atlántica y Pacífica (Pérez-García et al., 2001); sin embargo, también funciona como una barrera biogeográfica para las especies de flora y fauna que no son capaces de atravesar sus tierras bajas. Su ubicación geográfica se considera privilegiada por estar situado en el punto de convergencia entre las dos zonas biogeográficas la Neártica y la Neotropical (Wendt, 1998; Peterson et al., 1999). En general esta zona corresponde a las áreas con clima cálido húmedo a semihúmedo, que en conjunto constituyen la “tierra caliente” de la República Mexicana, presentan una flora variada y rica en especies arbóreas y arbustivas, que son las que dominan la mayor parte del territorio de la región.

De acuerdo con la clasificación para la vegetación de México (Rzedowski, 1978), la cubierta vegetal que caracteriza la zona en donde se pretende instalar el Proyecto, corresponde al tipo de vegetación denominado como Vegetación Secundaria, Bosque tropical caducifolio; también conocido como selva baja caducifolia (Miranda y Hernández X., 1985) y Manglar.

El Bosque tropical caducifolio (dada su distribución y superficie ocupada) es la cubierta vegetal que determina la fisonomía estructural de la mayor parte del paisaje y muy probablemente influye en muchos procesos funcionales del ecosistema. Este tipo de cobertura se extiende por toda la zona desde las cimas y laderas de los cerros ubicados al norte, hasta la planicie formada en el valle (sur-suroeste) en donde este tipo de bosque se vuelve más bajo y espinoso, por lo que algunos autores lo clasifican como matorral espinoso o xerófilo. Para un mejor manejo de la información y descripción de la cubierta vegetal, la zona de estudio se dividió en dos unidades territoriales: El Sistema Ambiental Regional (SAR) constituido por una microcuenca hidrológica y el área de influencia constituida por el área que ocupará el Proyecto, este último contenido por el primero.

El SAR y por ende el área de influencia, presentan una cubierta vegetal a manera de un mosaico o red de comunidades vegetales características del trópico seco, en donde la cubierta vegetal refleja las modificaciones hechas por el hombre en la cobertura vegetal, las cuales han derivado en la presencia de Vegetación Secundaria con diferentes estadios sucesionales. Siendo este tipo de comunidad vegetal la principal representante de la cubierta vegetal del SAR.

Método

- **Clasificación supervisada de uso de suelo y vegetación**

Para determinar el uso de suelo y vegetación del SAR y el área de influencia (AI) se actualizó una clasificación previa de la zona (Marzo, 2011) con la ayuda de una imagen de satélite LANDSAT 8 OLI con fecha de 13 de Enero de 2015 con una resolución espacial de 30 m. Se trató de que la imagen adquirida fuera de meses secos para poder estimar de una manera más adecuada la vegetación, y desde luego, para que el porcentaje de nubosidad en la imagen sea el mínimo y ello permita aprovechar la imagen al máximo y no tener pérdida de datos.

Se usó el software ERDAS 9.1 para unir las bandas de la imagen de satélite y realizarle un corte (mask) a la escena del satélite con la finalidad de excluir áreas que no interesan para el análisis.

Para realizar la clasificación supervisada de uso de suelo y vegetación fue necesario realizar trabajo de campo para obtener mediante un GPS la localización geográfica de puntos de muestreo y verificación de los distintos tipos de vegetación encontrados dentro del SAR y área de influencia. tales como Agrícola, Agua, BTC, Mangle, Pastizal, Ripario, Suelo desnudo, Urbano, Vegetación Secundaria de BTC y Zona inundable. En cada punto de verificación se tomaron fotos del sitio (*Anexo VIII.1, Figura 65*).

De vuelta en el trabajo de gabinete se cargaron en el software ArcMap 9.3 los puntos marcados en campo con el GPS para visualizar en conjunto con la imagen de satélite los sitios en los que se tomó la coordenada; y mediante ello apreciar visualmente las características de color y textura que muestra la imagen en el sitio que se visitó en campo y en cual se verificó la vegetación.

Entonces, tomando en cuenta las observaciones de los recorridos de campo y la interpretación visual de la imagen satelital se procedió a crear más puntos en la computadora tomando en cuenta las características de textura y color de la imagen; dichos puntos reciben el nombre de sitios de entrenamiento y son de gran ayuda para realizar la clasificación supervisada.

Luego de ello se generó un buffer o área de influencia con radio de 50 m para cada sitio de entrenamiento, ello con la finalidad de que el punto fuera un área de mayor tamaño y abarcara una superficie más extensa en la imagen para obtener más píxeles similares al sitio, mismos que serían de gran utilidad para realizar la clasificación supervisada.

Posteriormente se realizó la clasificación supervisada empleando la combinación de bandas RGB 4-2-3. Para ello se empleó el software ENVI 4.8 y los buffers de los sitios de entrenamiento los cuales fueron convertidos a formato ROI, en donde el software creó las firmas espectrales de cada sitio de entrenamiento las cuales reflejan distintos patrones espectrales para cada uso del suelo.

Luego de haber generado los ROI el software determina las similitudes en toda la imagen, esto según los píxeles y las firmas espectrales. El proceso es largo y ligeramente complicado, puesto que por lo general el SIG tiende a confundir en ocasiones las firmas espectrales y hay que ayudarle creando nuevos sitios de entrenamiento o eliminando los existentes.

Finalmente, después de haber generado varias clasificaciones se tomó la que más se asemejaba a la realidad y que no confundía distintos usos de suelo o de vegetación. Se procedió convirtiéndola de formato raster a vector en ArcMap 9.3 para aplicarle una primera limpieza a la clasificación.

Luego de que realizó dicho proceso, se procedió a realizarle una minuciosa limpieza visual-manual a toda la clasificación; corroborándola con la imagen de satélite de fondo, ello para constatar que no hubiera zonas que se confundieran con otro tipo de vegetación y si fuera así recodificar o editar la zona que tenga error.

Cabe destacar que para obtener dicha clasificación supervisada algo que también fue de ayuda fue el empleo de distintas fuentes de información para comprobar la clasificación, tales como el caso del Inventario Nacional Forestal CONAFOR 2007, la Vegetación y Uso de Suelo Serie V de INEGI, o incluso una sencilla aplicación que vincula al SIG ArcMap 9.3 con Google Earth y se puede visualizar la misma zona en ambos software. Con todo lo anterior se generó un mapa actualizado de la vegetación y uso del suelo para el SAR y AI (*Figura 66, Anexo IV.10*). En el *Cuadro 41* se presenta una tabla comparativa de la nomenclatura de los tipos de Uso de Suelo y Vegetación utilizada en este estudio con respecto a la utilizada en la Serie V de INEGI.

Cuadro 41. Tabla comparativa de la nomenclatura usada para los tipos de Uso de Suelo y Vegetación utilizada en esta MIA-R con respecto a la Serie V de INEGI.

TIPO DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	
MIA-R "Proyecto Eólico Ecowind"	Serie V de INEGI
Agrícola	Agricultura de riego anual y semipermanente Agricultura de temporal anual
Pastizal	Pastizal cultivado Pastizal inducido
Bosque tropical caducifolio (BTC)	Selva baja espinosa caducifolia
Vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio (VSBTC)	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia. Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia.
Ripario	-
Mangle	-
Urbano	Asentamientos humanos Zona urbana
Zona inundable	-
Agua	Cuerpo de agua
Suelo desnudo	Sin vegetación aparente

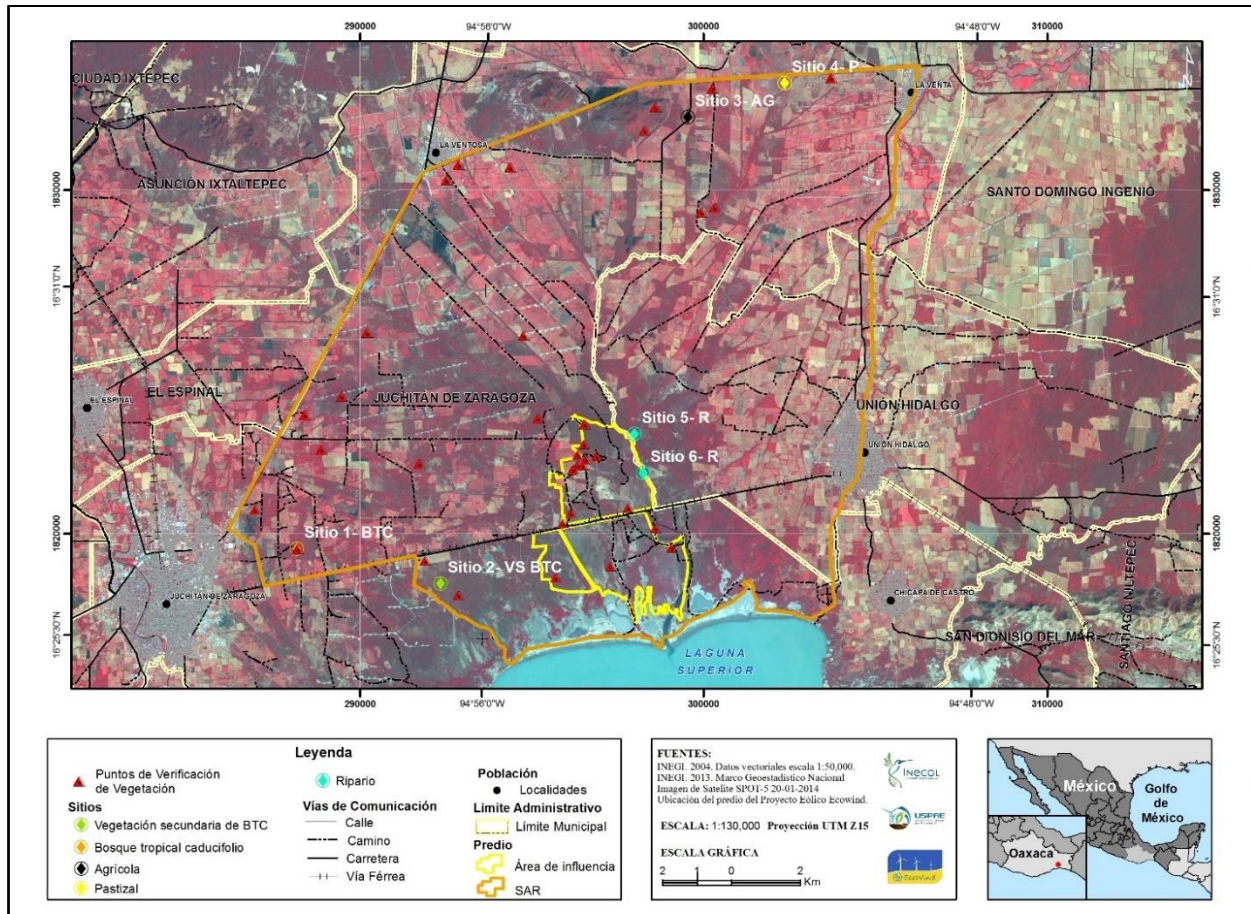


Figura 65. Ubicación de los puntos de verificación de vegetación y sitios de muestreo dentro del SAR.

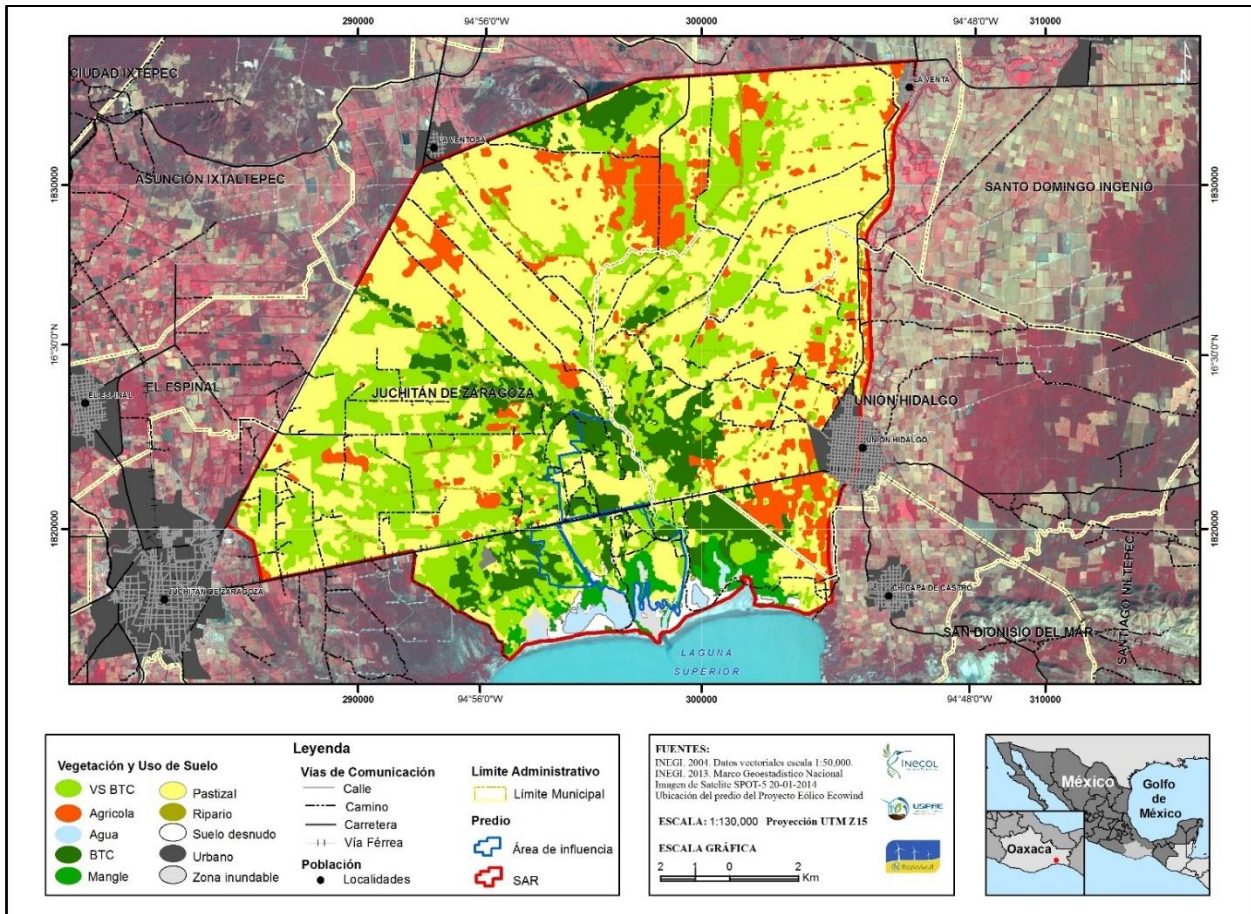


Figura 66. Mapa de vegetación y uso de suelo del SAR y Área de Influencia del Proyecto Eólico EcoWind.

• Análisis de diversidad de la vegetación terrestre

Para realizar la caracterización de la vegetación arbórea y arbustiva se trazaron 10 cuadrantes de 10 x 10 m en cada uno de los sitios de muestreo, en total 1,000 m² por sitio. La caracterización de la estructura de la vegetación se realizó a dos niveles: SAR y área de influencia del Proyecto.

• SAR

A nivel del SAR se seleccionaron 6 puntos de muestreo de vegetación (*Cuadro 42, Figura 65*).

En cada sitio de muestreo del SAR se trazaron 10 cuadrantes de 10 x 10 m para caracterizar la estructura de la vegetación. En cada cuadrante se contabilizaron todos los individuos de especies arbóreas con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 5 cm y todos los arbustos con diámetro mayor a 1 cm. Los datos obtenidos fueron abundancia, densidad relativa y frecuencia relativa.

Cuadro 42. Descripción de los sitios establecidos dentro del SAR.

CLAVE DEL SITIO	TIPO DE VEGETACIÓN
Sitio 1- BTC	Bosque tropical caducifolio
Sitio 2- VS BTC	Vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio
Sitio 3- AG	Agrícola
Sitio 4- P	Pastizal
Sitio 5- R	Ripario
Sitio 6- R	Ripario

Abundancia. Hace referencia al número de individuos de una especie determinada en la superficie muestreada.

Densidad relativa. Resulta de dividir la densidad absoluta de una especie entre la densidad de todas las especies multiplicada por cien; representa el porcentaje parcial de una especie dada con respecto a la densidad de todas las especies del muestreo. Para calcular la densidad relativa primero se debe calcular la densidad absoluta de cada especie con la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad (Ind./ha)} = \frac{\text{Número de individuos de la especie } i}{\text{Superficie muestreada (m)}} \times 10,000$$

Superficie muestreada (m)

$$\text{Densidad relativa (\%)} = \frac{\text{Densidad de una especie}}{\text{Densidad de todas las especies}} \times 100$$

Densidad de todas las especies

Frecuencia relativa. Resulta de dividir la frecuencia absoluta de una especie, entre la sumatoria de la frecuencia absoluta de todas las especies, multiplicada por 100.

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\sum \text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

∑ Frecuencia absoluta de todas las especies

Donde:

Frecuencia absoluta= Número de cuadros en los que se presenta cada especie

Número total de cuadros muestreados

Complementario a lo anterior se estimó el índice de diversidad de alfa Shannon-Wiener (H') y el índice de similitud de Sorensen.

Índice de diversidad alfa de Shannon-Wiener

En la estimación de este índice de Shannon-Wiener únicamente se consideraron los individuos de las especies encontradas en cada sitio. Mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar dentro de las Unidades Muestrales (UM). Su fórmula es la siguiente:

$$H' = -\sum P_i * (\ln P_i)$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

P_i = Proporción del número de individuos de las especies i con respecto al total (P_i = n_i/N).

ln = Logaritmo natural

N = Número total de individuos de todas las especies

n = Número de individuos de cada especie i

Una de las ventajas adicionales de este índice de biodiversidad, es que permite comparar el valor de diversidad de nuestra comunidad suponiendo que se tiene una diversidad máxima (H').

Curvas de acumulación de especies

Se utilizó el estimador Chao 1 para determinar el número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra, Bootstrap este estimador de la riqueza de especies se basa en p_j, la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j y Sobs (Mao Tao) es el número de especies observadas en las muestras. Utilizando el paquete estadístico de EstimateS 7.5 (Collwell, 2000). Se utilizó este estimador debido a que tiene un sesgo menor, además de que está basado en incidencias de (presencia –ausencia). Sus fórmulas son las siguientes:

Chao 1

$$\text{Chao 1} = S + a^2 / 2b$$

Dónde:

S = Número de especies en una muestra.

a = Número de especies que están representadas solamente por un individuo en esa muestra.

b = Número de especies representadas por exactamente dos individuos en esa muestra.

Bootstrap

$$\text{Bootstrap} = S + \sum (1 - p_j)n$$

Dónde:

S = Número total de especies

p_j = Proporción de UM que contiene a cada especie

n = Número total de periodos de muestreo

Índice de similitud de Sorensen

La diversidad beta se estimó utilizando el índice de similitud de Sorensen que utiliza datos de presencia/usencia de las especies. Este índice mide el grado de semejanza que hay en el número de especies que comparten dos o más sitios (diversidad β). El índice está definido por la siguiente formula:

$$I_s = 2a / 2a + b + c$$

Dónde:

I_s = Índice de similitud de Sorensen

a = Número de especies comunes entre las muestras

b = Número de especies en la muestra 1

c = Número de especies en la muestra 2

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre sitios, hasta 1 cuando los 2 sitios tienen la misma composición de especies. También se realizó un análisis Clúster UPGMA, porcentaje de similitud con el programa MVSP 3.1 - A Multi Variate Statistical Package.

• Área de influencia

Para el área de influencia fueron seleccionados 8 sitios de muestreo, los sitios 1, 4 y 5 corresponden a Bosque tropical caducifolio (BCT); los sitios 2 y 6 a Vegetación secundaria de BTC (VS BTC); el sitio 3 a Manglar (M) y los sitios 7 y 8 a Pastizal (P). Al igual que para la caracterización de la vegetación de SAR, se muestrearon 10 cuadrantes de 10 x 10 m en cada sitio de muestreo, con la diferencia de que en cada cuadrante de 10 x 10 m se trazaron 3 cuadrantes de 2 x 2 m para la descripción del estrato herbáceo. En el *Cuadro 43* se indican las coordenadas de los sitios de muestreo, en tanto que en la *Figura 67* se señala de forma gráfica su ubicación en el área de influencia.

Cuadro 43. Puntos de muestreo seleccionados para vegetación del proyecto dentro del Área de influencia

CLAVE PUNTO	COORDENADAS UTM		TIPO DE VEGETACIÓN
	ZONA 15		
	X	Y	
Sitio 1- BTC-1	296320	1822454	Bosque tropical caducifolio
Sitio 2- VS-1	296888	1822493	Vegetación secundaria de BTC
Sitio 3- M-1	297947	1818274	Manglar
Sitio 4- BTC-2	295676	1818723	Bosque tropical caducifolio
Sitio 5- BTC-3	297204	1819095	Bosque tropical caducifolio
Sitio 6- VS-2	299067	1819596	Vegetación secundaria de BTC
Sitio 7- P-1	296334	1821174	Pastizal
Sitio 8- P-2	297740	1820995	Pastizal

BTC: Bosque tropical caducifolio, VSBTC: Vegetación Secundaria de Bosque Tropical Caducifolio

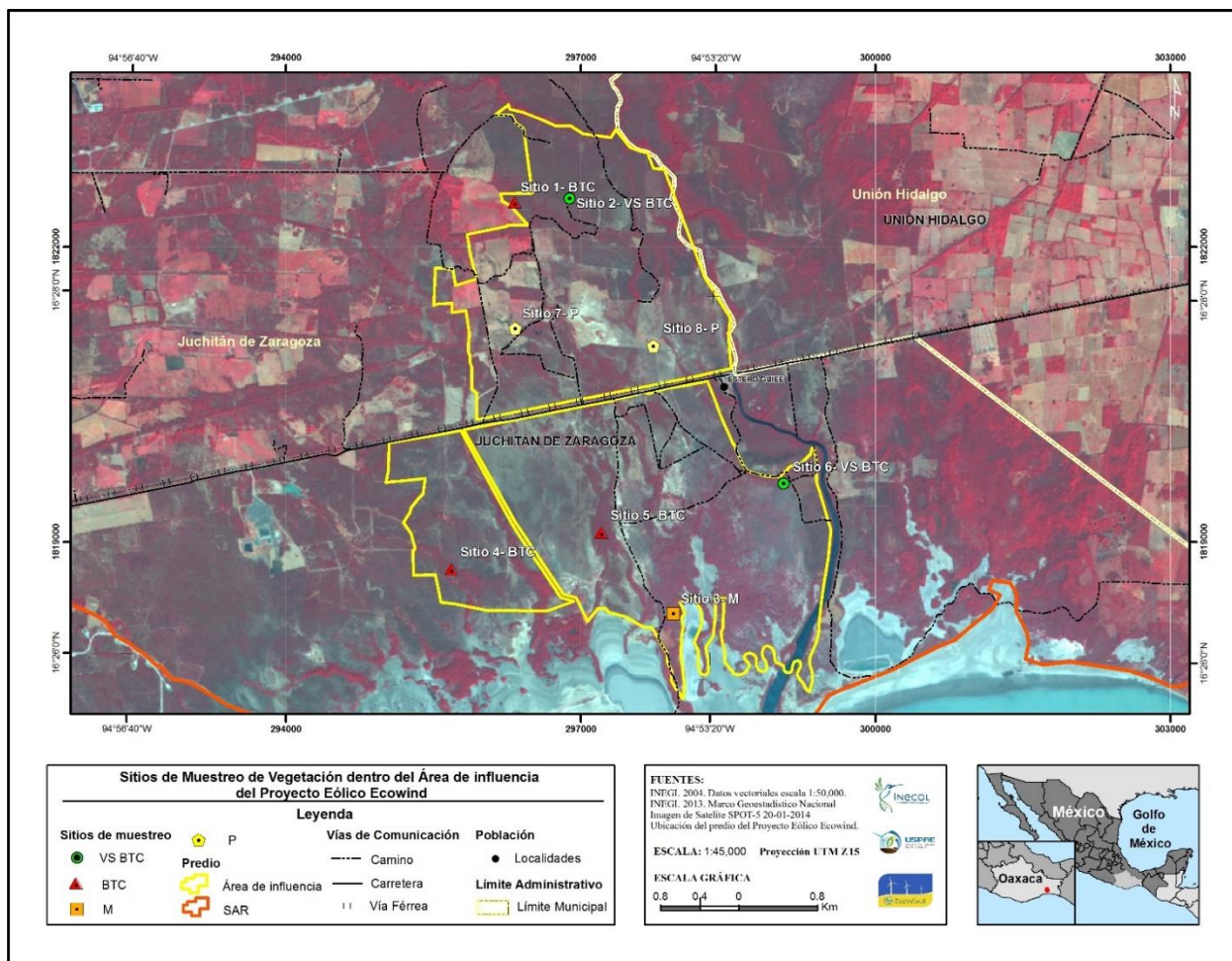


Figura 67. Sitios de muestreo dentro del Área de Influencia.

En cada cuadrante de 10 x 10 m se contabilizaron todos los individuos de especies arbóreas con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 5 cm y todos los arbustos con DAP mayor o igual 3 cm. Los datos obtenidos en campo fueron: altura, abundancia, frecuencia y cobertura de área basal, los cuales fueron transformados en valores relativos para cada especie (densidad relativa, frecuencia relativa y cobertura relativa), con esta información se construyeron los valores de importancia para cada especie, a fin de determinar el papel ecológico que juegan en la comunidad. El índice de valor de importancia (IVI) es la sumatoria de la densidad relativa más la frecuencia relativa, más la cobertura relativa.

$$IVI (\%) = Dr + Fr + Cr$$

Densidad relativa (Dr). Resulta de dividir la densidad absoluta de una especie entre la densidad de todas las especies multiplicada por cien; representa el porcentaje parcial de una especie dada con respecto a la densidad de todas las especies del muestreo.

Frecuencia relativa (Fr). Resulta de dividir la frecuencia absoluta de una especie entre la sumatoria de la frecuencia absoluta de todas las especies, multiplicada por 100.

Cobertura relativa (Cr). Resulta de dividir la cobertura absoluta de una especie entre la cobertura de todas las especies, multiplicada por cien, representa el porcentaje parcial de la cobertura de una especie con respecto a la cobertura de todas las especies.

$$\text{Cobertura relativa} = \frac{\text{Cobertura absoluta de una especie}}{\text{La cobertura de todas las especies}} \times 100$$

Donde:

$$\text{Cobertura absoluta} = \sum \text{del área basal de los individuos de una especie.}$$

$$\text{Área basal} = \pi * r^2$$

También se calculó el índice de diversidad alfa de Shannon Wiener para cada sitio de muestreo dentro del Área de Influencia.

$$H' = -\sum Pi * (\ln Pi)$$

- **Composición florística**

En cada sitio de muestreo se identificaron las especies presentes, tanto para los sitios de muestreo del SAR como para el área de influencia. Para la identificación se usó literatura botánica especializada como la Guía de campo para la identificación de los géneros y familias de plantas

leñosas” de Gentry (1996), la Flora de Guatemala (Standley, 1958), los fascículos de la Flora del Bajío y la Flora de Veracruz (Sosa y Gómez-Pompa, 1994). La lista de plantas se construyó utilizando como referencia el arreglo taxonómico propuesto por Cronquist (1981) y los nombres científicos se validaron con el sistema de información botánica “Trópicos”, del Jardín Botánico de Missouri (<http://www.tropicos.org/> [consultada en diciembre de 2014]). Para cada especie se cuenta con la siguiente información: (1) nombre científico y (2) forma biológica. Con los datos obtenidos se elaboró el listado florístico, con el cual se determinó el estatus de protección legal de las especies de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Resultados

En los puntos de muestreo del SAR y área de influencia se identificaron en conjunto 142 especies, 101 géneros y 49 familias (*Anexo IV.9*). Las familias más abundantes fueron Fabaceae (30 especies), Poaceae (10 spp), Euphorbiaceae (8 spp), Cactaceae (7), Malvaceae (5), las familias Boraginaceae, Bromeliaceae, Combretaceae, Commelinaceae, Nictaginaceae y Ulmaceae tuvieron 4 especies cada una, el resto de las familias tienen 3 especies o menos. Los géneros con mayor número de especies fueron Acacia con 5, Caesalpinia, Celtis, Cordia, Croton Lysiloma y Senna con 4 cada uno.

En los puntos de muestreo del SAR se determinaron 87 especies, 56 géneros y 28 familias botánicas, en tanto que en los puntos de área de influencia hubo 89 especies, 74 géneros y 49 familias (*Figura 68*).

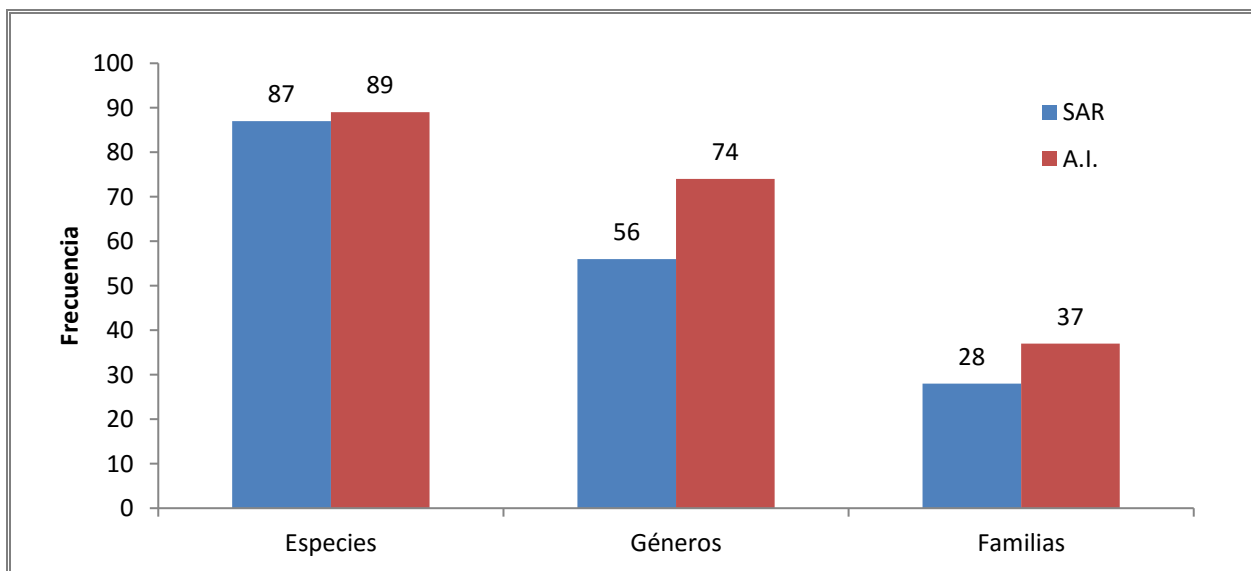


Figura 68. Frecuencia de especies, géneros y familias para los sitios de muestreo del SAR y Área de Influencia.

• **Tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el SAR**

El SAR muestra una cubierta vegetal a manera de mosaicos o fragmentos de comunidades vegetales característicos del trópico seco. De acuerdo con los cálculos de cobertura, basados en el SIG, el SAR comprende una microcuenca de 23,303.42 ha, en cuya cobertura vegetal se reconocieron cuatro tipos de vegetación: vegetación secundaria de BTC (24.62%), que es el tipo de vegetación más abundante seguido de Bosque Tropical Caducifolio (9.07%), Mangle (2.13%), Ripario (1.64%). También se encuentran con uso de suelo Pastizal (49.15%), Agrícola (9.49%), Urbano (1.36) y Suelo desnudo (1.02%) (*Cuadro 44*).

Cuadro 44. Superficies del SAR por tipo de uso del suelo

VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO	HA	% DEL SAR
Pastizal	11,453.21	49.15
Vegetación secundaria de BTC	5,737.05	24.62
Agrícola	2,211.00	9.49
Bosque tropical caducifolio	2,114.88	9.07
Mangle	496.12	2.13
Ripario	383.81	1.64
Urbano	316.43	1.36
Suelo desnudo	237.62	1.02
Agua	202.69	0.87
Zona inundable	150.61	0.65
Total	23.303.42	100.00
Simbología: BTC (Bosque Tropical Caducifolio).		

• **Descripción de los tipos de vegetación muestreados en el SAR**

Bosque Tropical caducifolio (BTC). Además de ser el tipo de vegetación predominante en el SAR, posiblemente también sea el más heterogéneo, pues presenta notables variaciones fisonómicas y de composición entre los sitios donde se desarrolla. En general, el dosel del Bosque Tropical Caducifolio se ubica a una altura de alrededor de 7 m, aunque se encuentran algunos árboles emergentes de hasta 13 m, principalmente del género *Bursera*. En esta comunidad son muy comunes las plantas trepadoras, principalmente herbáceas y leñosas delgadas.

La variación más notable del BTC está claramente asociada a la altitud sobre la que se desarrolla. Cuando crece sobre La Sierra de Tolistoque, el BTC está fuertemente dominado por diversas especies como *Euphorbia schlechtendalii*, *Bursera spp*, *Pilosocereus collinsii*, *Cnidoscolus megacanthus*, *Pilocarpus racemosus*, *Capparis verrucosa*, *Plumeria rubra*, aunque también son frecuentes otras como *Lysiloma divaricatum*, *Gyrocarpus mocinnoi*, *Jacaratia mexicana* y *Malpighia mexicana*, entre otras. En el sotobosque destacan por su abundancia las especies como *Aeschynomene compacta* y *Bonellia macrocarpa*.

En este ambiente las epífitas son en general escasas, Las trepadoras herbáceas de las familias Asclepiadaceae, Convolvulaceae y Dioscoreaceae son muy frecuentes, y junto con algunas trepadoras leñosas de las familias Bignoniaceae, Malpighiaceae y Sapindaceae confieren a la vegetación una fisonomía intrincada.

En sitios con altitudes bajas el BTC presenta una altura de 6 – 10 m y sus componentes principales son *Lonchocarpus lanceolatus*, *Pseudobombax ellipticum*, *Lysiloma microphyllum*, *Caesalpinia sclerocarpa*, *Bumelia celastrina*, *Sabal mexicana*, *Prosopis laevigata*. En el estrato arbustivo cuenta con una altura de 2-4 m, las especies más representativas son *Capparis incana*, *Rhamnus humboldtiana*, *Cnidoscolus megacanthus*, *Mimosa acantholoba*, *Jatropha gaumeri*, *Acacia collinsi* y *Cordia seleriana*.

Manglar. Este tipo de vegetación se desarrolla en sitios donde la humedad edáfica tiende a ser mayor. Se ubica al Sur del SAR, en el margen de una Laguna Superior del Istmo de Tehuantepec, también se detectaron fragmentos de manglar en canales artificiales y márgenes de ríos, en sección próxima a la laguna antes citada. Las especies características de este ambiente son el mangle negro (*Avicenia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).

Vegetación riparia. Esta comunidad ha desaparecido casi por completo debido a las actividades agrícolas, por lo que sólo permanecen algunos fragmentos aislados a lo largo del cauce de los ríos y arroyos presentes dentro del SAR. Tal situación dificulta reconstruir con exactitud su composición florística, aunque todavía destacan *Thouinidium decandrum* y *Enterolobium cyclocarpum*. Los fragmentos remanentes de este tipo de vegetación permiten suponer que se trataba de una comunidad continua pero estrecha, restringida al borde del río y cuyo dosel más o menos abierto alcanzaba una altura de 15 m.

Por otro lado, a orillas del canal que cruza el SAR se localiza un bosque de galería de *Parkinsonia aculeata* y *Acacia* sp. Los sitios donde éste se encuentra por lo regular sufren de algún disturbio y por ello es probable que se trate de una comunidad secundaria.

Vegetación secundaria de BTC. La vegetación de sitios perturbados por las actividades humanas y los estadios sucesionales fueron agrupados como de vegetación secundaria de BTC (VSBTC). A pesar de ser un conjunto heterogéneo, en general en ella dominan plantas “arvenses”, particularmente de las familias Asteraceae, Malvaceae y Poaceae. En el caso de las Poaceae, es notable que los pastos sean más frecuentes en la Vegetación secundaria de BTC, mientras que en la vegetación nativa están prácticamente ausentes. Los sitios de acahual avanzados están frecuentemente dominados por Fabaceae espinosas, especialmente de los géneros *Mimosa* y *Acacia*.

La VSBTC dentro del SAR tiene una altura que varía de 4 a 6 m y cuyo dosel varía en cada fragmento manteniéndose por lo regular de manera abierta y disgregada. En la composición de estas comunidades secundarias se registra a *Bursera simaruba*, *Acacia picachensis*, *Thouinia paucidentata*, *Lonchocarpus lanceolatus*, *Plumeria rubra*, *Sideroxylon celastrinum*, *Amphipterygium adstringens* y *Gossypium aridum*. En el estrato arbustivo tiene una altura general de 3 m, está representado principalmente por *Senna fruticosa*, *Capparis incana*, *Pachycereus pecten-aboriginum*, *Euphorbia tithymaloides*, *Cnidoscolus megacanthus*, *Randia* sp. y *Manihot aesculifolia*. Su presencia en la región aumenta conforme avanza la degradación de los ecosistemas nativos.

- **Parámetros estructurales de la vegetación en el SAR**

Las variables consideradas fueron abundancia por especie, densidad relativa, frecuencia por especie y frecuencia relativa. Las especies más abundantes y por ende con mayor densidad relativa, son las que determinan en primera instancia la fisonomía de la vegetación. La frecuencia da una idea del patrón de distribución espacial de una especie determinada, cuando una planta que se encuentra en todas las parcelas de muestreo o en la mayoría de ellas, esto indica que tiene una distribución regular, mientras que las que se hallan en pocas parcelas pero con muchos individuos son de distribución agregada.

En el Sitio 1, se determinó a *Guazuma ulmifolia* como la especie leñosa con el mayor densidad relativa (38.34%), seguida de *Celtis ehrenbergiana* (16.06%) y *Acacia cornigera* (6.74%), en tanto que las especies que tuvieron mayor frecuencia fueron *Guazuma ulmifolia* y *Celtis ehrenbergiana*,

ya que fueron las únicas presentes en todas las parcelas muestreadas. La especie con mayor densidad relativa del Sitio 2 fue *Acacia pennatula* (38.38%) *Celtis ehrenbergiana* (17.17%) y *Prosopis laevigata* (11.11%); mientras que las mas frecuentes fueron *Prosopis laevigata* y *Acacia farnesiana*. En el Sitio 3, se determinó a *Achatocarpus sp.*, como la especie con mayor densidad relativa (19.49%), seguida de *Chrysochlamys nicaraguensis*. (16.95%); en lo que respecta frecuencia ninguna especie estuvo presente en más de la mitad de las unidades muestrales. En el Sitio 4, se determinó a *Achatocarpus sp.*, como la especie con mayor densidad relativa (35.29%), seguida de *Cordia sp.* (17.65%) y *Senna uniflora* (17.65%); al igual que en el sitio 3 ninguna especie estuvo presente en más de la mitad de las unidades muestrales. En el Sitio 5, se determinó a *Laguncularia racemosa* como la especie con mayor densidad relativa (56.12%), seguida de *Avicennia germinans* (15.31%) y *Annona glabra* (15.31%), la única especie presente en todas las unidades muestrales fue *Laguncularia racemosa*. En el Sitio 6, se determinó a *Conocarpus erectus* como la especie arbórea con mayor densidad relativa (52,95%), seguida de *Laguncularia racemosa* (40.13%) y *Avicennia germinans* (22.37%); la especie mas frecuente en las unidades muestrales fue *Conocarpus erectus* (Cuadro 45). Es importante señalar que únicamente se consideraron las especies leñosas (árboles y arbustos).

Cuadro 45. Valor de Importancia (VI) de las especies de cada uno de los sitios registrados dentro del SAR.

SITIO 1- BTC				
ÁRBOLES Y ARBUSTOS	NO.INDIV.	DENSIDAD RELATIVA%	FRECUENCIA	FRECUENCIA RELATIVA %
<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	74	38.34	1	9.26
<i>Celtis ehrenbergiana (Klotzsch) Liebm.</i>	31	16.06	1	9.26
<i>Acacia cornigera (L.) Willd.</i>	13	6.74	0.6	5.56
<i>Malvaviscus penduliflorus DC.</i>	8	4.15	0.8	7.41
<i>Acacia pennatula (Schltdl. & Cham.) Benth.</i>	8	4.15	0.2	1.85
<i>Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg.</i>	7	3.63	0.6	5.56
<i>Neea tenuis Standl.</i>	6	3.11	0.4	3.7
<i>Lysiloma sp.</i>	6	3.11	0.2	1.85
<i>Casearia corymbosa Kunth</i>	5	2.59	0.8	7.41
<i>Acacia farnesiana (L.) Willd.</i>	5	2.59	0.6	5.56
<i>Paullinia costaricensis Radlk.</i>	5	2.59	0.6	5.56
<i>Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.</i>	3	1.55	0.4	3.7
<i>Prosopis laevigata (Willd.) M.C.Johnst.</i>	3	1.55	0.4	3.7
<i>Senna atomaria (L.) H.S.Irwin & Barneby</i>	3	1.55	0.2	1.85
<i>Cordia dodecandra A.DC.</i>	2	1.04	0.4	3.7

SITIO 1- BTC				
ÁRBOLES Y ARBUSTOS	NO.INDIV.	DENSIDAD RELATIVA%	FRECUENCIA	FRECUENCIA RELATIVA %
<i>Cordia podocephala</i> Torr.	2	1.04	0.4	3.7
<i>Bonellia macrocarpa</i> subsp. <i>macrocarpa</i>	2	1.04	0.4	3.7
<i>Sin determinar</i>	2	1.04	0.2	1.85
<i>Acacia cochliacantha</i> Willd.	1	0.52	0.2	1.85
<i>Achatocarpus nigricans</i> Triana	1	0.52	0.2	1.85
<i>Casearia ovata</i> (Lam.) Willd.	1	0.52	0.2	1.85
<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	1	0.52	0.2	1.85
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	1	0.52	0.2	1.85
<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq.	1	0.52	0.2	1.85
<i>Pithecellobium unguis-cati</i> (L.) Benth.	1	0.52	0.2	1.85
<i>Senna</i> sp.	1	0.52	0.2	1.85
Total	193	100	10.8	100

SITIO 2- VS				
Árboles y arbustos	No.Indiv.	Densidad Relativa%	Frecuencia	Frecuencia Relativa %
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	38	38.38	0.8	12.12
<i>Celtis ehrenbergiana</i> (Klotzsch) Liebm.	17	17.17	0.8	12.12
<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M.C.Johnst.	11	11.11	1	15.15
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	10	10.1	1	15.15
<i>Lysiloma</i> sp.	7	7.07	0.8	12.12
<i>Pereskia lychnidiflora</i> DC.	6	6.06	0.4	6.06
<i>Cephalocereus</i> sp.	2	2.02	0.4	6.06
<i>Erythroxylum areolatum</i> L.	2	2.02	0.4	6.06
<i>Cassia</i> sp.	2	2.02	0.2	3.03
<i>Adolphia infesta</i> (Kunth) Meisn.	1	1.01	0.2	3.03
<i>Euphorbia</i> sp.	1	1.01	0.2	3.03
<i>Randia genipifolia</i> (Standl. & Steyerm.) Lorence	1	1.01	0.2	3.03
<i>Zinowiewia tacanensis</i> Lundell	1	1.01	0.2	3.03
Total	99	100	6.6	100

SITIO 3- CV				
Árboles y arbustos	No.Indiv.	Densidad Relativa%	Frecuencia	Frecuencia Relativa %
<i>Achatocarpus sp.</i>	23	19.49	0.4	6.67
<i>Chrysochlamys nicaraguensis</i> (Oerst.) Hemsl.	20	16.95	0.4	6.67
<i>Bonellia macrocarpa subsp. macrocarpa</i>	11	9.32	0.4	6.67
<i>Malpighia mexicana</i> A. Juss.	11	9.32	0.4	6.67
<i>Croton ovalifolius</i> Vahl	9	7.63	0.4	6.67
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	7	5.93	0.4	6.67
<i>Celtis caudata</i> Planch.	6	5.08	0.4	6.67
<i>Senna uniflora</i> (Mill.) H.S.Irwin & Barneby	5	4.24	0.4	6.67
<i>Lysiloma microphylla</i> Benth.	4	3.39	0.4	6.67
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	3	2.54	0.4	6.67
<i>Achatocarpus nigricans</i> Triana	3	2.54	0.2	3.33
<i>Caesalpinia platyloba</i> S.Watson	3	2.54	0.2	3.33
<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M.C.Johnst.	3	2.54	0.2	3.33
<i>Zinowiewia tacanensis</i> Lundell	3	2.54	0.2	3.33
<i>Celtis sp.</i>	2	1.69	0.2	3.33
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	1	0.85	0.2	3.33
<i>Apoplanesia paniculata</i> C.Presl	1	0.85	0.2	3.33
<i>Hippocratea volubilis</i> L.	1	0.85	0.2	3.33
<i>Pisonia aculeata</i> L.	1	0.85	0.2	3.33
<i>Cascabela ovata</i> (Cav.) Lippold	1	0.85	0.2	3.33
Total	118	100	6	100

SITIO 4-P				
Árboles y arbustos	No.Indiv.	Densidad Relativa%	Frecuencia	Frecuencia Relativa %
<i>Achatocarpus sp.</i>	6	35.29	0.2	12.5
<i>Cordia sp.</i>	3	17.65	0.2	12.5
<i>Senna uniflora</i> (Mill.) H.S.Irwin & Barneby	3	17.65	0.2	12.5
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	1	5.88	0.2	12.5
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	1	5.88	0.2	12.5
<i>Crescentia alata</i> Kunth	1	5.88	0.2	12.5
<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.	1	5.88	0.2	12.5
<i>Lysiloma sp.</i>	1	5.88	0.2	12.5
Total	17	100	1.6	100

SITIO 5- R				
Árboles y arbustos	No.Indiv.	Densidad Relativa%	Frecuencia	Frecuencia Relativa %
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertr.	55	56.12	1	23.81
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	15	15.31	0.6	14.29
<i>Annona glabra</i> L.	15	15.31	0.4	9.52
<i>Condalia mirandana</i> M.C.Johnst.	3	3.06	0.4	9.52
<i>Conocarpus erectus</i> L.	3	3.06	0.4	9.52
<i>Achatocarpus nigricans</i> Triana	1	1.02	0.2	4.76
<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	1	1.02	0.2	4.76
<i>Cynometra oaxacana</i> Brandege	1	1.02	0.2	4.76
<i>Dalbergia brownei</i> (Jacq.) Urb.	1	1.02	0.2	4.76
<i>Bonellia macrocarpa</i> subsp. <i>macrocarpa</i>	1	1.02	0.2	4.76
<i>Neea stenophylla</i> Standl.	1	1.02	0.2	4.76
<i>Trichilia trifolia</i> L.	1	1.02	0.2	4.76
Total	98	100	4.2	100

SITIO 6- R				
Árboles y arbustos	No.Indiv.	Densidad Relativa%	Frecuencia	Frecuencia Relativa %
<i>Conocarpus erectus</i> L.	61	40.13	1	12.82
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertr.	34	22.37	0.8	10.26
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	14	9.21	0.6	7.69
<i>Cordia dodecandra</i> A.DC.	8	5.26	0.6	7.69
<i>Condalia mirandana</i> M.C.Johnst.	7	4.61	0.4	5.13
<i>Celtis ehrenbergiana</i> (Klotzsch) Liebm.	6	3.95	0.8	10.26
<i>Trichilia trifolia</i> L.	3	1.97	0.6	7.69
<i>Croton</i> sp.	3	1.97	0.2	2.56
<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	2	1.32	0.4	5.13
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	2	1.32	0.4	5.13
<i>Caesalpinia cacalaco</i> Humb. & Bonpl.	2	1.32	0.2	2.56
<i>Lonchocarpus monilis</i> (L.) A.M.G.Azevedo	2	1.32	0.2	2.56
<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	1	0.66	0.2	2.56
<i>Croton niveus</i> Jacq.	1	0.66	0.2	2.56
<i>Erythroxylum areolatum</i> L.	1	0.66	0.2	2.56
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1	0.66	0.2	2.56
<i>Lonchocarpus eriocarinalis</i> Micheli	1	0.66	0.2	2.56

SITIO 6- R				
<i>Lysiloma sp.</i>	1	0.66	0.2	2.56
<i>Prosopis laevigata (Willd.) M.C.Johnst.</i>	1	0.66	0.2	2.56
<i>Sapindus saponaria L.</i>	1	0.66	0.2	2.56
Total	152	100	7.8	100

• **Índice de diversidad de Shannon (SAR)**

Los resultados obtenidos del Índice de diversidad Shannon muestran que el sitio 3 fue el que obtuvo mayor diversidad dentro del SAR (2.6), mientras que el sitio 5 registró en menor valor (1.4), (Figura 69). Cabe mencionar que este índice se calculó para los seis sitios de muestreo dentro del SAR.

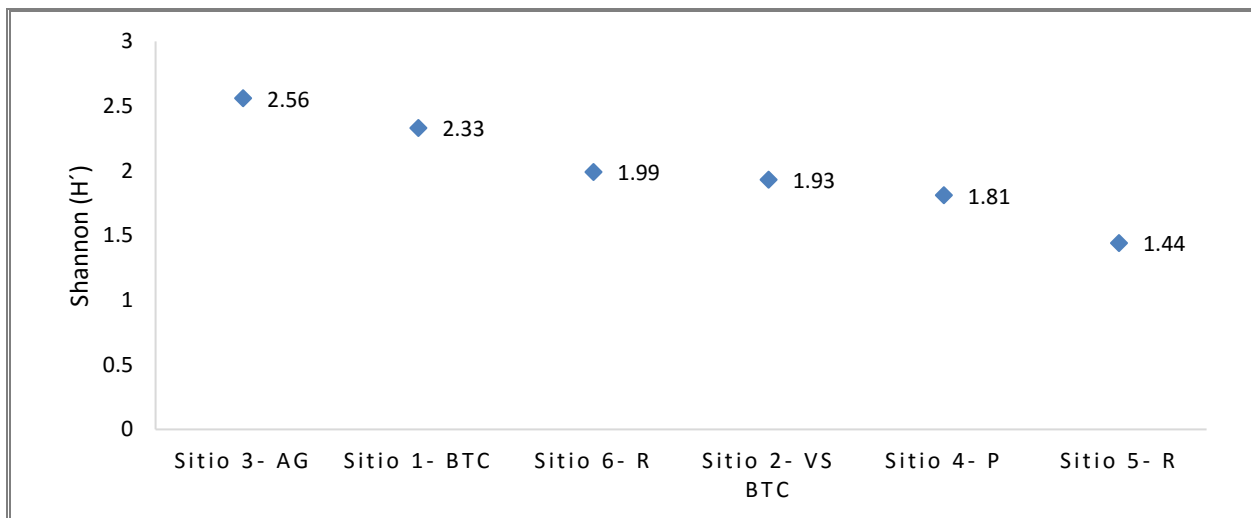


Figura 69. Diversidad de especies en seis sitios de las comunidades leñosas del SAR. Cada punto muestra la diversidad Shannon (H).

La equitatividad (E) indica que tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies, sabiendo que el valor máximo de equidad es el de 1, el Sitio 4-P obtuvo el valor más alto (0.86). Los 6 sitios mostraron un alto grado de equidad, ya que se obtuvieron valores de entre (0.86 y 0.67), mostrando que los individuos de cada parcela presentan una distribución uniforme. La riqueza de especies (S) en los sitios observados fue variable (Cuadro 46), la mayor riqueza se registró en el Sitio 1-BTC con 26 especies y el que menos especies presentó fue el Sitio 4-P con solo 8 especies.

Cuadro 46. Valores de riqueza, equitatividad e índice de Shannon a cada sitio incluido dentro del análisis del SAR.

SITIOS	RIQUEZA DE ESPECIES	EQUITATIVIDAD	ÍNDICE DE SHANNON (H')
Sitio 3- CV	20	0.86	2.56
Sitio 1- BTC	26	0.71	2.33
Sitio 6- R	20	0.67	1.99
Sitio 2- VS	13	0.75	1.93
Sitio 4- P	8	0.87	1.81
Sitio 5- R	12	0.58	1.44

• **Curvas de acumulación de especies (SAR)**

En el SAR para la curva de acumulación Sitio vs. especies se realizó una matriz con el número de especies presentes en cada sitio. Los resultados que se obtuvieron dentro de los estimadores esta entre más del 75% de complementariedad. De acuerdo con la literatura revisada el mejor estimador es aquel que se acerca o alcanza a una sintonía o que presenta valores muy cercanos a los observados (Escalante-Espinosa 2004). Por lo tanto, el estimador que presenta el valor más cercano a la riqueza de especies registradas es Bootstrap Mean; mientras que el estimador que más se alejó al número de especies registradas fue Chao 1 (*Figura 70*). En cuanto a los resultados del modelo Mao-Tau de acumulación de especies, se aprecia que aún no llega la curva a la asíntota con los 6 sitios, lo cual predice que se puede registrar nuevas especies dentro del SAR. Las especies predichas por los estimadores Chao 1 y Bootstrap son más que las registradas. Sin embargo, el esfuerzo de muestreo es significativo y aceptable ya que los resultados obtenidos están en un 75 % de complementariedad.

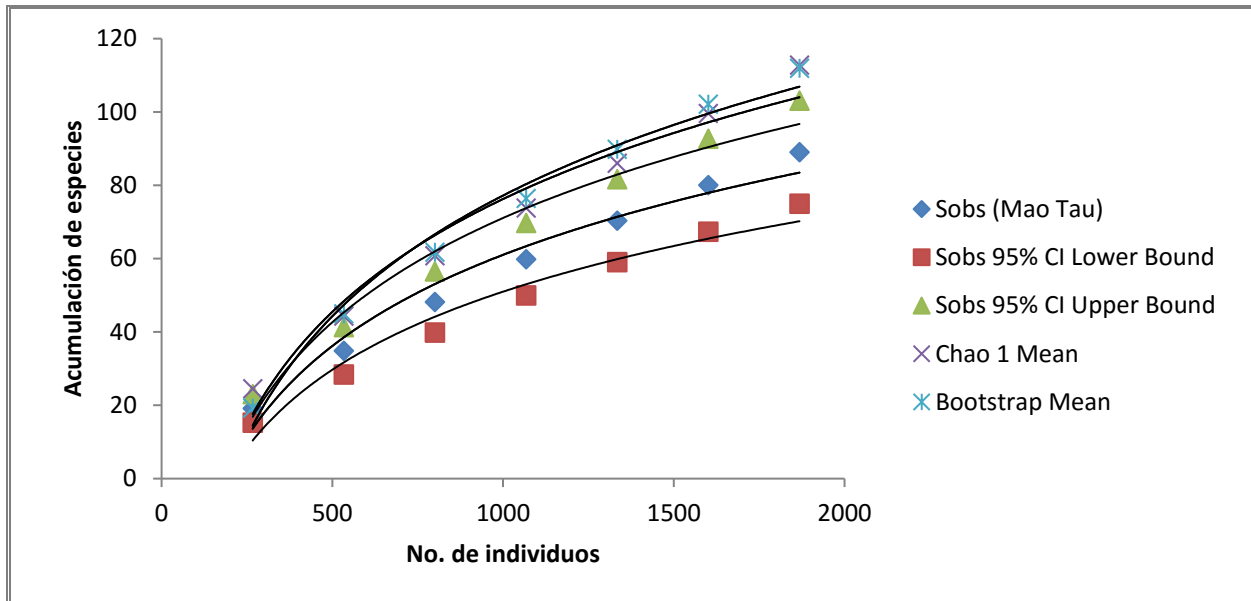


Figura 70. Curvas de acumulación de especies registradas de seis sitios registrados dentro del SAR.

• **Índice de similitud**

El índice de similitud de Sorensen, sirve para comparar la composición de especies de dos o más floras; cuando son idénticas se obtienen valores de 1 y cuando son totalmente distintas se registran valores iguales o cercanos a cero. Estos resultados, como se observa en el Cuadro 47, Indican que hay poca similitud en la riqueza de especies entre los 6 sitios, por lo tanto, se espera que la diversidad beta en el SAR sea alta. De acuerdo con el índice de similitud de Sorensen los sitios que comparten el mayor número de especies son el Sitio 5- R y 6- R con el 37.5% (.375) al igual que el Sitio 1- BTC y 6- R, los cuales muestran una similitud del 30.4% (.304). Por otro lado, se observa que los valores de similitud más bajos son los del Sitio 2- VS BTC y 5- R, así como los Sitios 4-P y 5- R (0% en ambos casos) (Cuadro 47.)

Cuadro 47. Índice de similitud (Sorensen) de todos los sitios dentro del SAR.

	SITIO 1- BTC	SITIO 2- VS BTC	SITIO 3- AG	SITIO 4- P	SITIO 5- R
Sitio 1- BTC					
Sitio 2- VS BTC	0.256				
Sitio 3- AG	0.261	0.182			
Sitio 4- P	0.176	0.286	0.214		
Sitio 5- R	0.158	0	0.125	0	
Sitio 6- R	0.304	0.242	0.1	0.071	0.375

Los números en negritas son los de mayor similitud y los subrayados corresponden a los de menor similitud

• **Dendrograma de similaridad de los sitios**

El análisis del dendrograma de presencia-ausencia de la vegetación de especies por sitio arroja la formación de dos grupos principales dentro del SAR. El grupo 1 está formado por el sitio 5 y 6, ambos con vegetación Riparia. El grupo dos está integrado por dos subgrupos, el subgrupo uno corresponde al sitio 2 (VS BTC) y 4 (P) y el subgrupo dos está constituido por el sitio 1 (BTC) y 3 (AG) (Figura 71).

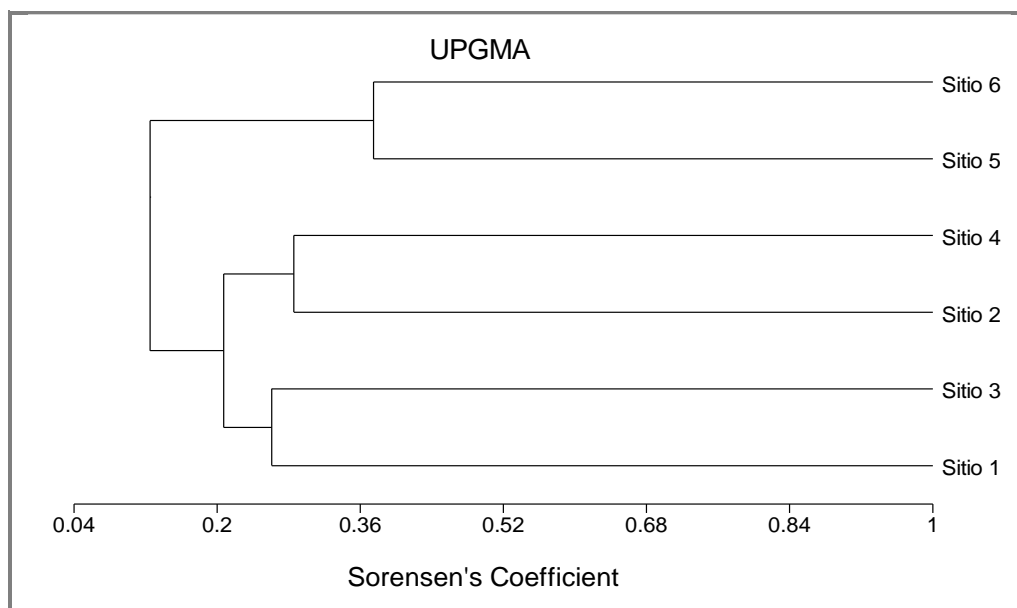


Figura 71. Dendrograma del coeficiente de similitud de Sorensen (SAR).

• **Especies catalogadas en alguna categoría de riesgo en el SAR**

Se registró un total de tres especies en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 para el SAR. Estas tres especies se encuentran registradas para vegetación Riparia (Bosque de galería) (Cuadro 48).

Cuadro 48. Especies en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

FAMILIA	ESPECIE	NOM. COMÚN	F. BIOL.	NOM	COORDENADAS (UTM)	
					X	Y
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans (L.) L.</i>	Mangle negro	A	A	297993	1822896
					298239	1821764
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus L.</i>	Mangle botoncillo	A	A	297993	1822896
					298239	1821764
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa (L.) C.F.Gaertrn.</i>	mangle blanco	A	A	297993	1822896
					298239	1821764

*Simbología: Forma biológica: (A) Árbol. Status: (A) Amenazadas

Usos de la flora silvestre (especies de uso local y de importancia para etnias o grupos locales y especies de interés comercial) y especies tóxicas dentro del SAR

De acuerdo con la información contenida en la base de datos de las plantas útiles de México del Herbario XAL del INECOL (Avendaño, 1989) y la información consultada para el área de influencia en los trabajos ambientales previos relacionados con el SAR, se identificaron un total de 16 diferentes tipos de usos distribuidos de 33 especies de plantas silvestres y cultivadas (*Anexo IV.10.1*), cabe aclarar que algunas especies presentaron más de un uso, por lo que se contabilizaron en más de un tipo uso (*Figura 72*).

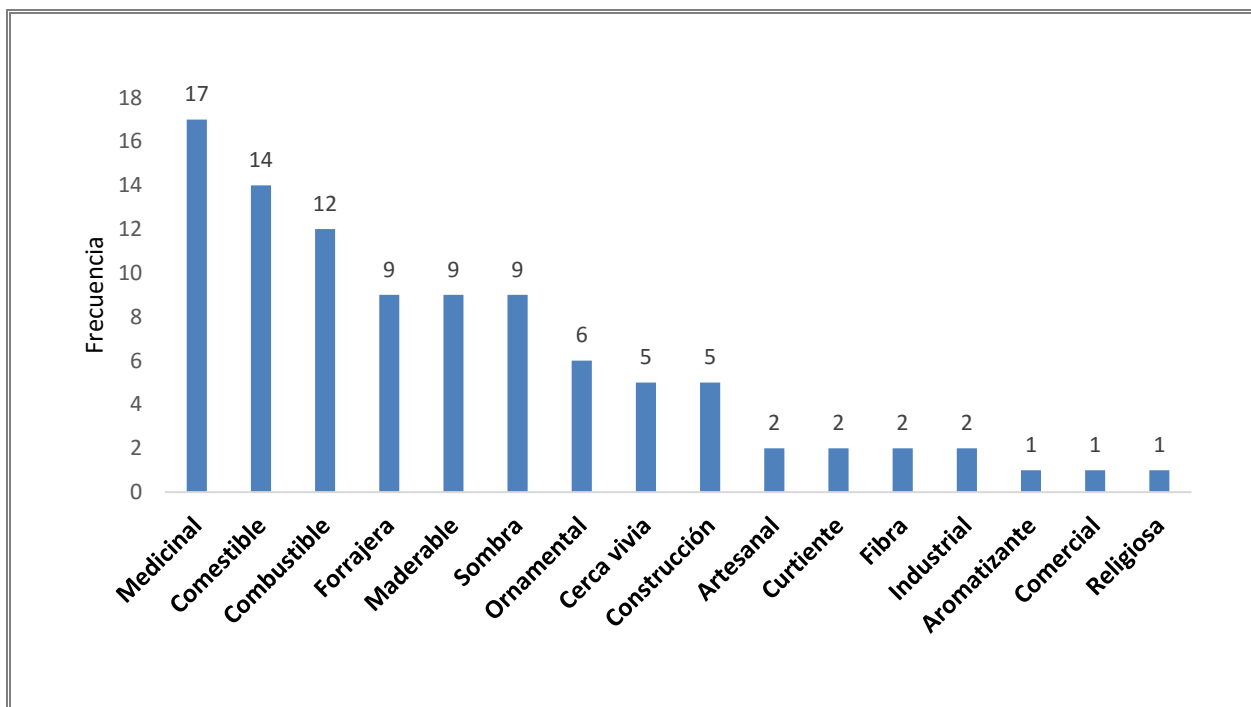


Figura 72. Número de especies de plantas vasculares por tipo de uso registradas dentro del SAR del Proyecto Eólico EcoWind.

• **Tipos de vegetación y uso de suelo presentes en el Área de Influencia**

La superficie del área de influencia es de 1,445.71 ha, en ella, la cubierta vegetal con mayor superficie de ocupación es el Pastizal (35.27%), seguido por la Vegetación Secundaria (28.78%), el Bosque Tropical Caducifolio (22.02%), Manglar (9.99 %), suelo desnudo (1.64%), zona inundable (1.42%), Cuerpo de agua (0.5%) y Ripario (0.36%). Cabe resaltar que dentro del área de influencia solo el 32,38% de su superficie está cubierta por vegetación primaria (*Cuadro 49, Figura 73*).

Cuadro 49. Superficies por tipo de de vegetación y uso del suelo dentro del Área de influencia

TIPO VEGETACIÓN	ÁREA HA	% DEL A.I.
Pastizal	509.911	35.27%
Vegetación secundaria	416.138	28.78%
Bosque tropical caducifolio	318.341	22.02%
Manglar	144.486	9.99%
Suelo desnudo	23.7392	1.64%
Zona inundable	20.5599	1.42%
Cuerpo de agua	7.25623	0.50%
Ripario	5.27588	0.36%
Total	1445.71	100.00

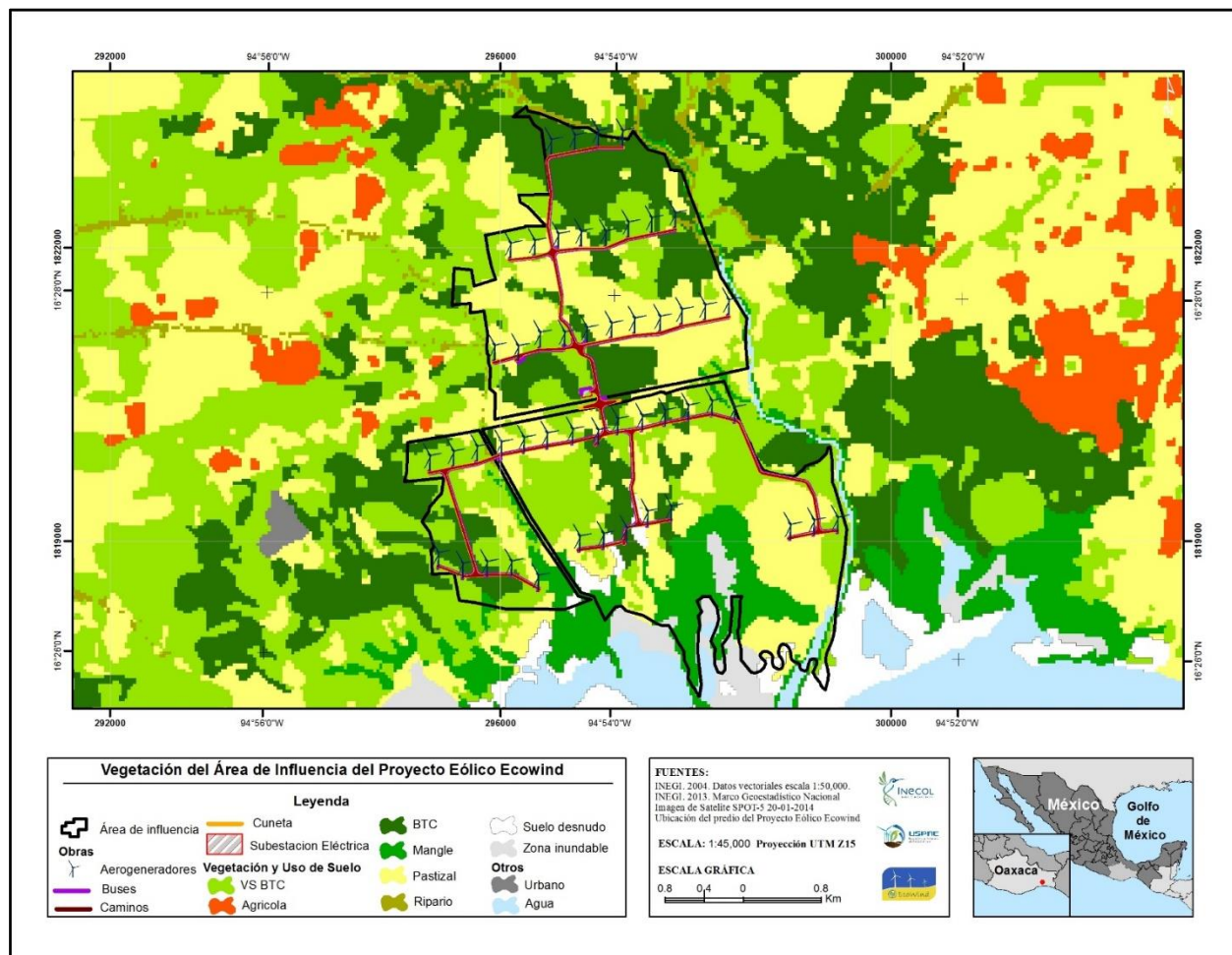


Figura 73. Vegetación y uso de suelo presente en el Área de Influencia del proyecto

Bosque Tropical Caducifolio. Dentro del área de influencia, se encuentra distribuido a manera de pequeños fragmentos y relictos disgregados en forma heterogénea e intermitente. En ella crecen casi 63% de las especies reportadas potenciales para el área de influencia. (56 spp de 89). La altura del dosel oscila entre 4 y 7 m, aunque algunas especies llegan a medir 16 m. El estrato arbustivo alcanza hasta 5 m de altura; abundan las hierbas y los bejucos delgados. La familia dominante es Fabaceae, entre las que destacan *Acacia cornigera* y *Prosopis laevigata*, además de miembros de otras familias como *Ziziphus amole* y *Bumelia celastrina*; aunque la presencia de las especies de *Bursera* es bastante conspicua.

Debido a que se presenta en diferentes microambientes, esta vegetación es variable en su estructura y riqueza florística. Entre los árboles dominantes se encuentran *Lysiloma microphyllum*, *Bursera simaruba* y *Cordia curassavica*, y acompañando a éstas se puede mencionar a *Senna atomaria*, y *Bursera fagaroides*. También se encuentran representantes de la familia Cactaceae: *Opuntia dejecta*, *Pereskia lychnidiflora*. Destacan también *Cascabela ovata* y *Randia aculeata*.

En el estrato arbustivo se puede encontrar a *Capparis indica*, *Croton niveus*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Capparis indica*, *Crossopetalum uragoga* y *Zapoteca formosa*; entre las hierbas y los bejucos, se puede mencionar a *Bromelia pinguin*, *Justicia campechiana*, *Cardiospermum halicacabum*, *Cardiospermum halicacabum*, *Ipomoea pauciflora*, *Ipomoea pedicellaris* y *Passiflora biflora* entre muchas otras.

Manglar. En este ambiente se determinaron el 33.7% de las especies del área de influencia. Puede reconocerse claramente por las especies que la componen, se encuentra asociada de manera compleja al bosque tropical caducifolio en las desembocaduras de ríos y en las pequeñas depresiones que se forman a la orilla la laguna. La especie más notable es *Conocarpus erectus*, sin embargo, hay otras especies que le dan una fisonomía particular a esta vegetación. Entre los árboles se puede mencionar a *Caesalpinia mexicana* y *Jatropha gaumeri*. También se observan algunos elementos arbustivos como *Crossopetalum uragoga*, así como hierbas y bejucos, sobre todo en ambientes ubicados más tierra adentro: *Combretum fruticosum*, *Ipomoea pauciflora*, *Saccharum officinarum* y *Lasiacis nigra*.

Vegetación Secundaria de Bosque tropical caducifolio. En esta comunidad vegetal estuvieron presentes el 44.9% de las especies del área de influencia. Bajo esta categoría se encuentran las comunidades de plantas que se establecen como consecuencia de la destrucción parcial o total

de la vegetación primaria o clímax, realizada directamente o indirectamente por el hombre (Rzedowski, 1978). Dentro del área de influencia, este tipo de comunidades fueron identificadas como áreas de vegetación secundaria.

Generalmente no sobrepasa los 3 m de altura, presentando una estructura y composición, con respecto al estrato arbóreo, muy espaciada entre componentes y con mayor abundancia de especies arbustivas y herbáceas otorgándole una fisonomía baja y con amplios claros, en relación con un bosque original en donde el estrato herbáceo y el arbustivo son escasos y están sometidos por el arbóreo. Las principales especies que se observan en las comunidades secundarias son *Guazuma ulmifolia*, *Acacia cornigera*, *Caesalpinia mexicana*, *Senna pallida* y *Randia malacocarpa*, entre otras. Durante la época de lluvias, crece un estrato de hierbas como *Panicum máximum*, *Calopogonium mucunoides* y *Oxalis frutescens* y otro arbustivo con especies como *Pithecellobium dulce*, *Crescentia cujete* y *Gliricidia sepium*.

Las áreas agropecuarias engloban a las zonas de cultivo y de pastoreo (pastizales), las cuales han sido las principales actividades económicas de la región, sobre todo de la zona rural. Estas actividades se desarrollan dentro de la zona de llanos o valles. La agricultura que se realiza dentro del área de influencia es principalmente del tipo de temporal, teniendo como los cultivos más comunes el maíz (*Zea mays*). En lo que respecta a la actividad pecuaria, esta se desarrolla de manera semi-intensiva dentro de terrenos de pastizales inducidos o cultivados a partir de la apertura de la cubierta vegetal, generalmente estas áreas están delimitadas por medio de cercos contenedores, teniendo como principal tipo de ganado al vacuno. Este tipo de vegetación está constituida con un solo sustrato, en donde las especies dominantes son gramíneas perennes y anuales. Se distribuyen en las planicies de la zona de estudio, en suelos profundos y drenaje deficiente. En algunos casos suele asociarse con algunos árboles y arbustos sobretodo en áreas con indicios de perturbación. En general, una gran parte del pastizal dentro del área de estudio se puede considerar como inducido, destinando esto al aprovechamiento intensivo y extensivo que se ha dado durante años a través de la ganadería y el comienzo a nuevas zonas de cultivo.

Parámetros estructurales de la vegetación en los puntos de muestreo dentro del área de influencia

1) Sitio 1 BTC

En el estrato arbóreo las especies con mayor IVI fueron *Senna pallida* (70.81) y *Amphipterygium adstringens* (67.19) Cuadro 50, en el estrato arbustivo *Escontría chiotilla* (58.85) y *Pithecellobium dulce* (51.82) fueron las que obtuvieron mayor IVI, en lo que respecta al estrato herbáceo, la

especie con mayor IVI fue *Talinum triangulare*. En lo referente a la abundancia de individuos se registraron 99 árboles, 91 arbustos y 669 hierbas.

2) Sitio 2 VS BTC al N del Área de Influencia

En el estrato arbóreo las especies con mayor IVI fueron *Senna pallida* (142.15) y *Amphipterygium adstringens* (95.57) Cuadro 51, en el estrato arbustivo *Randia malacocarpa* (48.76) y *Acacia cornigera* (38.4) fueron las que obtuvieron mayor IVI, en lo que respecta al estrato herbáceo, la especie con mayor IVI fue *Panicum maximum*. En lo referente a la abundancia de individuos se registraron 51 árboles, 77 arbustos y 449 hierbas.

Cuadro 50. Índice de Valor de Importancia de las especies en Sitio 1.

ÁRBOLES	ALT.PRO M(M)	NO.IND IV.	DEN. REL.(DR%)	FREC. (F)	FREC.REL. (FR%)	COB. (ÁREA BASAL REL.)	COB. REL(CR%)	IVI %
<i>Senna pallida (J. Vahl) H.S.Irwin et Barneby</i>	3	42	42.42	0.7	12.96	1227.44	15.43	70.81
<i>Amphipterygium adstringens (Schltdl.) Standl.</i>	6.15	17	17.17	1	18.52	2506	31.5	67.19
<i>Pereskia lychnidiflora DC.</i>	3.75	13	13.13	1	18.52	1595.34	20.05	51.7
<i>Sabal mexicana Mart.</i>	2.5	8	8.08	0.5	9.26	1413.72	17.77	35.11
<i>Andira inermis (W. Wright) Kunth ex DC.</i>	2	8	8.08	1	18.52	344.07	4.32	30.92
<i>Bursera simaruba (L.) Sarg.</i>	2.8	8	8.08	0.5	9.26	760.27	9.56	26.9
<i>Caesalpinia mexicana A. Gray</i>	3	3	3.04	0.7	12.96	108.95	1.37	17.37
Total	3.3	99	100	5.4	100	7955.79	100	300

ARBUSTOS	ALT.PRO M(M)	NO.IND IV.	DEN. REL. (DR%)	FREC. (F)	FREC.REL. (FR%)	COB. (ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Escontría chiotilla (FAC Weber) JN Rose</i>	4.5	18	19.78	1	18.52	882.3	20.55	58.85
<i>Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.</i>	3.7	20	21.98	0.5	9.26	883.58	20.58	51.82
<i>Randia aculeata L.</i>	2.75	16	17.58	1	18.52	1063.62	24.77	60.87
<i>Bonellia macrocarpa subsp. macrocarpa</i>	2	17	18.68	0.7	12.96	635.68	14.81	46.45
<i>Acacia cornigera (L.) Will.</i>	1.5	9	9.89	1	18.52	387.08	9.02	37.43
<i>Wissadula periplocifolia C. Presl</i>	3	3	3.3	0.5	9.26	28.86	0.67	13.23
<i>Randia malacocarpa Standl.</i>	2.7	8	8.79	0.7	12.96	412.24	9.6	31.35
Total	2.8	91	100	5.4	100	4293.36	100	300

HIERBAS	ALT.PRO M(M)	NO.IND IV.	DEN. REL. (DR%)	FREC. (F)	FREC.REL. (FR%)	COB. (ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Talinum triangulare (Jacq.) Willd</i>	0.36	108	16.14	1	10	115	17.06	43.21
<i>Bromelia pinguin L.</i>	1	49	7.32	1	10	88	13.06	30.38
<i>Cuphea carthagenensis (Jacq.) JF Macbr.</i>	0.24	79	11.81	0.7	7	72	10.68	29.49
<i>Bouchea prismatica (L.) Kuntze</i>	0.45	80	11.96	0.7	7	67	9.94	28.9
<i>Euphorbia tithymaloides L.</i>	0.9	63	9.42	0.5	5	57	8.46	22.87
<i>Portulaca pilosa L.</i>	0.44	49	7.32	0.7	7	28	4.15	18.48
<i>Euphorbia graminea Jacq.</i>	0.23	42	6.28	0.5	5	43	6.38	17.66
<i>Mammillaria eriacantha Link & Otto ex Pfeiff</i>	0.7	38	5.68	0.7	7	24	3.56	16.24
<i>Cardiospermum halicacabum L.</i>	5	2	0.3	0.2	2	88	13.06	15.36
<i>Commelina erecta L.</i>	0.2	41	6.13	0.5	5	19	2.82	13.95
<i>Capsicum annuum L.</i>	1	28	4.19	0.5	5	19	2.82	12
<i>Croton cortesianus Kunth</i>	0.2	28	4.19	0.5	5	19	2.82	12
<i>Tradescantia pallida (JN Rose) DR Hunt</i>	0.25	14	2.09	0.7	7	5	0.74	9.83
<i>Lasiacis nigra Davidse</i>	0.25	14	2.09	0.5	5	5	0.74	7.83
<i>Phoradendron quadrangulare (Kunth) Krug & Urb.</i>	0.45	10	1.49	0.5	5	5	0.74	7.24
<i>Gomphrena decumbens Jacq.</i>	0.1	10	1.49	0.2	2	5	0.74	4.24
<i>Solanum hirtum Vahl</i>	1	10	1.49	0.2	2	5	0.74	4.24
<i>Gonolobus barbatus Kunth</i>	0.2	2	0.3	0.2	2	5	0.74	3.04
<i>Passiflora biflora Lam.</i>	5	2	0.3	0.2	2	5	0.74	3.04
Total	0.95	669	100	10	100	674	100	300

Cuadro 51. Índice de Valor de Importancia de las especies en Sitio 2.

ÁRBOLES	ALT.PROM(M)	NO.INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC. (F)	FREC.REL. (FR%)	COB. (ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Senna pallida</i> (J. Vahl) H.S.Irwin et Barneby	2	35	68.63	1	40	801.58	33.52	142.15
<i>Amphipterygium adstringens</i> (Schtdl.) Standl.	3	9	17.64	0.5	20	1385.45	57.93	95.57
<i>Caesalpinia mexicana</i> A. Gray	1.8	7	13.73	1	40	204.57	8.55	62.28
Total	2.2	51	100	2.5	100	2391.6	100	300

ARBUSTOS	ALT.PROM(M)	NO.INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC. (F)	FREC.REL. (FR%)	COB.(ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Randia malacocarpa</i> Standl.	1.65	16	20.78	0.7	12.5	314.16	15.48	48.76
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Will.	2	7	9.09	1	17.86	232.28	11.45	38.4
<i>Acacia collinsii</i> Saff.	1.5	9	11.69	0.5	8.93	317.31	15.64	36.26
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	2	6	7.79	0.7	12.5	301.59	14.86	35.15
<i>Bonellia macrocarpa</i> subsp. <i>macrocarpa</i>	1.5	8	10.39	1	17.86	121.64	5.99	34.24
<i>Opuntia dejecta</i> (Salm-Dyck) Salm-Dyck.	1.6	8	10.39	0.5	8.93	226.2	11.15	30.47
<i>Coccoloba</i> sp.	1.8	8	10.39	0.5	8.93	190.07	9.37	28.69
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	2	7	9.09	0.2	3.56	269.39	13.27	25.92
<i>Wissadula periplocifolia</i> C. Presl	1.5	8	10.39	0.5	8.93	56.55	2.79	22.11
Total	1.72	77	100	5.6	100	2029.19	100	300

HIERBAS	ALT.PROM(M)	NO.INDIV.	DEN. REL.(DR%)	FREC.(F)	FREC.REL. (FR%)	COB.(ÁREA BASAL REL.)	COB. REL(CR%)	IVI %
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	0.68	77	17.15	1	9.71	98	24.81	51.67
<i>Saccharum officinarum</i> L.	0.34	56	12.47	1	9.71	68	17.22	39.4
<i>Aechmea bracteata</i> (Sw.) Griseb.	0.35	49	10.91	0.5	4.85	88	22.28	38.05
<i>Cyperus tenuis</i> Sw.	0.25	49	10.91	1	9.71	28	7.09	27.71
<i>Lasiacis nigra</i> Davidse	0.29	63	14.03	0.5	4.85	27	6.84	25.72
<i>Commelina erecta</i> L.	0.31	24	5.35	1	9.71	14	3.54	18.6
<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.	0.25	14	3.12	1	9.71	5	1.27	14.09
<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) JF Macbr.	0.23	28	6.24	0.5	4.85	10	2.53	13.62
<i>Euphorbia tithymaloides</i> L.	0.2	21	4.68	0.5	4.85	9	2.28	11.81
<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	0.1	3	0.67	1	9.71	5	1.27	11.64
<i>Bouchea prismatica</i> (L.) Kuntze	0.2	14	3.12	0.5	4.85	5	1.27	9.24
<i>Tillandsia</i> sp.	0.3	21	4.68	0.2	1.94	9	2.28	8.9
<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	0.2	3	0.67	0.7	6.8	5	1.27	8.73
<i>Portulaca pilosa</i> L.	0.2	10	2.23	0.5	4.85	5	1.27	8.35
<i>Vitis</i> sp.	1	7	1.56	0.2	1.94	14	3.54	7.05
<i>Oxalis frutescens</i> L.	0.13	10	2.23	0.2	1.94	5	1.27	5.43
Total	0.31	449	100	10.3	100	395	100	300

a) Sitio 3 M, al SSE del Área de Influencia

En el estrato arbóreo las especies con mayor IVI fueron *Conocarpus erectus* (119.04) y *Pereskia lychnidiflora* (110.92) Cuadro 52, en el estrato arbustivo *Acacia cornigera* (42.52) y *Ziziphus amole* (34.8) fueron las que obtuvieron mayor IVI, en lo que respecta al estrato herbáceo, la especie con mayor IVI fue *Commelina erecta*. En lo referente a la abundancia de individuos se registraron 27 árboles, 128 arbustos y 398 hierbas.

b) Sitio 4 BTC al SO del Área de Influencia

En el estrato arbóreo las especies con mayor IVI fueron *Pereskia lychnidiflora* (55.23) y *Amphipterygium adstringens* (53.65) Cuadro 53, en el estrato arbustivo *Escontría chiotilla* (60.87) y *Randia aculeata* (56.08) fueron las que obtuvieron mayor IVI, en lo que respecta al estrato herbáceo, la especie con mayor IVI fue *Talinum triangulare*. En lo referente a la abundancia de individuos se registraron 93 árboles, 97 arbustos y 504 hierbas.

c) Sitio 5 BTC al S del Área de Influencia

En el estrato arbóreo las especies con mayor IVI fueron *Pereskia lychnidiflora* (57.28) y *Prosopis laevigata* (48.36) Cuadro 54, en el estrato arbustivo *Randia malacocarpa* (63.18) y *Acacia cornigera* (55.61) fueron las que obtuvieron mayor IVI, en lo que respecta al estrato herbáceo, la especie con mayor IVI fue *Phoradendron quadrangulare*. En lo referente a la abundancia de individuos se registraron 53 árboles, 59 arbustos y 805 hierbas.

d) Sitio 6 VS BTC al ESE del Área de Influencia

En el estrato arbóreo las especies con mayor IVI fueron *Pereskia lychnidiflora* (129.82) y *Amphipterygium adstringens* (109.68) Cuadro 55, en el estrato arbustivo *Ziziphus amole* (56.12) y *Zapoteca formosa* (18.02) fueron las que obtuvieron mayor IVI, en lo que respecta al estrato herbáceo, la especie con mayor IVI fue *Commelina erecta*. En lo referente a la abundancia de individuos se registraron 24 árboles, 230 arbustos y 517 hierbas.

Cuadro 52. Índice de Valor de Importancia de las especies en Sitio 3.

ÁRBOLES	ALT. PROM (M)	NO. INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC. (F)	FREC. REL. (FR%)	COB. (ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Conocarpus erectus L.</i>	2.2	9	33.33	1	45.45	1052.09	40.26	119.04
<i>Pereskia lychnidiflora DC.</i>	2.1	9	33.33	1	45.45	839.82	32.14	110.92
<i>Sabal mexicana Mart.</i>	2	9	33.33	0.2	9.1	721.07	27.6	70.03
Total	2.1	27	100	2.2	100	2612.98	100	300

ARBUSTOS	ALT. PROM (M)	NO. INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC. (F)	FREC. REL. (FR%)	COB. (ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Acacia cornigera (L.) Will.</i>	2.8	18	14.06	1	14.08	692.72	14.38	42.52
<i>Ziziphus amole (Sessé et Moc.) M.C.Johnst.</i>	3	15	11.72	0.5	7.04	772.95	16.04	34.8
<i>Bonellia macrocarpa subsp. macrocarpa</i>	1.5	15	11.72	0.7	9.87	528.85	10.98	32.57
<i>Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.</i>	2.1	12	9.38	0.5	7.04	603.19	12.52	28.94
<i>Combretum fruticosum (Loefl.) Stuntz</i>	3	9	7.03	0.5	7.04	651.44	13.52	27.59
<i>Escontría chiotilla (FAC Weber) JN Rose</i>	2.4	9	7.03	1	14.08	289.53	6.01	27.12
<i>Cascabela ovata (Cav.) Lippold</i>	2.5	15	11.72	0.5	7.04	207.82	4.31	23.07
<i>Cordia curassavica (Jacq.) Roem. et Schult.</i>	1.5	9	7.03	0.7	9.87	162.86	3.38	20.28
<i>Conocarpus racemosus L.</i>	1.4	6	4.68	0.5	7.04	340.47	7.07	18.79
<i>Opuntia dejecta (Salm-Dyck) Salm-Dyck.</i>	1.5	6	4.69	0.5	7.04	224.36	4.66	16.39
<i>Gossypium hirsutum L.</i>	2	6	4.69	0.5	7.04	193.02	4	15.73
<i>Coccoloba sp.</i>	1.8	8	6.25	0.2	2.82	150.86	3.13	12.2
Total	2.1	128	100	7.1	100	4818.07	100	300

HIERBAS	ALT. PROM (M)	NO. INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC. (F)	FREC. REL. (FR%)	COB. (ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Commelina erecta L.</i>	0.34	85	21.36	1	9.35	72	25.62	56.33
<i>Saccharum officinarum L.</i>	0.22	65	16.33	1	9.35	62	22.06	47.74
<i>Cuphea carthagenensis (Jacq.) JF Macbr.</i>	1.03	59	14.82	0.5	4.67	33	11.74	31.24
<i>Aechmea bracteata (Sw.) Griseb.</i>	0.18	30	7.54	1	9.35	24	8.54	25.42
<i>Cyperus tenuis Sw.</i>	0.8	28	7.04	0.7	6.54	19	6.76	20.34
<i>Bromelia pinguin L.</i>	0.38	21	5.28	1	9.35	9	3.2	17.83
<i>Panicum maximum Jacq.</i>	0.3	21	5.28	1	9.35	9	3.2	17.83
<i>Cardiospermum halicacabum L.</i>	0.13	10	2.51	1	9.35	5	1.78	13.64
<i>Cyperus hermaphroditus (Jacq.) Standl.</i>	0.04	7	1.76	1	9.35	5	1.78	12.88
<i>Lasiacis nigra Davidse</i>	1.2	21	5.28	0.5	4.67	9	3.2	13.15
<i>Tillandsia sp.</i>	0.14	28	7.04	0.2	1.87	14	4.98	13.89
<i>Euphorbia graminea Jacq.</i>	0.04	7	1.76	0.7	6.54	5	1.78	10.08
<i>Euphorbia tithymaloides L.</i>	0.1	7	1.76	0.7	6.54	5	1.78	10.08
<i>Tillandsia ionantha Planch.</i>	0.2	7	1.76	0.2	1.87	5	1.78	5.41
<i>Solanum hirtum Vahl</i>	0.09	2	0.5	0.2	1.87	5	1.78	4.15
Total	1.2	398	100	10.7	100	281	100	300

Cuadro 53. Índice de Valor de Importancia de las especies en Sitio 4.

ÁRBOLES	ALT. PROM(M)	NO. INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC.(F)	FREC. REL. (FR%)	COB. (ÁREA BASAL REL.)	COB. REL. (CR%)	IVI %
<i>Pereskia lychnidiflora DC.</i>	2.6	15	16.13	1	18.52	954.26	20.58	55.23
<i>Amphipterygium adstringens (Schltdl.) Standl.</i>	3.5	14	15.05	1	18.52	930.67	20.08	53.65
<i>Prosopis laevigata (Humb. y Bonpl. ex Willd.) MC Johnst.</i>	2	18	19.35	0.5	9.26	997.52	21.52	50.13
<i>Caesalpinia mexicana A. Gray</i>	1.6	17	18.28	0.7	12.96	480.66	10.37	41.61
<i>Senna pallida (J. Vahl) H.S.Irwin et Barneby</i>	1.7	15	16.13	0.5	9.26	369.45	7.97	33.36
<i>Sabal mexicana Mart.</i>	2	3	3.23	0.5	9.26	530.15	11.44	23.93
<i>Andira inermis (W. Wright) Kunth ex DC.</i>	1.9	8	8.6	0.5	9.26	257.36	5.55	23.41
<i>Pithecellobium seleri Harms.</i>	1.9	3	3.23	0.7	12.96	115.45	2.49	18.68
Total	2.1	93	100	5.4	100	4635.52	100	300

ARBUSTOS	ALT. PROM (M)	NO. INDIV.	DEN. REL.(DR%)	FREC.(F)	FREC. REL. (FR%)	COB.(ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Escontría chiotilla (FAC Weber) JN Rose</i>	3.43	12	12.37	1	16.95	1357.17	31.55	60.87
<i>Randia aculeata L.</i>	2.37	22	22.68	1	16.95	707.74	16.45	56.08
<i>Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.</i>	2.3	8	8.25	1	16.95	935.19	21.74	46.94
<i>Ziziphus amole (Sessé et Moc.) M.C.Johnst.</i>	3.15	15	15.46	0.5	8.47	528.85	12.29	36.22
<i>Wissadula periplocifolia C. Presl</i>	1.8	17	17.53	0.5	8.47	120.17	2.79	28.79
<i>Bonellia macrocarpa subsp. macrocarpa</i>	1.8	9	9.28	0.7	11.87	254.47	5.92	27.07
<i>Randia malacocarpa Standl.</i>	3.6	9	9.28	0.7	11.87	206.12	4.79	25.94
<i>Coryphantha sp.</i>	1.4	5	5.15	0.5	8.47	192.42	4.47	18.09
Total	2.5	97	100	5.9	100	4302.13	100	300

HIERBAS	ALT. PROM (M)	NO. INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC. (F)	FREC.REL. (FR%)	COB. (ÁREA BASAL REL.)	COB. REL(CR%)	IVI %
<i>Talinum triangulare (Jacq.) Willd</i>	0.67	87	17.26	1	12.5	61	19.24	49
<i>Cuphea carthagenensis (Jacq.) JF Macbr.</i>	0.32	101	20.04	0.5	6.25	53	16.72	43.01
<i>Commelina erecta L.</i>	0.15	60	11.9	1	12.5	57	17.98	42.39
<i>Portulaca pilosa L.</i>	0.37	63	12.5	0.5	6.25	24	7.57	26.32
<i>Mammillaria eriacantha Link & Otto ex Pfeiff</i>	0.25	52	10.32	0.5	6.25	29	9.15	25.72
<i>Euphorbia tithymaloides L.</i>	0.6	30	5.95	0.7	8.75	24	7.57	22.27
<i>Bouchea prismatica (L.) Kuntze</i>	0.24	34	6.75	0.7	8.75	20	6.31	21.81
<i>Commelina diffusa Burm.f.</i>	0.1	10	1.98	1	12.5	5	1.58	16.06
<i>Gomphrena decumbens Jacq.</i>	0.15	17	3.37	0.7	8.75	10	3.15	15.28
<i>Gonolobus barbatus Kunth</i>	0.28	23	4.56	0.2	2.5	15	4.73	11.8
<i>Croton cortesianus Kunth</i>	0.1	10	1.98	0.5	6.25	5	1.58	9.81
<i>Cardiospermum halicacabum L.</i>	1.5	3	0.6	0.5	6.25	9	2.84	9.68
<i>Lasiacis nigra Davidse</i>	0.03	14	2.78	0.2	2.5	5	1.58	6.86
Total	0.4	504	100	8	100	317	100	300

Cuadro 54. Índice de Valor de Importancia de las especies en Sitio 5.

ÁRBOLES	ALT. PROM (M)	NO. INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC.(F)	FREC. REL. (FR%)	COB. (ÁREA BASAL REL.)	COB. REL(CR%)	IVI %
<i>Pereskia lychnidiflora DC.</i>	6	6	11.32	1	22.74	1526.82	23.22	57.28
<i>Prosopis laevigata (Humb. y Bonpl. ex Willd.) MC Johnst.</i>	3.5	9	16.98	0.7	15.91	1017.88	15.47	48.36
<i>Lysiloma microphyllum Benth.</i>	5	3	5.66	0.5	11.36	2022.77	30.75	47.77
<i>Lysiloma divaricatum (Jacq.) JF Macbr.</i>	1.9	8	15.09	0.7	15.91	760.27	11.56	42.56
<i>Bursera simaruba (L.) Sarg.</i>	2	9	16.98	0.5	11.36	510.71	7.76	36.1
<i>Bursera fagaroides (Kunth) Engl.</i>	1.5	8	15.09	0.5	11.36	543.43	8.26	34.71
<i>Senna pallida (J. Vahl) H.S. Irwin et Barneby</i>	1.5	10	18.88	0.5	11.36	196.35	2.98	33.22
Total	3	53	100	4.4	100	6578.23	100	300

ARBUSTOS	ALT. PROM (M)	NO. INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC.(F)	FREC. REL. (FR%)	COB. (ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Randia malacocarpa Standl.</i>	1.3	14	23.73	1	17.54	369.89	21.91	63.18
<i>Acacia cornigera (L.) Will.</i>	3	6	10.17	1	17.54	471.24	27.9	55.61
<i>Opuntia dejecta (Salm-Dyck) Salm-Dyck.</i>	2.5	9	15.26	0.5	8.77	221.67	13.13	37.16
<i>Ziziphus amole (Sessé et Moc.) M.C. Johnst.</i>	3	3	5.08	1	17.54	235.62	13.96	36.58
<i>Bonellia macrocarpa subsp. macrocarpa</i>	1.5	9	15.26	0.5	8.77	124.69	7.39	31.42
<i>Senna atomaria (L.) H.S. Irwin & Barneby</i>	3	3	5.08	0.7	12.3	166.25	9.85	27.23
<i>Cordia curassavica (Jacq.) Roem. et Schult.</i>	1.5	8	13.56	0.5	8.77	76.97	4.56	26.89
<i>Wissadula periplocifolia C. Presl</i>	1.5	7	11.86	0.5	8.77	21.99	1.3	21.93
Total	2.1	59	100	5.7	100	1688.32	100	300

HIERBAS	ALT. PROM (M)	NO. INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC.(F)	FREC.REL. (FR%)	COB. (ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Phoradendron quadrangulare (Kunth) Krug & Urb.</i>	0.65	84	10.43	0.5	3.5	92	16.79	30.72
<i>Murdannia nudiflora (L.) Brenan</i>	0.48	77	9.57	0.5	3.5	47	8.58	21.64
<i>Bromelia pinguin L.</i>	0.58	42	5.22	1	6.99	43	7.85	20.06
<i>Cleome gynandra L.</i>	0.39	56	6.96	0.5	3.5	38	6.93	17.39
<i>Mammillaria sp.</i>	0.65	56	6.96	0.5	3.5	38	6.93	17.39
<i>Ocimum micranthum Willd.</i>	0.23	56	6.96	0.5	3.5	38	6.93	17.39
<i>Euphorbia tithymaloides L.</i>	0.48	56	6.96	0.7	4.9	29	5.29	17.14
<i>Commelina diffusa Burm.f.</i>	0.39	44	5.47	1	6.99	24	4.38	16.84
<i>Porophyllum punctatum (Mill.) S.F. Blake</i>	0.57	56	6.96	0.5	3.5	33	6.02	16.47
<i>Bouchea prismatica (L.) Kuntze</i>	0.24	50	6.21	0.7	4.9	25	4.56	15.67
<i>Capsicum annum L.</i>	0.57	35	4.35	0.5	3.5	24	4.38	12.22
<i>Talinum triangulare (Jacq.) Willd</i>	0.17	35	4.35	0.5	3.5	24	4.38	12.22
<i>Oxalis frutescens L.</i>	0.18	30	3.73	0.5	3.5	24	4.38	11.6
<i>Saccharum officinarum L.</i>	0.25	14	1.74	1	6.99	15	2.74	11.47
<i>Alternanthera flava (L.) Mears.</i>	0.27	21	2.61	1	6.99	10	1.82	11.43
<i>Cyperus tenuis Sw.</i>	0.26	21	2.61	1	6.99	10	1.82	11.43
<i>Portulaca pilosa L.</i>	0.18	17	2.11	1	6.99	10	1.82	10.93
<i>Panicum maximum Jacq.</i>	0.42	10	1.24	1	6.99	5	0.91	9.15
<i>Mirabilis laevis (Benth.) Curran.</i>	1.2	21	2.61	0.7	4.9	9	1.64	9.15
<i>Passiflora biflora Lam.</i>	1	14	1.74	0.5	3.5	5	0.91	6.15
<i>Vitis sp.</i>	0.1	10	1.24	0.2	1.4	5	0.91	3.55
Total	0.44	805	100	14.3	100	548	100	300

Cuadro 55. Índice de Valor de Importancia de las especies en Sitio 6.

ÁRBOLES	ALT. PROM (M)	NO. INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC. (F)	FREC. REL. (FR%)	COB.(ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Pereskia lychnidiflora</i> DC.	3	9	37.5	1	40	1654.69	52.32	129.82
<i>Amphipterygium adstringens</i> (Schltdl.) Standl.	3	9	37.5	1	40	1017.88	32.18	109.68
<i>Lysiloma microphyllum</i> Benth.	1.8	6	25	0.5	20	490.28	15.5	60.5
Total	2.6	24	100	2.5	100	3162.85	100	300

ARBUSTOS	ALT. PROM (M)	NO. INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC. (F)	FREC.REL. (FR%)	COB. (ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Ziziphus amole</i> (Sessé et Moc.) M.C.Johnst.	2	44	19.13	0.7	9.86	1791.47	27.13	56.12
<i>Zapoteca formosa</i> (Kunth) H.M.Hern. subsp. <i>formosa</i> .	1.6	15	6.52	0.5	7.04	294.53	4.46	18.02
<i>Wissadula periplocifolia</i> C. Presl	1.5	9	3.91	0.7	9.86	63.62	0.96	14.73
<i>Senna pallida</i> (J.Vahl) H.S.Irwin et Barneby	1.5	35	15.22	0.5	7.04	439.82	6.66	28.92
<i>Randia aculeata</i> L.	2	35	15.22	1	14.09	1125.95	17.05	46.36
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	2.4	43	18.7	0.7	9.86	1654.84	25.06	53.62
<i>Opuntia dejecta</i> (Salm-Dyck) Salm-Dyck.	1.5	6	2.61	0.5	7.04	117.81	1.78	11.43
<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. et Schult.	1.5	14	6.09	0.5	7.04	98.96	1.5	14.63
<i>Coccoloba</i> sp.	1.7	9	3.91	0.5	7.04	124.69	1.89	12.84
<i>Bonellia macrocarpa</i> subsp. <i>macrocarpa</i>	1.9	3	1.3	0.5	7.04	37.7	0.57	8.91
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Will.	1.85	17	7.39	1	14.09	854.52	12.94	34.42
Total	1.7	230	100	7.1	100	6603.91	100	300

HIERBAS	ALT. PROM (M)	NO. INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC. (F)	FREC.REL. (FR%)	COB. (ÁREA BASAL REL.)	COB. REL(CR%)	IVI %
<i>Commelina erecta L.</i>	0.24	101	19.54	1	8.62	91	27.41	55.57
<i>Saccharum officinarum L.</i>	0.27	77	14.89	0.7	6.03	47	14.16	35.08
<i>Cyperus tenuis Sw.</i>	0.23	56	10.83	1	8.62	48	14.46	33.91
<i>Panicum maximum Jacq.</i>	0.3	28	5.42	1	8.62	19	5.72	19.76
<i>Bouchea prismatica (L.) Kuntze</i>	0.3	28	5.42	0.7	6.03	19	5.72	17.17
<i>Aechmea bracteata (Sw.) Griseb.</i>	0.35	31	6	0.7	6.03	14	4.22	16.25
<i>Bromelia pinguin L.</i>	0.3	21	4.06	1	8.62	9	2.71	15.39
<i>Portulaca pilosa L.</i>	0.2	21	4.06	0.7	6.03	9	2.71	12.81
<i>Cuphea carthagenensis (Jacq.) JF Macbr.</i>	0.3	21	4.06	0.5	4.31	9	2.71	11.08
<i>Talinum triangulare (Jacq.) Willd</i>	0.25	21	4.06	0.5	4.31	9	2.71	11.08
<i>Tillandsia sp.</i>	0.18	23	4.45	0.2	1.72	14	4.22	10.39
<i>Cardiospermum halicacabum L.</i>	0.3	7	1.35	0.7	6.03	5	1.51	8.89
<i>Vitis sp.</i>	1	14	2.71	0.5	4.31	5	1.51	8.52
<i>Lantana camara L.</i>	0.8	21	4.06	0.2	1.72	9	2.71	8.5
<i>Lasiacis nigra Davidse</i>	0.15	10	1.93	0.5	4.31	5	1.51	7.75
<i>Passiflora biflora Lam.</i>	0.38	10	1.93	0.5	4.31	5	1.51	7.75
<i>Euphorbia tithymaloides L.</i>	0.38	10	1.93	0.5	4.31	5	1.51	7.75
<i>Oxalis frutescens L.</i>	0.19	7	1.35	0.5	4.31	5	1.51	7.17
<i>Solanum hirtum Vahl</i>	0.5	10	1.93	0.2	1.72	5	1.51	5.16
Total	0.35	517	100	11.6	100	332	100	300

e) Sitio 7 P al N0 del Área de Influencia

En el estrato arbóreo la única especie registrada fue *Prosopis laevigata* (IVI= 300) Cuadro 56, en el estrato arbustivo solo se identificó a *Bonellia macrocarpa* (164.77) y *Acacia farnesiana* (135.23), en lo que respecta al estrato herbáceo, la especie con mayor IVI fue *Eragrostis ciliaris*. En lo referente a la abundancia de individuos se registraron 15 árboles, 17 arbustos y 4085 hierbas.

f) Sitio 8 P al NE del Área de Influencia

En el estrato arbóreo la única especie registrada fue *Prosopis laevigata* (IVI= 300) en el estrato arbustivo solo se identificó a *Acacia farnesiana* (223.12) y *Cassia sp.* (76.88), (Cuadro 57), en lo que respecta al estrato herbáceo, la especie con mayor IVI fue *Eragrostis ciliaris*. En lo referente a la abundancia de individuos se registraron 17 árboles, 13 arbustos y 4805 hierbas.

Cuadro 56. Índice de Valor de Importancia de las especies en Sitio 7.

ÁRBOLES	ALT. PROM (M)	NO. INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC. (F)	FREC.REL. (FR%)	COB. (ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. y Bonpl. ex Willd.) MC Johnst.	2.3	15	100	0.4	100	577.27	100	300
Total	2.3	15	100	0.4	100	577.27	100	300

ARBUSTOS	ALT. PROM (M)	NO. INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC. (F)	FREC.REL. (FR%)	COB. (ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Bonellia macrocarpa</i> subsp. <i>macrocarpa</i>	1.7	9	52.94	0.7	50	254.46	61.83	164.77
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	1.9	8	47.06	0.7	50	157.08	38.17	135.23
Total	1.8	17	100	1.4	100	411.54	100	300

HIERBAS	ALT. PROM (M)	NO. INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC. (F)	FREC.REL. (FR%)	COB. (ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R.Br.	0.09	2419	50.34	1	14.93	210	21	86.27
<i>Cyperus iria</i> L.	0.13	756	15.73	0.84	12.54	180	18	46.27
<i>Fabaceae</i>	0.15	304	6.33	0.84	12.54	150	15	33.87
<i>Oxalis frutescens</i> subsp. <i>angustifolia</i> (Kunth) Lourteig	0.03	455	9.47	0.14	2.09	120	12	23.56
<i>Bouteloua</i> sp.	0.15	239	4.97	0.56	8.36	100	10	23.33
<i>Linum</i> sp.	0.13	130	2.71	0.7	10.45	60	6	19.16
<i>Chloris virgata</i> Sw.	0.23	185	3.85	0.7	10.45	22	2.2	16.5
<i>Aristida</i> sp.	0.1	109	2.27	0.42	6.27	72	7.2	15.74
<i>Echinochloa</i> sp	0.1	118	2.46	0.42	6.27	53	5.3	14.03
<i>Sida ciliaris</i> L.	0.09	41	0.85	0.42	6.27	12	1.2	8.32
<i>Paspalum pubiflorum</i> E.Fourn.	0.2	35	0.73	0.28	4.18	18	1.8	6.71
<i>Stachytarpheta frantzii</i> Pol.	0.08	8	0.17	0.14	2.09	1	0.1	2.36
<i>Ocimum micranthum</i> Willd.	0.05	3	0.06	0.14	2.09	1	0.1	2.25
<i>Amaranthus</i> sp.	0.1	3	0.06	0.1	1.49	1	0.1	1.65
Total	0.12	4805	100	6.7	100	1000	100	300

Cuadro 57. Índice de Valor de Importancia de las especies en Sitio 8.

ÁRBOLES	ALT. PROM (M)	NO. INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC. (F)	FREC. REL. (FR%)	COB.(ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. y Bonpl. ex Willd.) MC Johnst.	2	17	100	0.7	100	654.24	100	300
Total	2	17	100	0.7	100	654.24	100	300

ARBUSTOS	ALT. PROM (M)	NO. INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC. (F)	FREC. REL. (FR%)	COB.(ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	1.8	8	61.53	0.7	83.33	226.2	78.26	223.12
<i>Cassia</i> sp.	1.5	5	38.47	0.14	16.67	62.83	21.74	76.88
Total	1.65	13	100	0.84	100	289.03	100	300

HIERBAS	ALT. PROM (M)	NO. INDIV.	DEN. REL. (DR%)	FREC. (F)	FREC.REL. (FR%)	COB.(ÁREA BASAL REL.)	COB. REL (CR%)	IVI %
<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R.Br.	0.09	2419	50.34	1	14.93	224	22.49	87.76
<i>Cyperus iria</i> L.	0.13	756	15.73	0.84	12.54	190	19.08	47.35
<i>Fabaceae</i>	0.15	304	6.33	0.84	12.54	170	17.07	35.94
<i>Oxalis frutescens subsp.angustifolia</i> (Kunth) Lourteig	0.03	455	9.47	0.14	2.09	135	13.55	25.11
<i>Bouteloua</i> sp.	0.15	239	4.97	0.56	8.36	104	10.44	23.77
<i>Linum</i> sp.	0.13	130	2.71	0.7	10.45	60	6.02	19.18
<i>Chloris virgata</i> Sw.	0.23	185	3.85	0.7	10.45	22	2.21	16.51
<i>Echinochloa</i> sp	0.1	118	2.46	0.42	6.27	44	4.42	13.15
<i>Aristida</i> sp.	0.1	109	2.27	0.42	6.27	14	1.41	9.95
<i>Sida ciliaris</i> L.	0.09	41	0.85	0.42	6.27	12	1.2	8.32
<i>Paspalum pubiflorum</i> E.Fourn.	0.2	35	0.73	0.28	4.18	18	1.81	6.72
<i>Stachytarpheta frantzii</i> Pol.	0.08	8	0.17	0.14	2.08	1	0.1	2.35
<i>Ocimum micranthum</i> Willd.	0.05	3	0.06	0.14	2.08	1	0.1	2.24
<i>Amaranthus</i> sp.	0.1	3	0.06	0.1	1.49	1	0.1	1.65
Total	0.12	4805	100	6.7	100	996	100	300

• **Diversidad de especies (Área de Influencia)**

Los resultados obtenidos de la diversidad con el Índice de Shannon para cada sitio incluido en el análisis muestran cambios en la diversidad para cada sitio. El Sitio 5 (BTC) fue el que obtuvo mayor diversidad dentro del área de influencia (3.2), mientras que el Sitio 7 (P) registró en menor valor (1.7), (Figura 74). Cabe mencionar que este índice se calculó para los ocho sitios de muestreo dentro del área de influencia.

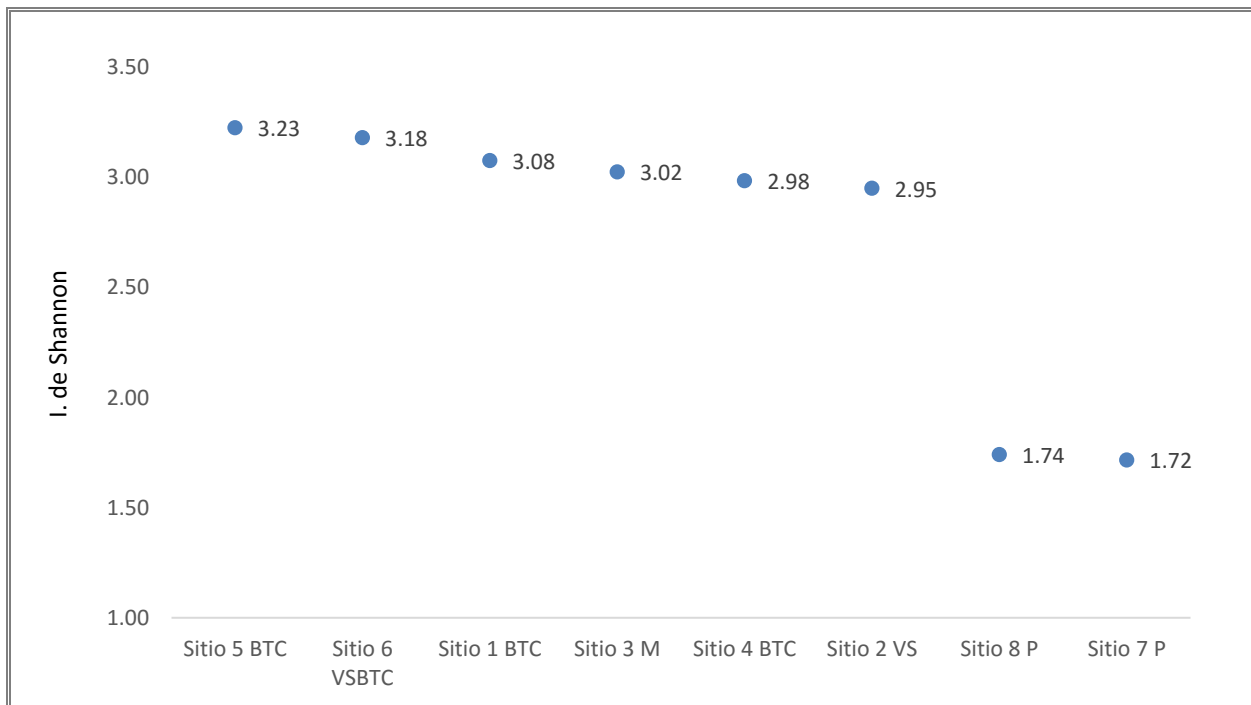


Figura 74. Diversidad de especies en los sitios de muestreo del Área de Influencia.

La equitatividad (E) indica que tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies, sabiendo que el valor máximo de equidad es el de 1, el Sitio 6-VS BTC obtuvo el valor más alto (0.91); seis de los ocho sitios mostraron un alto grado de equidad, ya que se obtuvieron valores de entre (0.91 y 0.88), mostrando que los individuos de cada parcela presentan una distribución uniforme. La riqueza de especies (S) en los sitios observados fue variable (Cuadro 58), la mayor riqueza se registró en el Sitio 5-BTC con 36 especies y el que menos especies presentó fue el Sitio 8-P con solo 15 especies.

Cuadro 58. Valores de riqueza, equitatividad e índice de Shannon de los sitios de Área de Influencia.

SITIO	ESPECIES	SHANNON-WIENER	EQUITATIVIDAD
Sitio 5- BTC	36	3.23	0.90
Sitio 6 VS	33	3.18	0.91
Sitio 1- BTC	33	3.08	0.88
Sitio 3- M	30	3.02	0.89
Sitio 4- BTC	29	2.98	0.89
Sitio 2- VS	28	2.95	0.89
Sitio 8- P	15	1.74	0.64
Sitio 7 -P	17	1.72	0.61

Usos de la flora silvestre (especies de uso local y de importancia para etnias o grupos locales y especies de interés comercial) y especies tóxicas en la zona

De acuerdo con la información contenida en la base de datos de las plantas útiles de México del Herbario XAL del INECOL (Avendaño, 1989), se identificaron un total de 9 diferentes tipos de usos distribuidos en 26 especies de plantas silvestres (*Anexo IV.10.1*).

Con base en esta información, dentro del área de influencia el uso más común reportado es medicinal con 16 especies, esta categoría enmarca todas aquellas plantas que son utilizadas para mejorar el estado de salud; como postes o barreras para delimitar límites entre un predio y otro, uso conocido como cercos vivos con 18 especies. Le sigue el uso medicinal con 13 especies, esta categoría enmarca todas aquellas plantas que son utilizadas para mejorar el estado de salud; como forraje se enlistan todas aquellas especies que son utilizadas en la alimentación de las diferentes clases de ganado, se registraron 8. Con uso de comestible se registraron 6 especies, en este uso se encuadran aquellas plantas que satisfacen las necesidades alimenticias humanas como lo son frutas, verduras y semillas; como ornamentales, que incluye las especies que satisfacen el sentido de belleza y decoración (flores y follajes), se identificaron 5 especies; como combustible se registraron 4 especies, esta categoría engloba aquellas especies utilizadas como leña registradas dentro del área de estudio.

• **Vegetación endémica o bajo algún estatus de protección especial (Area de Influencia)**

Con base en la lista de especies registrada para las comunidades vegetales identificadas dentro de la zona de estudio, se reporta para la zona del proyecto un total de 88 especies de plantas vasculares y de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las plantas vasculares reportadas para la zona solo una especie se encuentran catalogadas bajo alguna categoría de protección (*Cuadro 59*).

Cuadro 59. Especies identificadas dentro del Área de influencia y catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

FAMILIA	ESPECIE	NOM. COMÚN	F. BIOL.	STATUS	COORDENADAS (UTM)	
					X	Y
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus L.</i>	Mangle botoncillo	A	A	297947	1818274

*Simbología: Forma biológica: (A) Árbol. Status: (A) Amenazadas

Discusión y Conclusión

Tanto en el SAR como en el área de influencia, el pastizal es la cobertura vegetal con mayor superficie (49.15 y 35.27%, respectivamente), seguido de la vegetación secundaria (24.62 y 28.79% en cada caso) y el BTC (9.07 y 22.02%). De lo anterior se aprecia que los valores de cobertura en los dos niveles de estudio (SAR y AI.) son bastante semejantes, lo cual también sucede en lo que respecta a la riqueza de especies ya que en los puntos de monitoreo del SAR se registraron 87 especies y en el área de influencia 89; no obstante la composición florística no fue idéntica, compartiendo solo 35 especies, lo cual indica una alta riqueza beta. En el nivel del área de influencia destaca el hecho de que en los puntos de muestreo del BTC se haya registrado el 63% de la riqueza florística (56 spp.). En términos generales la zona estudiada esta considerablemente deteriorada, ya que la vegetación primaria apenas cubre el 32.38% de la superficie del SAR y, en su mayoría, se encuentra bastante fragmentada debido al desarrollo de actividades antrópicas, en particular las agropecuarias.

IV.2.2.2 Fauna

El SAR donde se encuentra inmersa el área de influencia del Proyecto, forma parte de la Provincia florístico-faunística Istmo de Tehuantepec (García-Mendoza y Torres-Colín 1999). La mayoría de las especies detectadas en el área de influencia son de origen neotropical que tienen amplia distribución en la región. Una de las principales amenazas a la que se enfrenta la fauna en el SAR es la destrucción del hábitat ocasionada principalmente por las actividades agropecuarias.

A pesar de lo anterior, se ha registrado una importante riqueza de especies animales, sobresaliendo las aves (avifauna), seguida de los mamíferos, reptiles y anfibios, en ese orden de importancia. Los ensambles descritos para cada grupo faunístico incluyen especies con un alto valor para la conservación debido a su grado de endemismo o porque se encuentran incluidas dentro de alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y otros tratados internacionales.

De manera más específica, se abordan los aspectos relacionados con la fauna que se distribuye en el área de influencia del Proyecto, que servirá de base al capítulo V, para analizar las posibles interacciones que ocurrirán entre la fauna y el proyecto, en sus etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Método

• Análisis de la fauna del SAR

A continuación se describen los criterios utilizados para seleccionar la información de confianza y calidad para el análisis de la diversidad faunística dentro del SAR. Primeramente se realizó la búsqueda bibliográfica que comprendió la revisión de manifestaciones de impacto ambiental, reportes técnicos, planes de manejo y artículos científicos que brindaran información sobre riqueza y abundancia de especies de fauna presente en el Sistema Ambiental Regional (SAR). Una vez organizada toda esta información se seleccionaron los estudios más relevantes en cuanto a fauna se refiere. De esta información recopilada se tomaron los siguientes estudios para realizar el análisis de la diversidad de fauna en el SAR: Manifestaciones de Impacto Ambiental de las Centrales Eólicas Bii Stinú (Especialistas Ambientales, 2011), Central Eólica Piedra Larga (SIGEA, 2008), Central Eólica Eurús (Eurús S.A de C.V; 2006), Central Eólica Iberdrola (Rincón y Asesores, 2005) y el Artículo científico Murciélagos de La Ventosa, Oaxaca (García et al., 2009).

Una vez que se obtuvo el material bibliográfico, posteriormente se describió la diversidad de la fauna, con base en muestreos de campo realizados dentro de los cuales consistieron en 10 transectos de observación de herpetofauna, y transectos para el registro de mamíferos medianos y grandes (observación indirecta y directa) así como una línea de 80 trampas Sherman para mamíferos pequeños (Ver metodología en el Capítulo VIII), mismos que se complementaron con datos derivados de los estudios (MIAs) antes mencionados. Los muestreos en campo incluyeron los siguientes sitios: El Estero, y San Vicente. La cantidad de información que se ha generado

para las aves, tanto migratorias como residentes con relación a los proyectos de producción de energía eólica a nivel mundial, no se compara con la generada para el grupo de los murciélagos y fauna terrestre no voladora (anfibios, reptiles y mamíferos), siendo menos representados en los sitios del SAR. A través de los monitoreos en campo de diversos estudios que se utilizaron como fuente de información y en diferentes tipos de hábitat identificados dentro del SAR, aunado al trabajo de campo realizado en el área de influencia del Proyecto, se logró describir el ensamble de las comunidades de murciélagos, así como su estatus de conservación.

La información recabada para el grupo de los mamíferos no voladores se obtuvo a partir de los muestreos con métodos directos e indirectos, permitiendo la identificación y la abundancia de las especies registradas dentro del SAR. Esta información se complementó con datos bibliográficos así como de las observaciones que ocasionalmente se han tenido de este grupo de fauna realizada por el grupo de trabajo que elaboro el presente estudio. En el caso de la herpetofauna (anfibios y reptiles), de manera similar que los mamíferos terrestres, se empleó el método de transectos en el SAR, y los datos obtenidos se complementaron, igualmente, con los datos bibliográficos de las centrales cercanas y a partir de las observaciones de este grupo de fauna.

• **Selección de los sitios considerados en el análisis**

En el *Cuadro 60*, se muestra la descripción de los sitios establecidos que fueron analizados para obtener la diversidad de cada grupo de fauna, así como su ubicación en la *Figura 75* dentro del SAR.

Cuadro 60. Fuentes de información y sitios de muestreo de donde se obtuvo información de la fauna terreste que se distribuye por el SAR.

#	SITIO	ESTUDIO	GRUPO QUE COMPRENDE	TIPO DE INFORMACIÓN	UNIDAD AMBIENTAL
1	CE Bií Stinú	MIA-Particular Bií Stinú	Aves, mamíferos, murciélagos reptiles y anfibios	Riqueza, presencia/ausencia	VSBTC
2	CE Iberdrola	MIA-Particular Iberdrola	Aves	Presencia/ausencia	Pastizal
3	CE Piedra Larga	MIA-Particular	Aves, reptiles, anf bios y mamíferos	Riqueza, presencia/ausencia	Pastizal
4	CE Eurus	MIA-Particular Eurus	Aves	Riqueza, presencia/ausencia	Pastizal
5	La Ventosa	Artículo científico	Murciélagos	Presencia/Ausencia	Pastizal
6	Área de influencia	Muestreo de campo	Aves, mamíferos, murciélagos reptiles y anfibios	Riqueza y abundancia, presencia/ausencia	VSBTC, BTC, Agrícola, Manglar, Pastizal
7	El Estero	Muestreo de campo	Aves, mamíferos, reptiles y anfibios	Riqueza y abundancia, presencia/ausencia	VSBTC, Pastizal
8	San Vicente	Muestreo de campo	Mamíferos, reptiles y anf bios	Riqueza y abundancia, presencia/ausencia	VSBTC, Pastizal

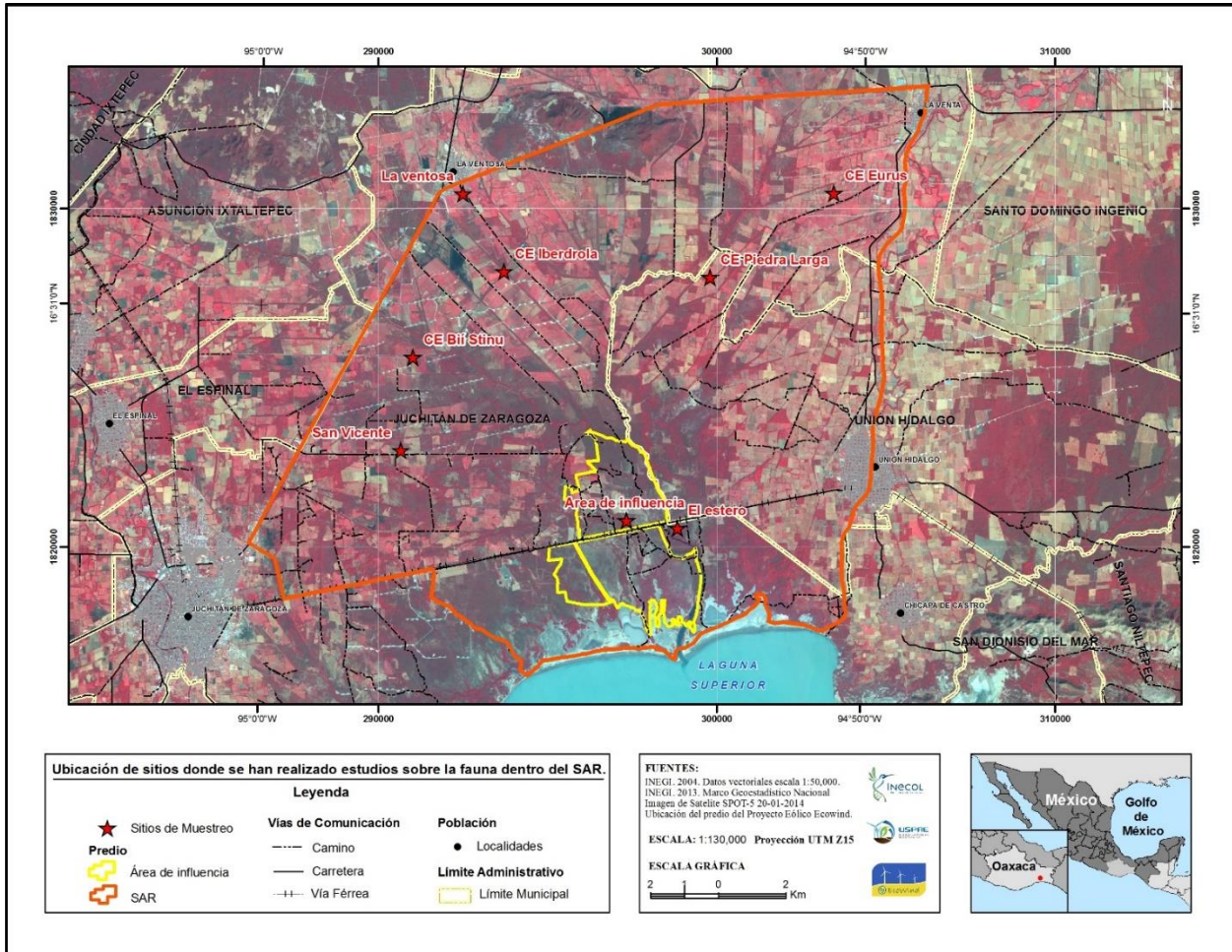


Figura 75. Ubicación de los sitios donde se han realizado estudios sobre la fauna dentro del SAR.

• **Diversidad biológica**

La biodiversidad o diversidad biológica se define como “la variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas” (UNEP, 1992). El término comprende, por tanto, diferentes escalas biológicas: desde la variabilidad en el contenido genético de los individuos y las poblaciones, el conjunto de especies que integran grupos funcionales y comunidades completas, hasta el conjunto de comunidades de un paisaje o región (Solbrig, 1991; Halffter y Ezcurra, 1992; Heywood, 1994; UNEP, 1992; Harper y Hawksworth, 1994).

Los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998).

Para obtener parámetros completos de la diversidad de especies en el SAR, se cuantificó el número de especies y su representatividad. La principal ventaja de los índices de diversidad es que resumen mucha información en un solo valor y permiten hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo.

- **Métodos de medición a nivel de especies**

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o remplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje (Whittaker, 1972). Esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, ya que un simple listado de especies para una región dada no es suficiente.

- **Medición de la diversidad alfa**

La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa). Para medir la diversidad alfa en el SAR se usó el índice de Shanon-Wiener ya que se basa en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica).

- **Índice de diversidad**

Un índice de diversidad es aquel que describe lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie (abundancia).

Para determinar la diversidad de especies de fauna dentro del SAR, se utilizó el índice de Shannon-Wiener ya que es uno de los índices más utilizados para medir la diversidad de un hábitat determinado. Este índice se calcula de la siguiente forma:

- **Índice de Shannon-Wiener**

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

H = Índice de Shannon-Wiener

Pi = Abundancia relativa

ln = Logaritmo natural

El índice de Shannon-Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Este índice normalmente toma valores entre 1 y 4,5. Valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos" (Magurran, 1988). Los índices de Shannon fueron comparados entre sitios mediante la prueba de t-Shannon, para determinar si habría o no diferencias significativas en la diversidad de especies entre sitios.

- **Curvas de acumulación de especies**

Otra herramienta potencialmente útil en el análisis de la riqueza específica de muestras de diferente tamaño son las funciones de acumulación de especies. Este tipo de modelos se pueden ajustar en cualquier programa estadístico con procedimiento de regresión no lineal definida por el usuario. Para el análisis de la riqueza faunística en el SAR se realizaron curvas de acumulación de especies con el Software Stimates Win 8.0.

Para el caso del SAR se consideraron los estimadores no-paramétricos Chao 1 y Bootstrap en el sentido estadístico, ya que solamente requieren datos de presencia-ausencia (Colwell y Coddington, 1994), además, son estimadores de la riqueza que predicen el número de especies que debería existir de acuerdo al esfuerzo de muestreo realizado. Sobs (Mao Tao) es el número de especies observadas en las muestras. Las especies predichas por los estimadores utilizados siempre serán más que las observadas. Se eligieron estos estimadores de riqueza por ser los que con mayor frecuencia se utilizan en los trabajos de investigación para evaluar los inventarios biológicos en áreas determinadas. De esta manera la riqueza esperada a través de este método

puede variar significativamente dependiendo del estimador que se elija. Finalmente se graficó la acumulación del número de especies registradas para el SAR, utilizando los estimadores antes mencionados, que miden la riqueza de especies basados en la proporción de unidades de muestreo que contiene cada especie (Moreno, 2001).

- **Medición de la Diversidad Beta**

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de remplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972). A diferencia de la diversidad alfa que puede ser medida fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está en proporciones o diferencias (Magurran, 1988). Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) (Magurran, 1988; Wilson y Shmida, 1984).

- **Índices de Similitud de Sorensen**

Este índice es el más utilizado para el análisis de comunidades y permite comparar dos comunidades mediante la presencia/ausencia de especies en cada uno de ellas. Los datos utilizados en este índice son de tipo cualitativos, de todos los coeficientes con datos cualitativos, el índice de Sorensen es el más satisfactorio ya que expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995; Pielou, 1975). Este índice se calcula de la siguiente forma:

- **Índice de Sorensen**

$$IS = \frac{2C}{A + B} * 100$$

Donde:

IS = Índice de Sorensen

A = Número de especies registradas en el sitio A

B = Número de especies registradas en el sitio B

C = Número de especies comunes en ambos sitios

El índice de Sorensen expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995; Pielou, 1975). El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

Para conocer el grado de similitud entre sitios dentro del SAR se realizó un análisis de cluster con la ayuda del Software MVSP 3.21 (Multi Variate Statistical Package), utilizando el coeficiente de similitud de Sorensen como una medida de distancia entre grupos, obteniendo los dendrogramas de similitud correspondientes para cada grupo de fauna. Para este análisis se tomaron datos de presencia-ausencia de especies con el fin de evaluar las tendencias de la diversidad beta dentro del SAR.

- **Descripción de la Fauna Terrestre en el SAR**

En el siguiente apartado se describen los principales patrones generales de la diversidad de aves, mamíferos y herpetofauna en el Sistema Ambiental Regional (SAR). Posteriormente se describe la diversidad de especies presente en el área de influencia.

Avifauna

- **Riqueza general y categorías de riesgo de aves**

En total se registraron 223 especies de aves en el SAR (53,48%), de las 417 especies con distribución potencial en el Istmo de Tehuantepec (*Anexos IV-11*). La riqueza total registrada para el SAR se representa de manera particular para cada sitio. La riqueza obtenida para el área de influencia se obtuvo mediante los métodos de estación de monitoreo, redeo y anillamiento de aves, puntos de conteo y transectos.

Los sitios muestreados que presentaron la mayor riqueza de especies fueron el área de influencia 170, CE Piedras Largas 144 y CE Bii Stinú 123, seguidos por CE Iberdrola 106, CE Eurus 59 y El Estero con 50 especies, respectivamente (*Figura 76*).

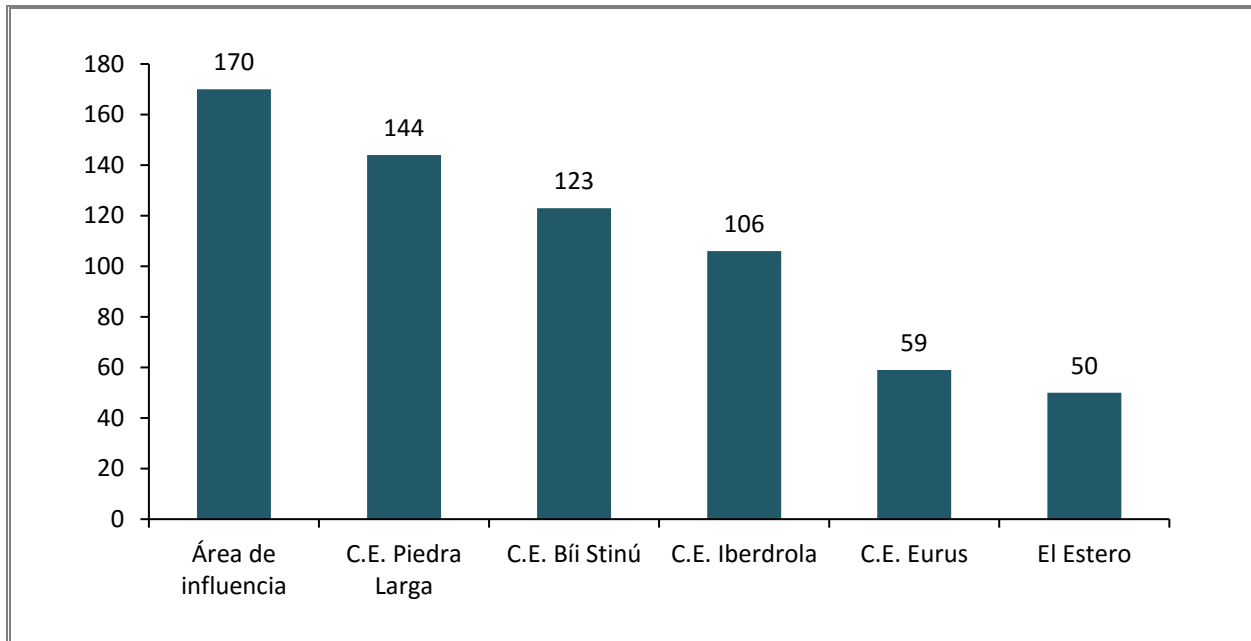


Figura 76. Número de especies registradas por sitio en el SAR.

Del total de las especies registradas por sitio se encontraron treinta especies incluidas en alguna de las categorías de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Figura 77). Del total de especies encontradas en la norma, en la categoría en Peligro de extinción (P) se detectó una especie: el zacatonero istmeño (*Peucaea sumichrasti*), cabe mencionar que esta especie es endémica a la región, sin embargo, sus mayores poblaciones se encuentran en las cercanías de la sierra Tolistoque.

En la categoría de Amenazada (A) se registraron ocho especies, estas fueron: el halcón aplomado (*Falco femoralis*), el carao (*Aramus guarauna*), el perico mexicano (*Psittacara holochlorus*), el perico Centroamericano (*Psittacara strenuus*), el tecolote mesoamericano (*Glaucidium griseiceps*), el colibrí frente verde (*Amazilia viridifrons*), el chipe de Tolmiei (*Geothlypis tolmiei*) y el colorín de azul rosa (*Passerina rositae*); esta última especie es endémica a la región, sus poblaciones se encuentran en las inmediaciones de la sierra Tolistoque. El chipe de Tolmiei es una especie invernante, que permanece solamente durante el invierno y para la primavera regresa a sus territorios de reproducción en Norteamérica.

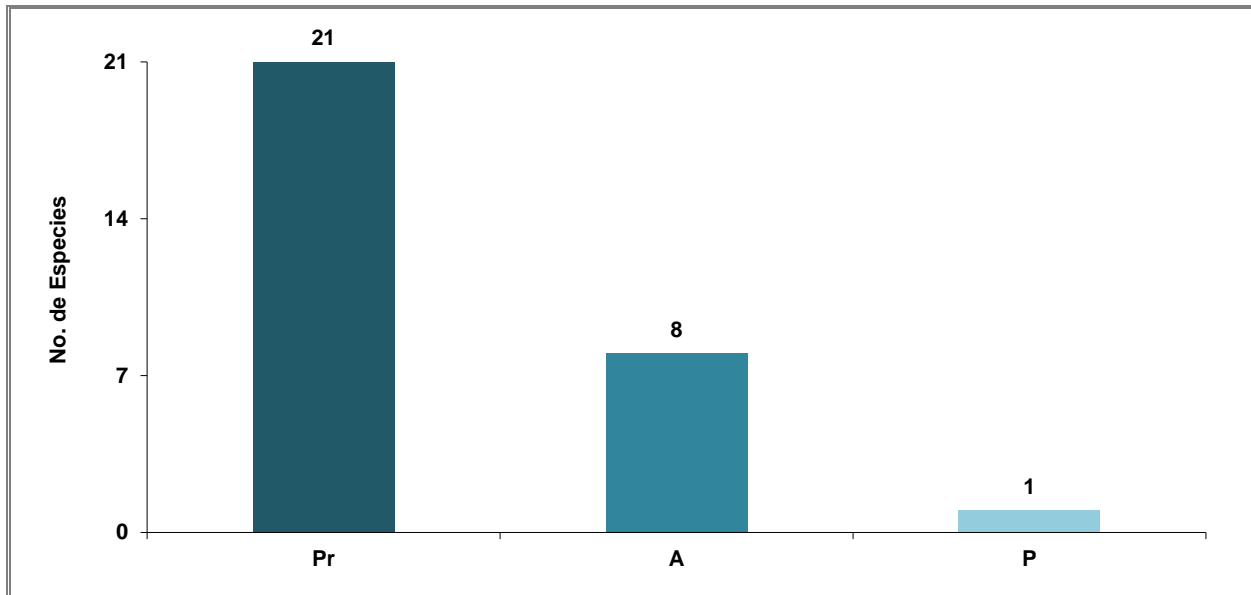


Figura 77. Número de especies registradas en el SAR, dentro de alguna de las categorías de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010

En la categoría de Protección Especial (Pr) se registraron veintiun especies, de las cuales doce especies fueron residentes: el zambullidor menor (*Tachybaptus dominicus*), el gavilán picogancho (*Chondrohierax uncinatus*), el gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), el aguililla negra menor (*Buteogallus anthracinus*), el aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*), el aguililla cola-blanca (*Buteo albicaudatus*), el perico frente-naranja (*Eupsittula canicularis*), el carpintero pico plata (*Campephilus guatemalensis*), la garceta rojiza (*Egretta rufescens*), el colibrí picolargo (*Heliomaster longirostris*), el halcón selvático de collar (*Micrastur semitorquatus*) y el loro frente blanca (*Amazona albifrons*).

El aguililla rojinegra y el gavilán caracolero fueron registrados cerca de La Ventosa, sin embargo por ser aves rapaces pueden cubrir una gran extensión de territorio en busca de alimento. Por otro lado, seis mostraron características estacionales de invernantes: la cigüeña americana (*Mycteria americana*), el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*), el gavilán pecho-rufo (*Accipiter striatus*), el aguililla aura (*Buteo albonotatus*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), y el colorín siete colores (*Passerina ciris*).

En esta misma categoría de protección especial se registraron tres especies transitorias: el aguililla ala-ancha (*Buteo platypterus*), el aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*) y el milano de Mississippi (*Ictinia mississippiensis*). Las tres especies son rapaces y sobrevuelan la región principalmente durante la primavera y el otoño.

En la *Figura 78* se aprecia la estacionalidad de la avifauna encontrada. Del total de especies, 112 (53,59%) fueron residentes seguidas de las invernantes con 86 (41,15%).

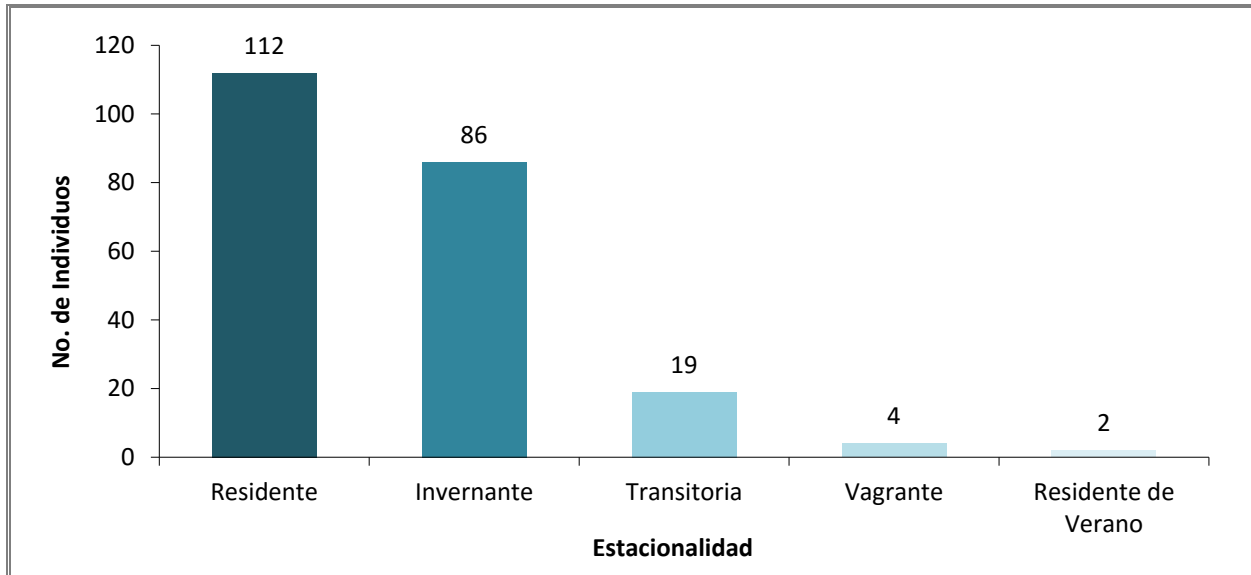


Figura 78. Estacionalidad de la avifauna presente en el SAR

En cuanto a los hábitos de la avifauna del SAR, 148 (70,81%) de las especies son consideradas de hábitos terrestres mientras que 47 (22,49%) son acuáticas. Finalmente 28 especies (13,40%) son rapaces (*Figura 79*).

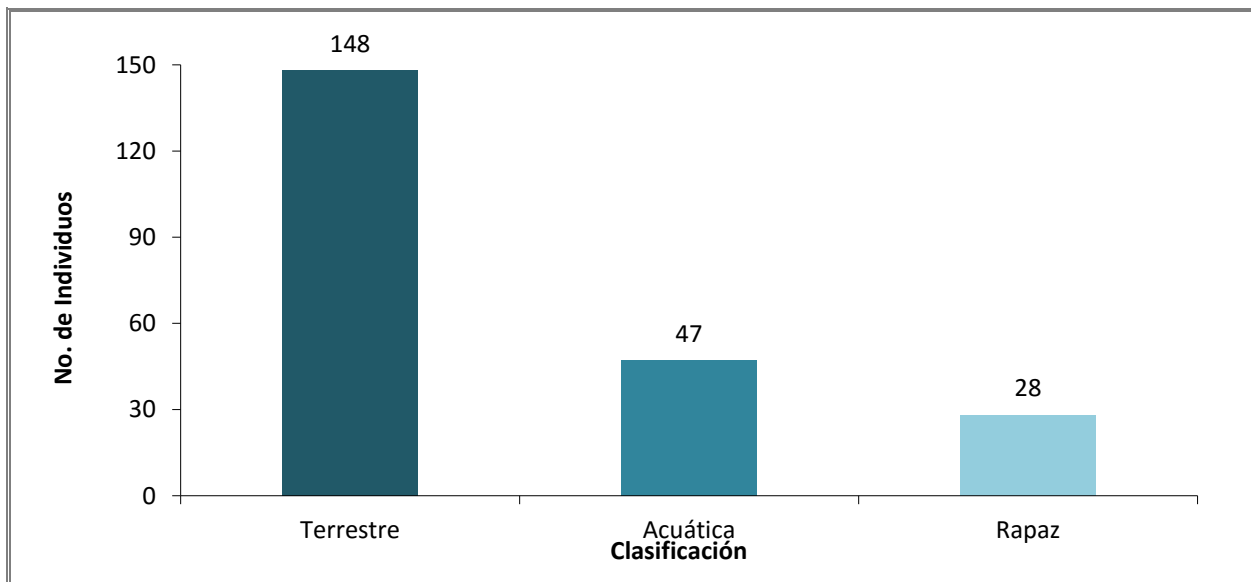


Figura 79. Número de especies por tipo de hábito.

• **Análisis de la Diversidad alfa (Riqueza de especies)**

Se analizó la diversidad de especies en cada uno de los sitios a través del índice de diversidad de Shannon-Wiener. Los sitios considerados muy diversos de acuerdo al índice de Shannon (H') son: CE Piedra Larga y CE Bii Stinú. El sitio con la menor diversidad calculada, respecto a los demás, fue CE Iberdrola (*Cuadro 61*).

Cuadro 61. Índice de Diversidad de Shannon (H') para cada sitio.

SITIO	NO. DE ESPECIES	NO. DE INDIVIDUOS	H'
C. E. Piedra Larga	144	259	4.661
Área de influencia	143	7,903	3.896
C. E. Bii Stinú	123	172	4.661
C. E. Iberdrola	106	1,051	3.484
C. E. Eurus	59	92	3.899
C. E. El Estero	50	97	3.716

Los resultados fueron comparados entre sitios mediante la prueba de t-Student, la cual indicó que existe una diferencia significativa en la diversidad de especies entre todos los sitios, a excepción de la C. E. Eurus y la C. E. El Estero, los cuales con $P=0.806$ comparten significativamente la riqueza registrada (*Cuadro 62*).

Cuadro 62. Matriz de comparación de la prueba t-Student entre sitios

	CE PIEDRA LARGA	CE BII STINÚ	CE IBERDROLA	ÁREA DE INFLUENCIA	CE EURUS	CE EL ESTERO
CE PIEDRA LARGA	-	0.003	0.005	0.000	0.000	0.000
CE BII STINU	-	-	0.002	0.000	0.000	0.000
CE IBERDROLA	-	-	-	0.000	0.007	0.008
ÁREA DE INFLUENCIA	-	-	-	-	0.000	0.000
CE EURUS	-	-	-	-	-	0.806
EL ESTERO	-	-	-	-	-	-

$p < 0.05$ indica diferencias significativas entre sitios de acuerdo a una prueba de t-Student.

Tomando únicamente los resultados obtenidos, mediante los métodos de puntos de conteo y transectos, de los seis sitios para describir la riqueza avifaunística del SAR incluidos en el presente estudio, se realizó un análisis de curva de acumulación de especies para estimar una aproximación de la riqueza esperada en el SAR.

La proximidad de la curva de acumulación para alcanzar la asíntota, predice que la probabilidad de registrar una nueva especie dentro del SAR en cierto intervalo de tiempo disminuye proporcionalmente, con respecto al número de muestreos realizados. Las curvas de acumulación muestran una clara tendencia hacia alcanzar la asíntota lo que se interpreta como que la probabilidad de registrar una nueva especie en el siguiente muestreo es baja y permite evaluar la complementariedad del inventario realizado dentro del SAR *Figura 80*.

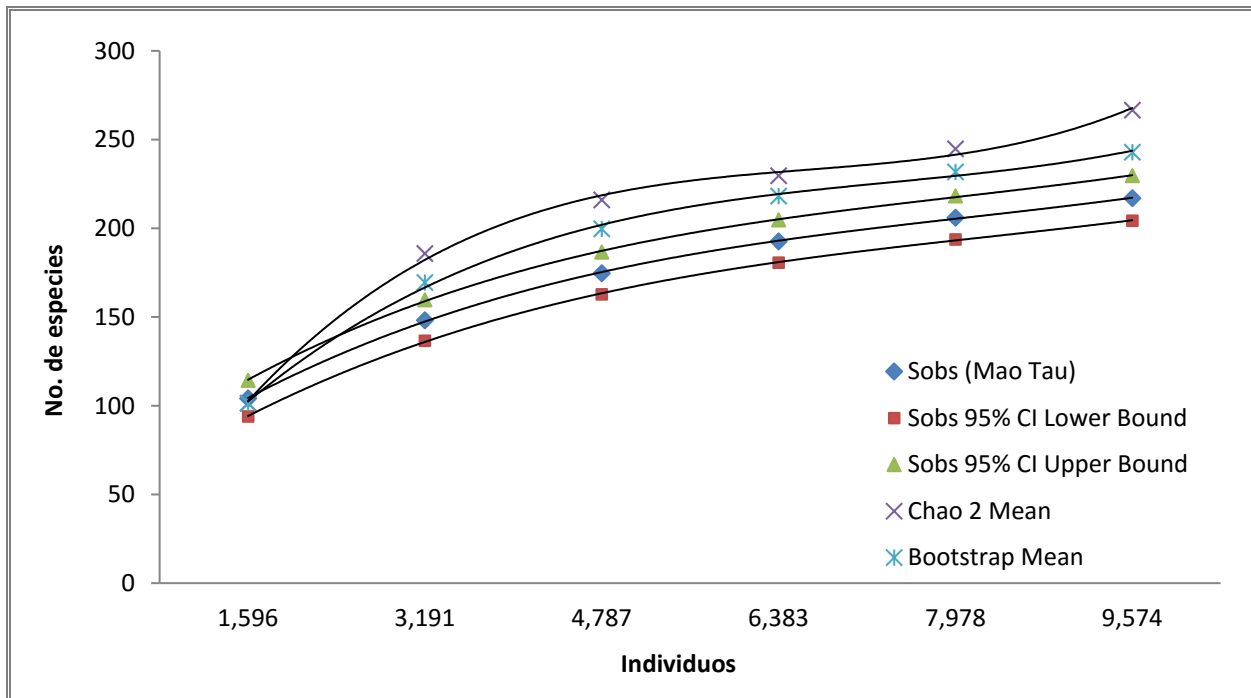


Figura 80. Curva de acumulación de especies de aves para el SAR

Chao 1 y Bootstrap son estimadores de la riqueza que predicen el número de especies que debería existir de acuerdo al esfuerzo de muestreo realizado. Sobs (Mao Tao) es el número de especies observadas en las muestras. Dentro del SAR las especies predichas por los estimadores utilizados son más que las observadas. Sin embargo con el esfuerzo de muestreo realizado en el presente estudio, el porcentaje de especies observadas en el SAR es aceptable ya que fue del 81,27% según el índice de Chao1 y del 89,3% con Bootstrap.

• **Análisis de la Diversidad Beta**

En la *Figura 81* se presenta el dendrograma de similitud basado en el coeficiente de similitud de Sorensen. Se aprecia que se formó un grupo entre los sitios CE Piedra Larga-área de influencia que presentaron el mayor coeficiente de similitud con 0,732. Piedra Larga-Bií Stinú presentan una similitud de 0,704. Finalmente los sitios área de influencia-CE Bií Stinú tuvieron un valor de 0,677. Todos los sitios compartieron arriba del 50% de sus especies.

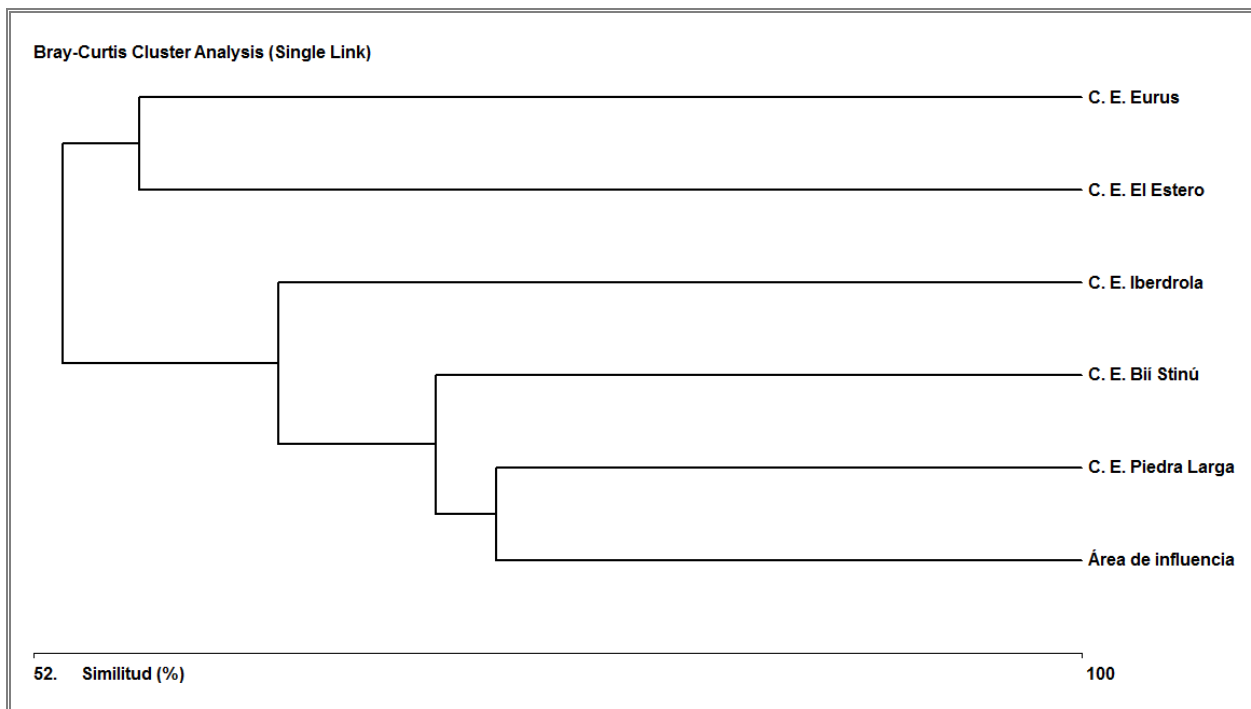


Figura 81. Dendrograma de similitud de especies de aves entre los distintos sitios estudiados

• **Identificación de rutas migratorias en el SAR**

Dentro del SAR se identificaron cuatro rutas migratorias en base a estudios previos en la región (INECOL, 2009). En la *Figura 82* se pueden apreciar dichas rutas. Dentro del SAR existen dos rutas migratorias, una que es ocasional, por lo que en esporádicas ocasiones presenta flujo de aves migrando y otra ruta de grandes planeadoras que se considera perenne que recorre por la parte sur del SAR sobre la Línea costera de la Laguna Superior. Otras tres rutas fueron identificadas fuera del SAR, una ruta migratoria de gaviotas (*Leucophaeus sp.*) que recorre en la porción noroeste a sureste del SAR y que solo es transitada por dicha especie durante la temporada de primavera. Otra ruta perenne situada en la misma dirección sureste de grandes planeadoras (aguillillas, zopilotes, cigüeñas y pelícanos) a 36 km aproximadamente del SAR, una

última ruta es la utilizada por aves acuáticas (patos y playeritos) y rapaces (halcones y gavilanes) situada a 17 km al sur aproximadamente del SAR. Estas dos últimas rutas son funcionales durante las temporadas de primavera y otoño.

Con base en las rutas identificadas para el SAR, solo una ruta es considerada perenne, situada en la porción sur dentro del SAR, asimismo, por ubicarse parte del manglar en esta zona no habrá presencia de aerogeneradores por lo que no implica riesgo alguno de colisión con dicha área. La segunda ruta dentro del SAR se considera ocasional y se infiere que está constituida por grupos de aves migratorias que pudieran ser desviados por intensos vientos de sus rutas perennes ubicadas en la Sierra Tolistoque. El resto de las rutas pasan fuera del SAR, asimismo estas rutas solo están activas durante las temporadas de primavera y otoño, por lo que el riesgo de colisión disminuye el resto del año.

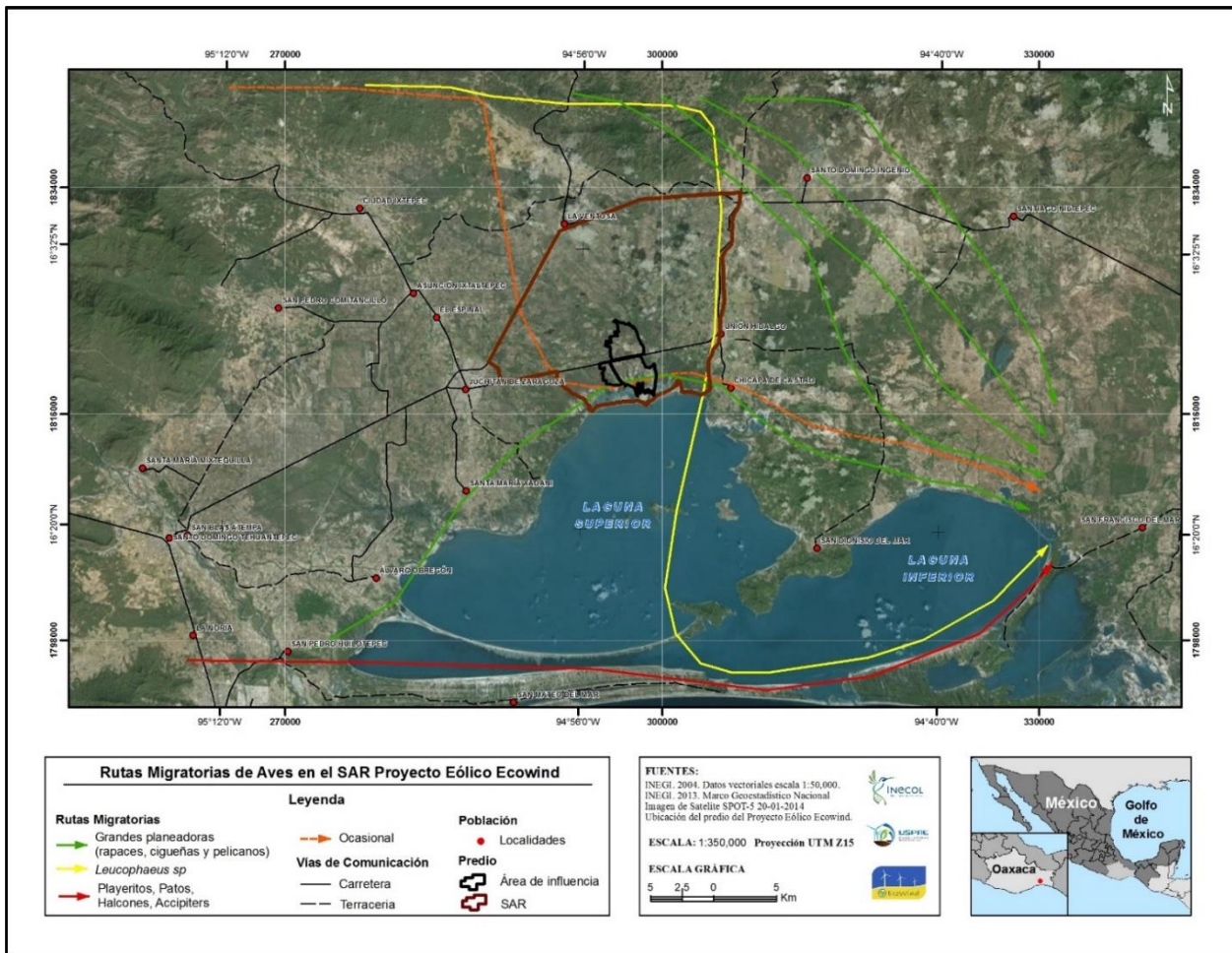


Figura 82. Rutas migratorias identificadas dentro del SAR Mammíferos voladores (murciélagos)

• **Composición taxonómica, gremios alimenticios, afinidad geográfica y estado de conservación de las especies encontradas**

Mediante información recopilada en bibliografía científica y especializada, muestreos en campo con redes de niebla y detección ultra-acústica, se elaboró un listado de quirópteros para el SAR (Cuadro 63) conformado por 30 especies agrupadas taxonómicamente en 18 géneros, cinco subfamilias y seis familias. Adicionalmente, por medio de la detección ultra-acústica, se registraron dos grupos fonéticos pertenecientes a *Lasiurus ega-intermedius* y *Eumpos ferox-Nyctinomops macrotis*, y dos registros determinados a nivel genérico (*Lasiurus sp.* y *Myotis sp.*).

La riqueza encontrada representa el 48,38% de las especies potenciales para la región del istmo de Tehuantepec y 35,71% de las especies reportadas para el estado de Oaxaca.

La familia Phyllostomidae fue la más rica en especies con diez, seguida de Molossidae con nueve (Figura 83). Las familias Emballonuridae y Noctilionidae estuvieron representadas por una sola especie respectivamente.

Cuadro 63. Listado de murciélagos presentes en el SAR.

FAMILIA	SUBFAMILIA	ESPECIE	GREMIO	MÉTODO	ALTURA DE VUELO
Emballonuridae	Emballonurinae	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Insectívoro	A, B	Dosel
Mormoopidae		<i>Mormoops megalophylla</i>	Insectívoro	B	Cerca sotobosque
		<i>Pteronotus davyi</i>	Insectívoro	B, A	Cerca sotobosque
		<i>Pteronotus personatus</i>	Insectívoro	B	Cerca sotobosque
		<i>Pteronotus parnellii</i>	Insectívoro	B	Cerca sotobosque
Noctilionidae		<i>Noctilio leporinus</i>	Psicívoro	B	Sotobosque
Phyllostomidae	Glossophaginae	<i>Glossophaga commisarisi</i>	Nectarívoro	B	Sotobosque
		<i>Glossophaga morenoi</i>	Nectarívoro	B, C	Sotobosque
		<i>Glossophaga leachii</i>	Nectarívoro	B	Sotobosque
		<i>Glossophaga soricina</i>	Nectarívoro	B,C	Sotobosque
		<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	Nectarívoro	C	Sotobosque
	Stenodermatinae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Frugívoro	B	Sotobosque
		<i>Artibeus lituratus</i>	Frugívoro	B	Sotobosque
		<i>Artibeus tolteca</i>	Frugívoro	B	Sotobosque
		<i>Sturnira hondurensis</i>	Frugívoro	B	Sotobosque
		<i>Centurio senex</i>	Frugívoro	B	Sotobosque

FAMILIA	SUBFAMILIA	ESPECIE	GREMIO	MÉTODO	ALTURA DE VUELO
Vespertilionidae	Vespertilioninae	<i>Lasiurus cinereus</i>	Insectívoro	B, A	Arriba del dosel
		<i>Lasiurus ega</i>	Insectívoro	B	Arriba del dosel
		<i>Lasiurus intermedius</i>	Insectívoro	B	Arriba del dosel
		<i>Lasiurus bloseevillii</i>	Insectívoro	B	Arriba del dosel
		<i>Lasiurus ega-intermedius*</i>	Insectívoro	A	Arriba del dosel
		<i>Lasiurus sp</i>	Insectívoro	A	Arriba del dosel
		<i>Myotis sp.</i>	Insectívoro	B, A	Arriba del dosel
		<i>Rhogeessa parvula</i>	Insectívoro	C	Cerca sotobosque
Molossidae	Molossinae	<i>Cynomops mexicanus</i>	Insectívoro	B	Arriba del dosel
		<i>Eumpos ferox</i>	Insectívoro	B	Arriba del dosel
		<i>Eumfer-Nycmac*</i>	Insectívoro	A	Arriba del dosel
		<i>Molossus molossus</i>	Insectívoro	B, A,	Arriba del dosel
		<i>Molossus sinaloae</i>	Insectívoro	B, A	Arriba del dosel
		<i>Molossu rufus</i>	Insectívoro	B	Arriba del dosel
		<i>Promop centralis</i>	Insectívoro	B, A	Arriba del dosel
		<i>Nyctinomops macrotis</i>	Insectívoro	B	Arriba del dosel
		<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	Insectívoro	B	Arriba del dosel
		<i>Tadarida brasiliensis</i>	Insectívoro	B	Arriba del dosel
*Grupos fonéticos. Tipo de registro: B: B bliografía; C: Captura con redes de niebla; A: Acústico					

En la *Figura 83* se muestra el número de especies por familia. La familia Phyllostomidae fue la más rica en especies con diez seguida de Molossidae con nueve.

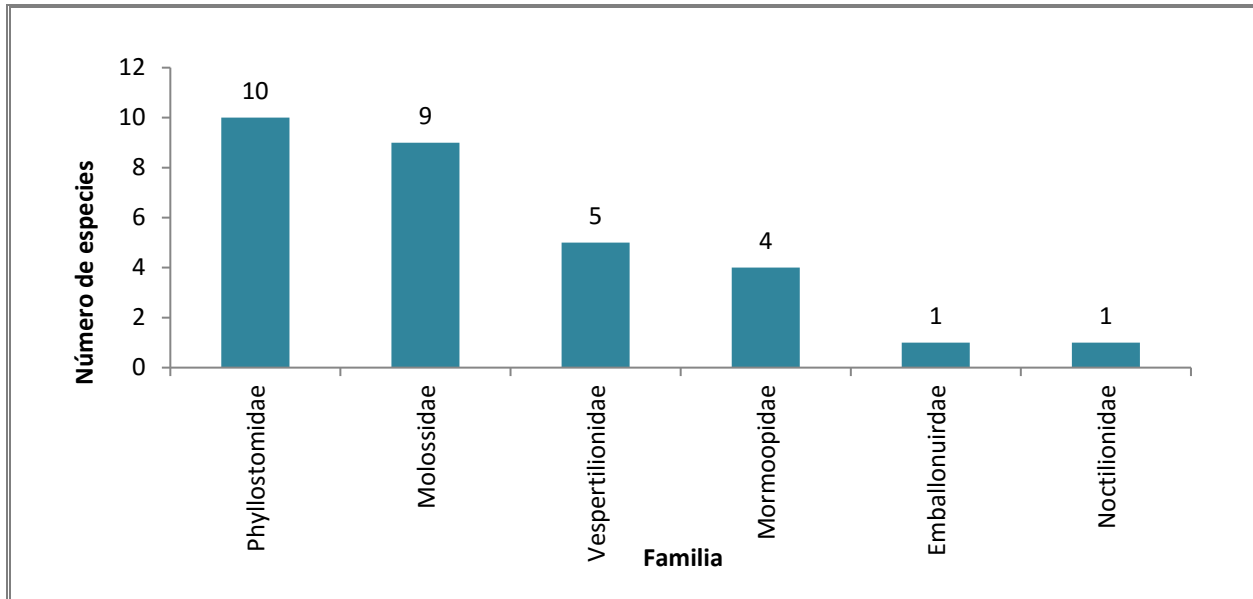


Figura 83. Número de especies de murciélagos por familia.

Respecto a los gremios alimenticios, a los cuales pertenecen las especies de la comunidad de murciélagos del SAR, se puede observar en la *Figura 84* que 19 de las especies son insectívoras (63%), seguidas de las frugívoras y nectarívoras con 5 especies (17%). Por último el gremio de los pscívoros estuvo representado por una sola especie que fue el murciélago pescador (*Noctilio leporinus*).

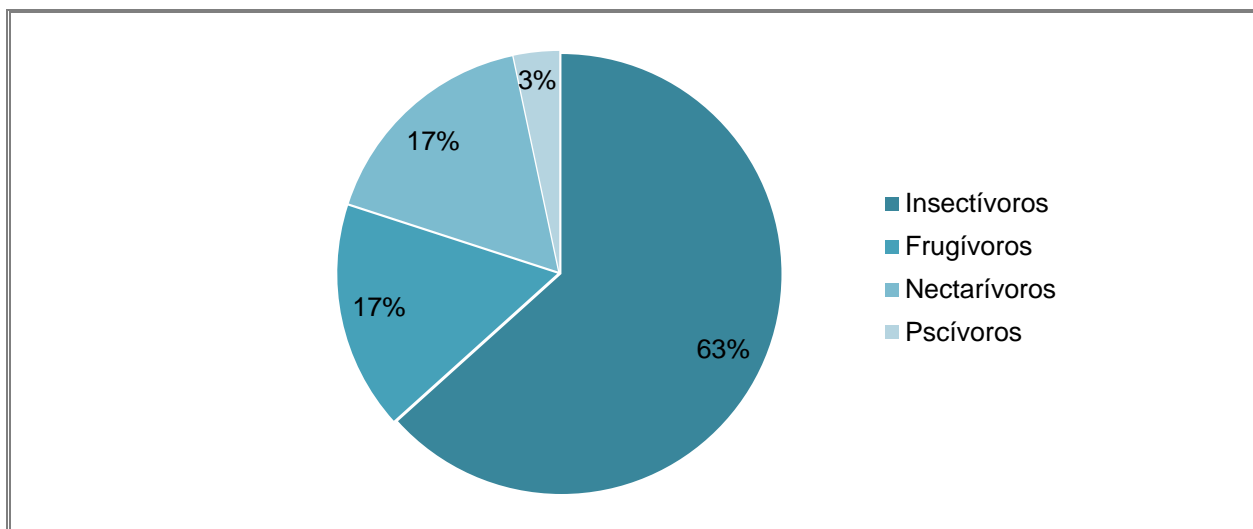


Figura 84. Proporción de especies de murciélagos por gremio alimenticios

En la *Figura 85* se aprecian las alturas de vuelo de los murciélagos presentes en el SAR, se observa que la categoría de vuelo de arriba de 40 m tiene la mayor cantidad de especies con 14 (incluyendo a *Myotis sp.*). El hecho de que la mayoría de las especies sean insectívoras y con alturas de vuelo de arriba de 15 m tiene gran relevancia dentro del contexto del desarrollo eólico ya que estas especies tienen mayor probabilidad de tener colisiones fatales con los aéreo generadores, sin embargo, las especies incluidas en la categorías de altura de vuelo menores a 15 m también presentan riesgo de colisión (*Figura 85*).

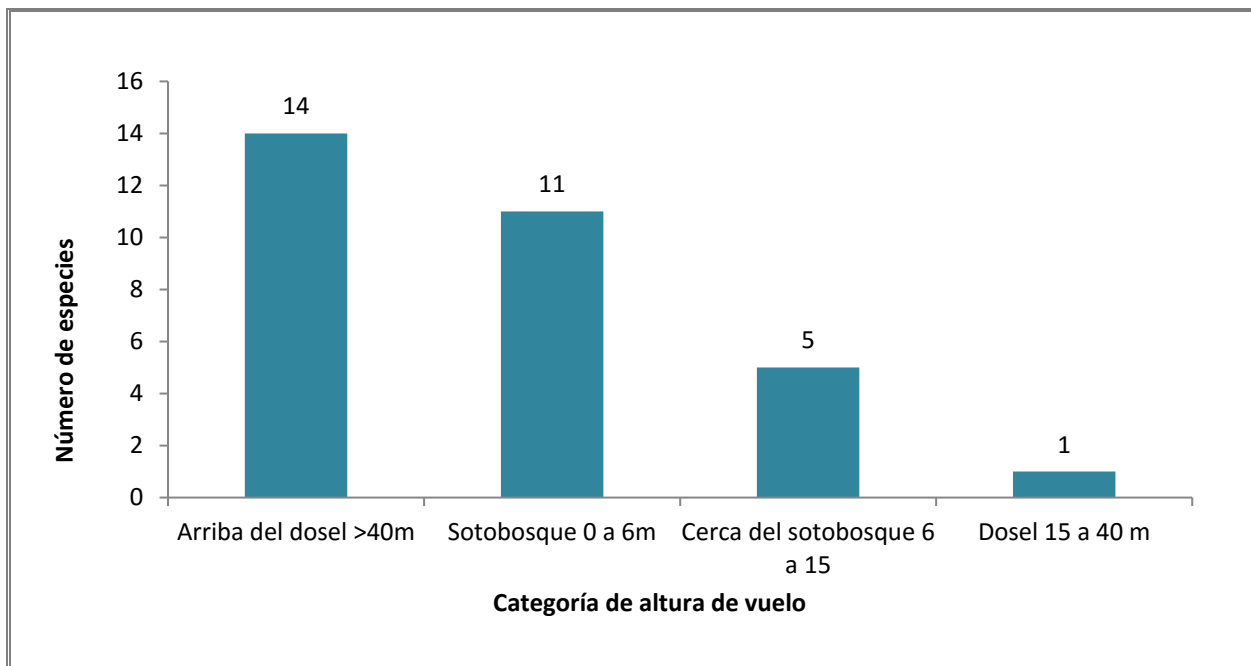


Figura 85. Número de especies de murciélagos por categoría de altura de vuelo

Se clasificó a los murciélagos registrados por sus afinidades biogeográficas de acuerdo a Ceballos-Oliva (2005). En la *Figura 86* se observa que 17 de las especies (57%) tienen distribución sudamericana donde se encuentran, por ejemplo, especies de molósidos como los murciélagos mastines (*Molossus molossus*, *M. rufus*, *M. sinaloae* y *Promops centralis*) y el murciélago cola suelta ancha (*Nyctinomops macrotis*). También se incluyen, dentro de esta categoría, a los murciélagos frugívoros del género *Artibeus*, especies nectarívoras como los murciélagos lengüetones (*Glossophaga comissarissi* y *G. soricina*), el murciélago pescador (*Noctilio leporinus*) y el murciélago sacóptero azulejo (*Balantiopteryx plicata*).

En la *Figura 86*, se observa que siete especies (23%) tienen una amplia distribución esto es, que (23%), tienen afinidad tanto con Sudamérica y Norteamérica; dentro de esta categoría están las especies del género *Lasiurus*, los molósidos *Nyctinomops macrotis*, *Eumopos underwoodi* y *Tadarida brasiliensis* y mormópidos como el murciélago barba arrugada norteño (*Mormoops megalophylla*).

Dos especies (7%) tuvieron afinidad netamente mesoamericana (*Artibeus tolteca* y *Glossophaga leachii*); una tuvo afinidad Norteamericana (*Lasiurus cinereus*) y por último dos especies son endémicas que fueron el murciélago lengüeton de Xiutepec (*Glossophaga morenoi*) y el murciélago ala amarilla (*Rhogeessa parvula*).

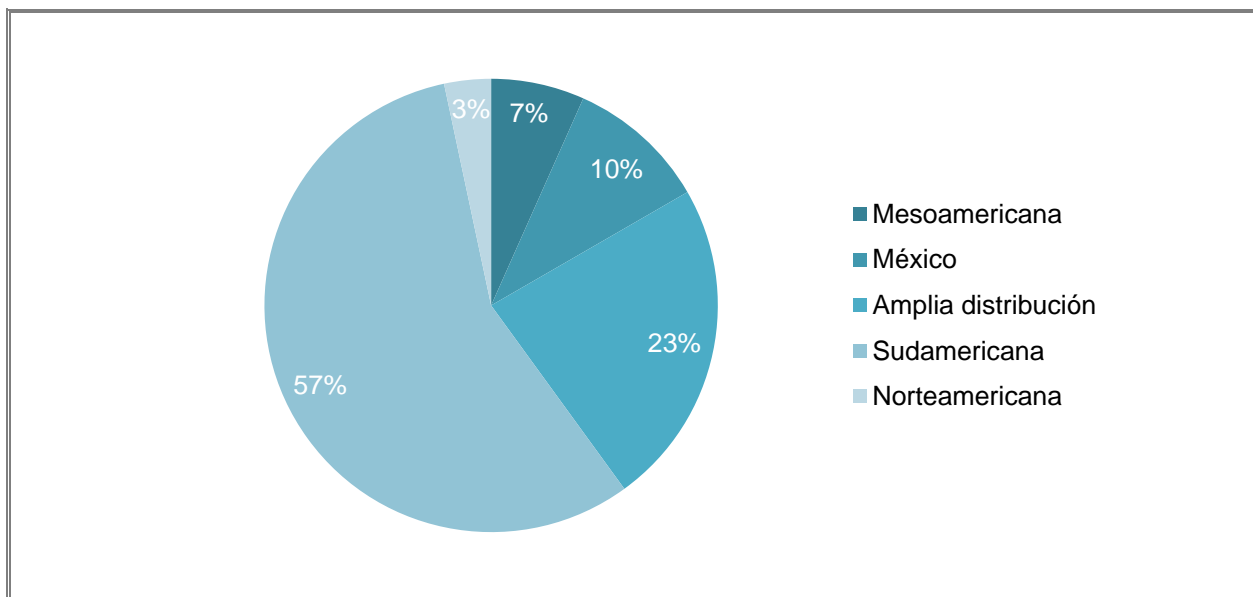


Figura 86. Porcentaje de murciélagos registrados de acuerdo a sus afinidades biogeográficas de acuerdo a Ceballos-Oliva (2005)

• **Especies bajo protección**

De las especies reportadas para el SAR el murciélago perro de Greenhall (*Cynomops mexicanus*) se encuentra incluido en la categoría de protección especial (Pr) y el murciélago hocicudo de Curasoae (*Leptonycteris yerbabuena*) se encuentra listado en la categoría de amenazado (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dentro del IUCN o CITES no se encuentran ninguna de las especies que aquí se reportan.

• **Análisis de Diversidad alfa**

Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener para la muestra total de murciélagos capturados durante el periodo de monitoreo, el cual mide el grado promedio de incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra, asumiendo que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra.

Para el análisis de diversidad y estimación de la riqueza de especies, se tomaron en cuenta los datos obtenidos de la captura de murciélagos con redes de niebla ya que proveen información sobre el número de individuos, necesarios para este análisis. Por esta razón se excluyeron datos provenientes de la revisión bibliográfica y la detección ultra acústica ya que no arrojan información sobre la abundancia de especies.

De acuerdo al intervalo de valores que establece éste índice (1 - 4.5) se obtuvo un valor total moderado de Shannon ($H' = 1.7736$) para la muestra total de individuos capturados. Al analizar los valores de Shannon (H') para las tres unidades ambientales muestreadas se observa en el cuadro 40 que la vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio (VSBTC) presentó el mayor número de especies e individuos así como el mayor valor de Shannon (H') con 1.7583. El bosque tropical caducifolio (BTC) presentó el menor número de individuos y el valor más bajo de Shannon (H'). (Cuadro 64).

Cuadro 64. Número de especies, individuos y Shannon por unidad ambiental

UNIDAD AMBIENTAL	NO. DE ESPECIES	NO. DE INDIVIDUOS	SHANNON H'
VSBTC	8	32	1.7583
Manglar	4	13	1.2659
BTC	4	12	0.9831
Total		57	1.7736*
* Valor de Shanon (H') para el número total de individuos capturados durante el ciclo anual			

En la *Figura 87* se muestra la curva de acumulación de especies generada con base en los estimadores de riqueza Bootstrap y Chao 1 los cuales arrojan valores del número de especies esperadas con respecto al tamaño de muestra y esfuerzo de muestreo. Se observa que la riqueza observada (Mao tau) de diez especies se encuentra dentro de los límites de confianza inferior y superior. El valor de Bootstrap arrojó un valor de 13.5 especies con lo que se ha alcanzado a

registrar el 81,48% de la riqueza esperada de murciélagos dentro del predio. Por otro lado, el índice de Chao1 se eleva hasta 26 especies, con base en esto, se ha registrado el 42,30% de las especies esperadas.

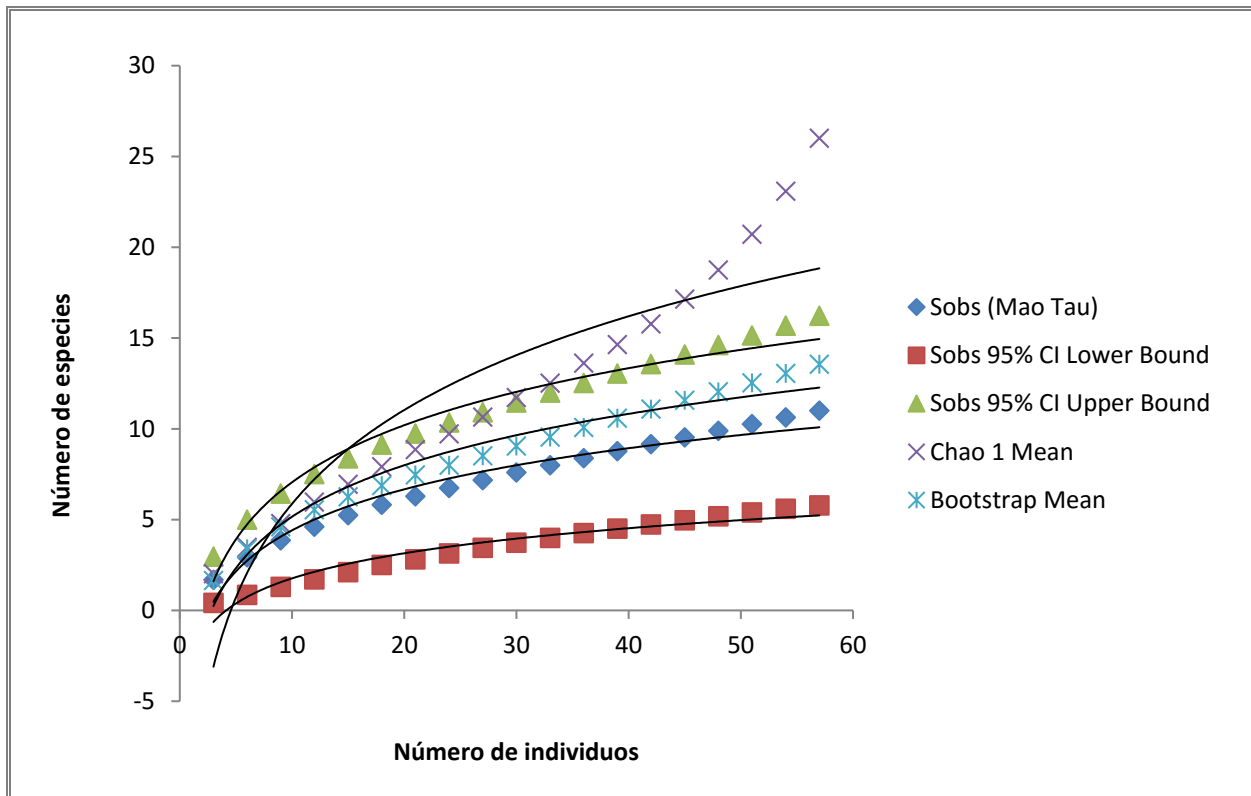


Figura 87. Curva de acumulación de especies de murciélagos capturados en el predio del “Proyecto Eólico Ecowind”

• **Análisis de la diversidad beta**

En la *Figura 88*, se aprecia que los ensambles de murciélagos encontrados en los sitios: área de influencia y CE Bii Stinu forman un grupo, con el mayor coeficiente de similitud (0,432) teniendo ocho especies en común; en estos sitios la unidad ambiental predominante fue la vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio. El ensamble de especies encontrado en el estudio de García J.L et.al (2009) en La Ventosa se separa del primer grupo con un coeficiente de similitud de 0,202 compartiendo solamente una especie, para este sitio el tipo de vegetación corresponde a Pastizal.

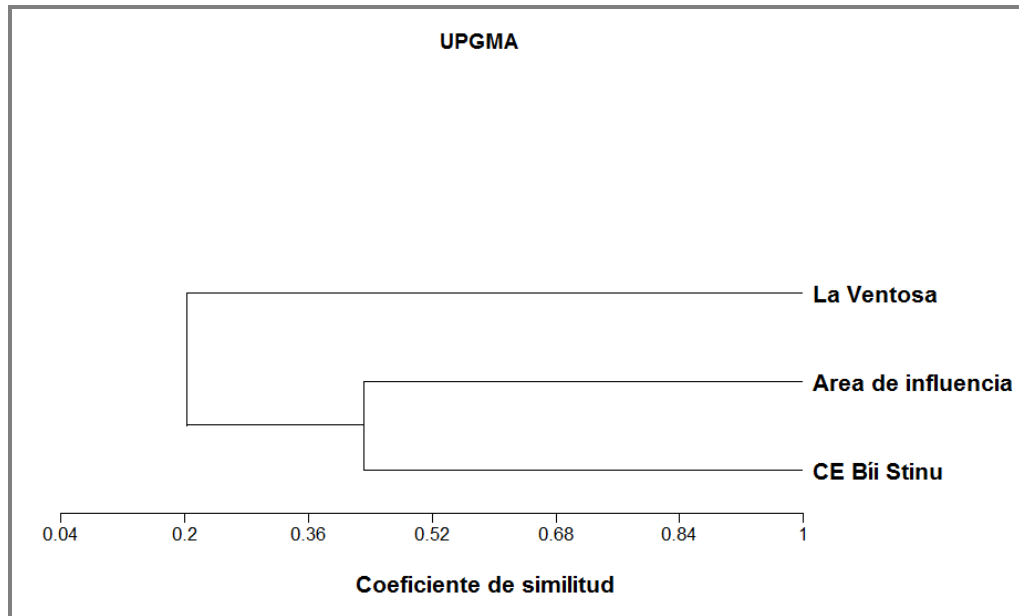


Figura 88. Dendrograma de similitud de los murciélagos presentes en el SAR

Mamíferos no voladores

- **Composición taxonómica, gremios alimenticios, afinidad geográfica y estado de conservación de las especies encontradas.**

Por medio de información recopilada en campo (métodos directos e indirectos) y revisión bibliográfica se elaboró un listado de especies de mamíferos no voladores presentes en el SAR. Se corroboró un total de 19 especies agrupadas taxonómicamente en seis órdenes, 12 familias y 16 géneros. Un registro se encontró determinado sólo a nivel genérico (*Didelphis sp.*) (Cuadro 65). La riqueza de especies representa el 35.18% de las especies con distribución potencial para la región del Istmo de Tehuantepec.

El orden con más riqueza de especies fue Carnivora (Carnívoros) con siete especies y cuatro familias, seguido de Didelphimorphia (Marsupiales americanos) con cuatro especies al igual que Rodentia (Roedores), el orden Artiodactyla (Artiodáctilos) obtuvo dos especies. Los restantes dos órdenes estuvieron representados por una sola especie (Figura 89).

Ocho de las especies fueron reportadas por medio de la revisión bibliográfica, y una (*Tayassu tajacu*) fue encontrada solamente en esta. Por otro lado 16 especies (incluyendo *Didelphis sp.*) fueron encontradas en los muestreos en campo por medio de observaciones directas, huellas, excretas, vocalizaciones y capturas en trampas (Sherman y Tomahawk). Nueve especies fueron reportadas únicamente por técnicas de campo.

Cuadro 65.Listado de mamíferos no voladores presentes en el SAR

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO DE REGISTRO
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Tlacuatzin canescens</i>	Ratón tlacuache	Obs
		<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache común	Obs, C, B
		<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache común	C
		<i>Didelphis sp.</i>	Tlacuache común	H
		<i>Philander opossum</i>	Tlacuache cuatro ojos	Obs
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	Obs, H, B
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	Vo, B
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	Obs, H, Ex, B
	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado	Obs, B
		<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo cadeno	Obs
	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Ex, H, B
		<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Cacomixtle tropical	Obs
Felidae	<i>Puma jagouaroundi</i>	Onza, Gato de monte	Obs	
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí	B
	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	H, B
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	Obs
	Heteromyidae	<i>Liomys pictus</i>	Ratón de abazones	C
	Cricetidae	<i>Baiomys musculus</i>	Ratón pigmeo del sur	C
	Muridae	<i>Rattus norvegicus</i>	Rata parda	C
	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo de monte	C, B

Tipo de registro: Obs: Observación directa; H: Huellas; Ex: Excretas; Vo: Vocalizaciones; B: Revisión bibliográfica.

En la *Figura 90* se aprecia la proporción de especies por gremios alimenticios. Los omnívoros presentaron la mayor cantidad de especies con diez (55%), entre las que agrupan a los representantes de las familias Didelphidae, Mephitidae y Procyonidae, la rata parda (*Rattus norvegicus*) y el armadillo (*Dasyopus novemcinctus*).

Los herbívoros y carnívoros tuvieron tres especies respectivamente con los representantes del orden Artiodactyla y Lagomorpha para el primer caso y las especies de las familias Canidae y Felidae para el segundo. Finalmente los herbívoros-granívoros tuvieron dos especies que fueron la ardilla gris (*Sciurus aureogaster*) y el ratón de abazones (*Liomys pictus*).

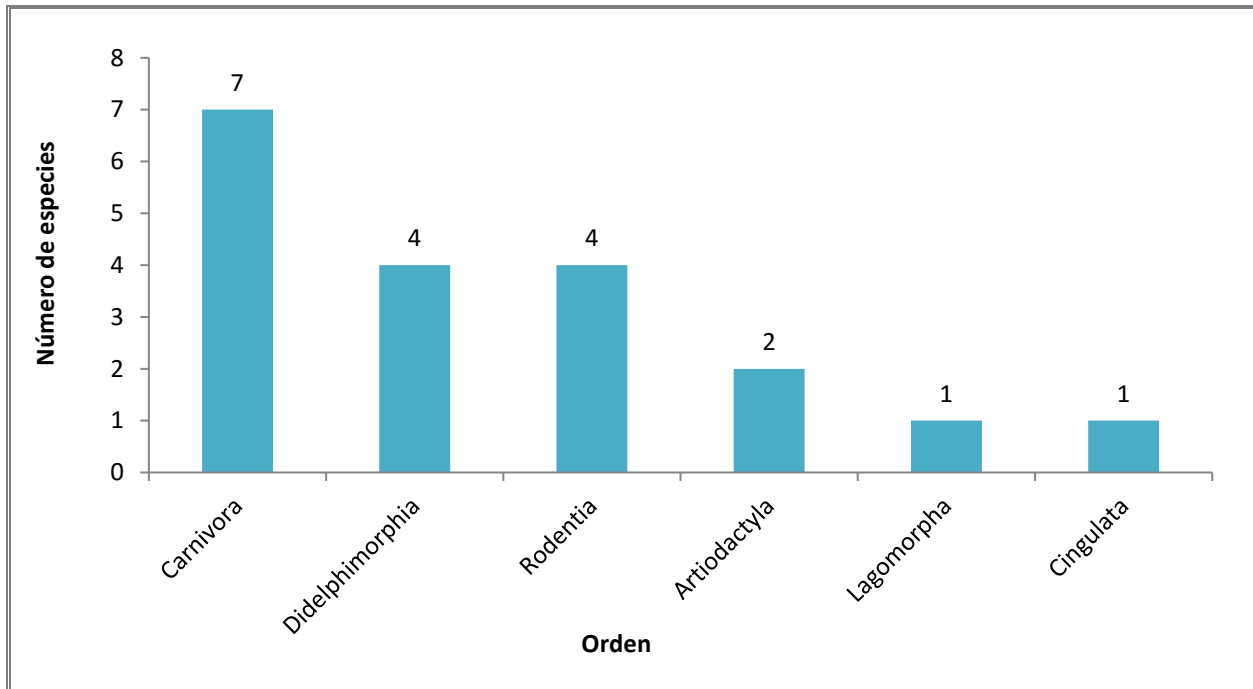


Figura 89. Número de especies de mamíferos no voladores por familia

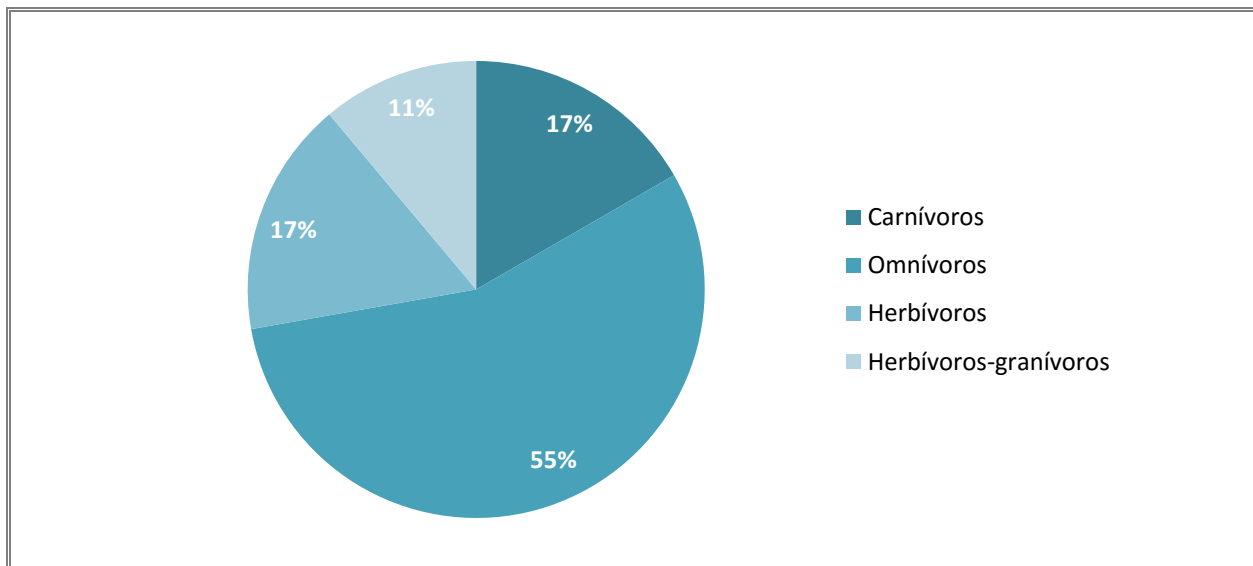


Figura 90. Proporción de especies de mamíferos no voladores por gremio alimenticio

Se clasificó a los mamíferos no voladores registrados en función de sus afinidades biogeográficas de acuerdo a Ceballos-Oliva (2005). En la Figura 91, se observa que 10 de la especies (56%) tiene una amplia distribución, compartida entre Norteamérica y Sudamérica, entre las que se encuentran: el tlacuache cara blanca (*Didelphis virginiana*), el mapache (*Procyon lotor*), la zorra

gris (*Urocyon cinereoagenteus*), el armadillo (*Dasypus novemcinctus*), el zorrillo listado (*Mephitis macroura*), el pecarí de collar (*Tayassu tajacu*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) la rata parda (*Rattus norvegicus*), el conejo de monte (*Sylvilagus floridanus*) y la onza (*Puma jagouarondi*).

Tres especies (17%) tienen una afinidad mesoamericana, en las que se encuentran: el ratón de abazones (*Liomys pictus*), la ardilla (*Sciurus deppei*) y el cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*). Las especies con distribución Norteamericana registró dos especies (12%), con el zorrillo cadeno (*Conepatus leuconotus*) y el coyote (*Canis latrans*); las especies con afinidad con Sudamérica tuvieron dos representantes con el tlacuache común (*Didelphis marsupialis*) y el tlacuache cuatro ojos (*Philander opossum*), y por último, se registró una especie endémica de México que es el ratón tlacuache (*Tlacuatzin canescens*).

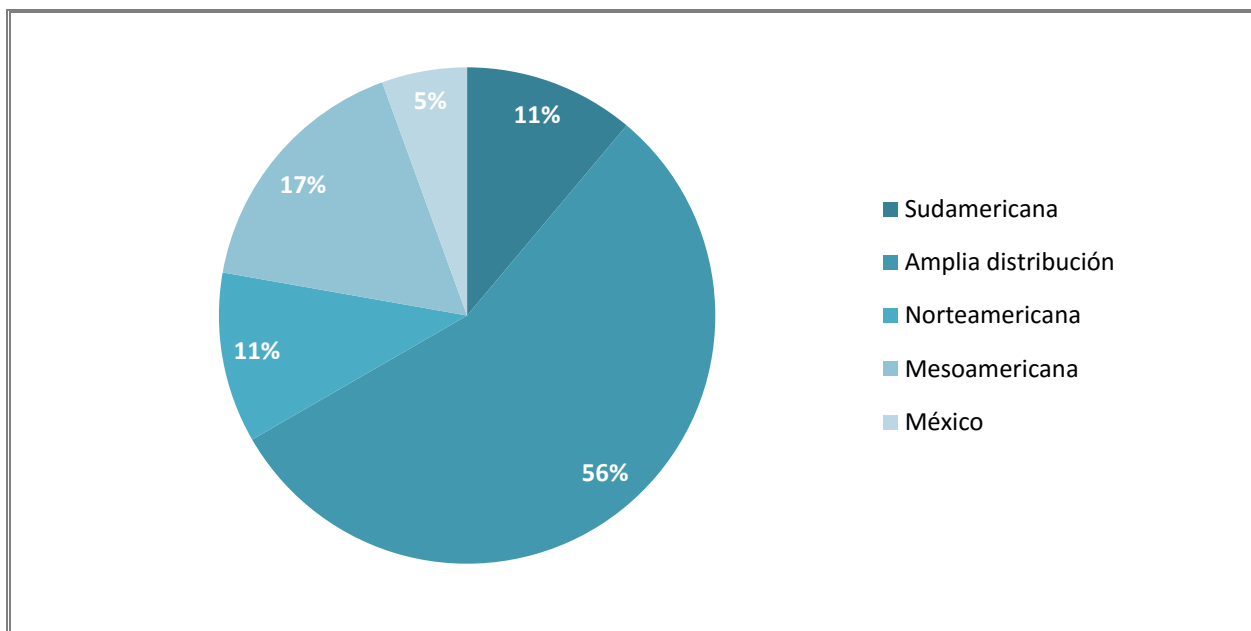


Figura 91. Proporción de especies de mamíferos no voladores por afinidad biogeográfica

• **Especies bajo protección**

De las especies reportadas dentro del SAR el cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*) se encuentra listada en la categoría de (Pr) Protegida, mientras que la onza (*Herpailurus jagouarondi*) se encuentra listada como (A) Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

• **Abundancia relativa**

En el Cuadro 66 se muestra la abundancia relativa de las especies de mamíferos no voladores registradas en campo (se excluyen los registros bibliográficos) mediante todas las técnicas empleadas (transectos, trampas Sherman y trampas Tomahawk) dentro del SAR (18). De los 66 individuos cuantificados la más abundante fue la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con once especímenes (22%) seguido del mapache (*Procyon lotor*) con seis (12%), el tlacuache común (*Didelphis virginiana*) y el armadillo (*Dasyus novemcinctus*) con cinco individuos registrados respectivamente (10%). Cinco especies estuvieron representadas por dos individuos y siete especies por uno.

Cuadro 66. Abundancia relativa de las especies de mamíferos presentes en el SAR

ESPECIE	NO. INDIVIDUOS	AR %
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	15	22.73
<i>Procyon lotor</i>	7	10.61
<i>Didelphis virginiana</i>	6	9.09
<i>Dasyus novemcinctus</i>	4	6.06
<i>Mephitis macroura</i>	4	6.06
<i>Odocoileus virginianus</i>	4	6.06
<i>Sylvilagus floridanus</i>	4	6.06
<i>Baiomys musculus</i>	4	6.06
<i>Canis latrans</i>	3	4.55
<i>Didelphis sp.</i>	3	4.55
<i>Conepatus leuconotus</i>	2	3.03
<i>Didelphis marsupialis</i>	2	3.03
<i>Liomys pictus</i>	2	3.03
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	1	1.52
<i>Herpailurus jaguarondi</i>	1	1.52
<i>Sciurus aureogaster</i>	1	1.52
<i>Tlacuatzin canescens</i>	1	1.52
<i>Rattus norvegicus</i>	1	1.52
<i>Philander opossum</i>	1	1.52
Total	66	100

• **Análisis de la Diversidad alfa**

Se obtuvo un valor de diversidad de Shannon (H') de 2.5771 para el SAR. Tomando en cuenta que los valores de este oscilan entre 0-4 se tiene un valor medio de diversidad. No fue posible generar valores de diversidad entre sitios dado que muchos datos (aquellos encontrados en la bibliografía) solo arrojaron datos sobre presencia-ausencia de especies inadecuados para este tipo de análisis.

En la *Figura 92* se muestra la curva de acumulación de especies para la mastofauna. Se observa que la riqueza observada (Mao Tau) de nueve especies alcanza una asíntota manteniéndose dentro los límites de confianza superior e inferior. El valor de Bootstrap arroja un valor de 21.45 y el índice de Chao 1 arroja un valor de 21 lo que nos revela que se ha alcanzado a registrar el 85,71% de las especies esperadas de acuerdo al número de muestras que se tiene.

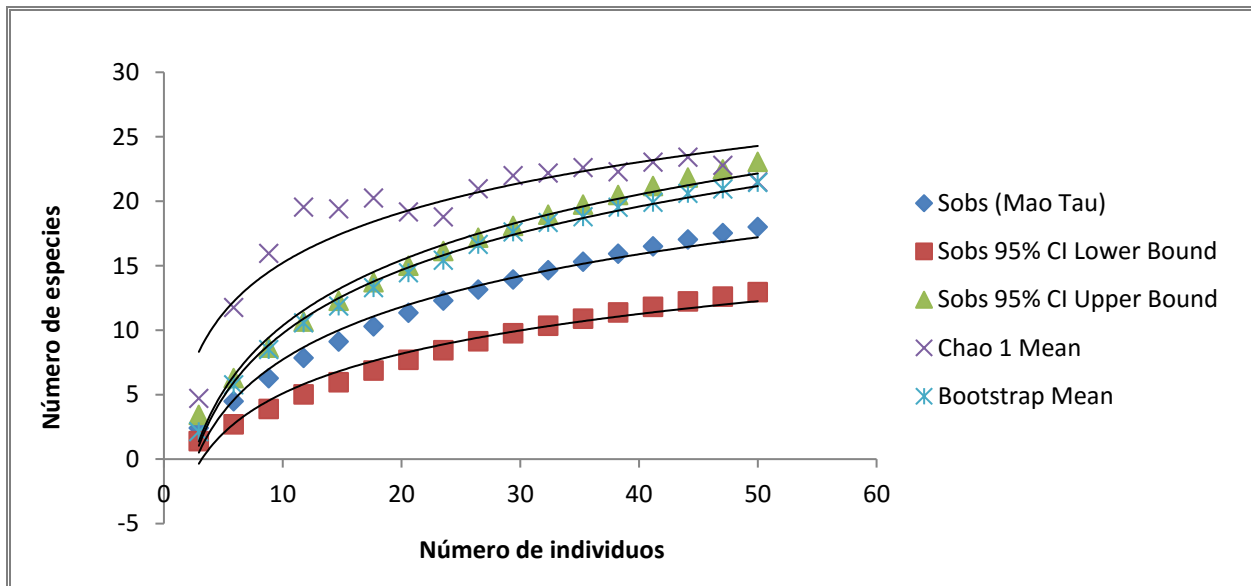


Figura 92. Curva de acumulación de especies de mamíferos no voladores presentes en el SAR

• **Análisis de la diversidad beta**

En la *Figura 93* se aprecia que los ensambles de mamíferos no voladores encontrados en los sitios: área de influencia y Piedra Larga forman un grupo, con el mayor coeficiente de similitud (0,583) teniendo siete especies en común. El ensamble de especies encontrado en el estudio de la MIA Bií Stinu se separa del primer grupo con un coeficiente de similitud de 0,536 compartiendo solamente cuatro especies con el grupo formado por los primeros sitios. El grupo formado por los sitios el “Estero” y “San Vicente” se separan del primer nodo con un coeficiente de similitud de 0,246.

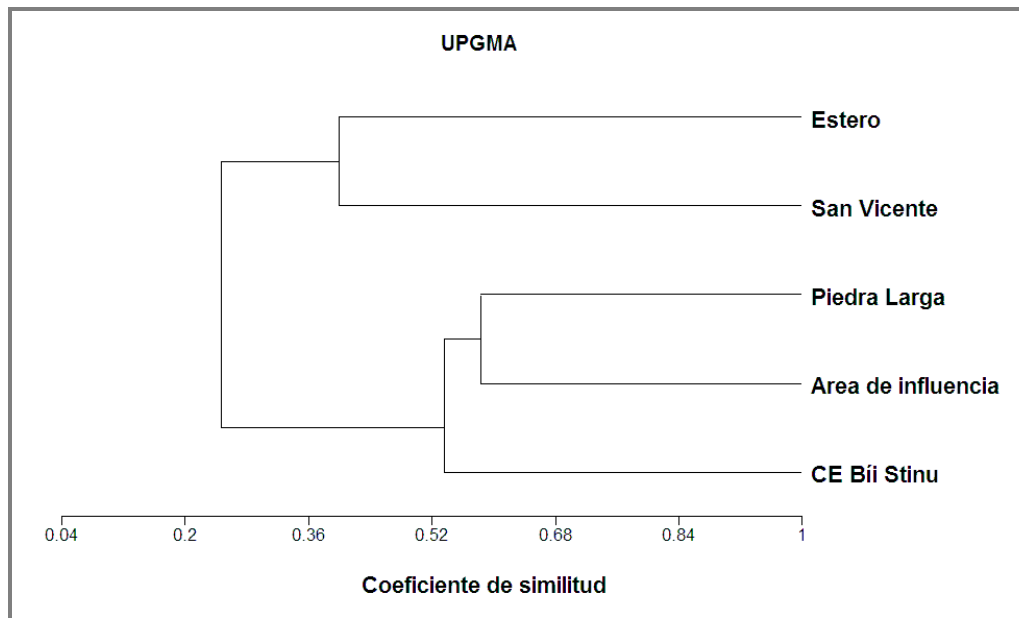


Figura 93. Dendrograma de similitud de especies entre los sitios muestreados dentro del SAR.

Herpetofauna

- **Composición taxonómica, y estado de conservación de las especies encontradas.**

Por medio de información recopilada en campo (observaciones y capturas) y revisión bibliográfica se elaboró un listado de especies de anfibios y reptiles presentes en el SAR. Se corroboró un total de 36 especies lo que significó el 27.27% de las especies de anfibios y reptiles con distribución potencial para el istmo de Tehuantepec. Esta riqueza se compone de 10 especies de anfibios y 26 especies de reptiles, agrupadas taxonómicamente en tres órdenes, 17 familias y 32 géneros. (Cuadro 67).

El orden Squamata (lagartos y serpientes) presentó el mayor número de especies con 18, seguido de Anura (ranas y sapos) con 11 especies y por último Testudines (tortugas) el cual solo registró una especie.

La familia con mayor riqueza de especies fue Colubridae (Culebras) con 11 especies seguido de las familias Bufonidae y Gekkonidae con 3 especies respectivamente. Cinco familias estuvieron representadas por 2 especies mientras que 9 lo estuvieron por una (Figura 94). 23 especies fueron avistadas y/o capturadas durante los muestreos en campo, de las cuales 4 fueron registradas exclusivamente en campo, mientras que por medio de la revisión bibliográfica se corroboró la presencia de 33 especies de las cuales 13 fueron reportados sólo por este método.

Cuadro 67. Listado de especies de herpetofauna presentes en el SAR.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO DE REGISTRO
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo cañero	Obs, B
			<i>Incilius marmoreus</i>	Sapo marmoleado	Obs, B
			<i>Incilius coccifer</i>	Sapo común	Biblio
		Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana	Obs, B
			<i>Scinax staufferi</i>	Rana hocicuda de Stauffer	Biblio
		Leiuperidae	<i>Engystomops pustulosus</i>	Sapito tungara	Obs, B
		Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Ranita manglera	Obs, B
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	Ranita labios blancos	Obs, B
			<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita espumera	Obs, B
		Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo de Berlandier	Obs, B
Reptilia	Squamata	Gekkonidae	<i>Coloenyx elegans</i>	Escorpión yucateco	Obs
			<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija	Obs, B
			<i>phyllodactylus tuberculatus</i>	Geco	Biblio
		Corythophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Teterete	Obs, B
		Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	Biblio
			<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Obs, B
		Phrynosomatidae	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija	Obs, B
		Teiidae	<i>Aspidocelis deppi</i>	Cuiji panza negra	Obs, B
			<i>Holcosus undulata</i>	Ameiva metálica	Biblio
		Polychrotidae	<i>Norops nebulosus</i>	Anolis	Biblio
		Scincidae	<i>Mabuya unimarginata</i>	Escinco	Biblio
		Helodermatidae	<i>Heloderma horridum</i>	Mounstro de gila	Obs
		Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Mazacoata	Obs
		Colubridae	<i>Coluber mentovarius</i>	Chirrionera	Biblio
			<i>Drymarchon melanurus</i>	Musga	Obs, B
			<i>Drymobius margaritiferus</i>	Petatillo	Obs, B
			<i>Coniophanes piceittis</i>	Culebra	Obs
<i>Conophis lineatus</i>	Guarda camino		Biblio		
<i>Conophis vittatus</i>	Culebra		Biblio		
<i>Leptophis diplotrophis</i>	Ranera gargantilla		Obs, B		
<i>Leptodeira frenata</i>	Culebra Ojo de Gato	Biblio			

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO DE REGISTRO
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Salvadora lemniscata</i>	Rayada del Pacífico	Obs, B
			<i>Trimorphodon biscutatus</i>	Serpiente	Biblio
			<i>Thamnophis marcianus</i>	Sochuate	Obs, B
	Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpiodes</i>	Tortuga casquito	Obs, B
			<i>Staurotypus salvini</i>	Tres Lomos	Biblio

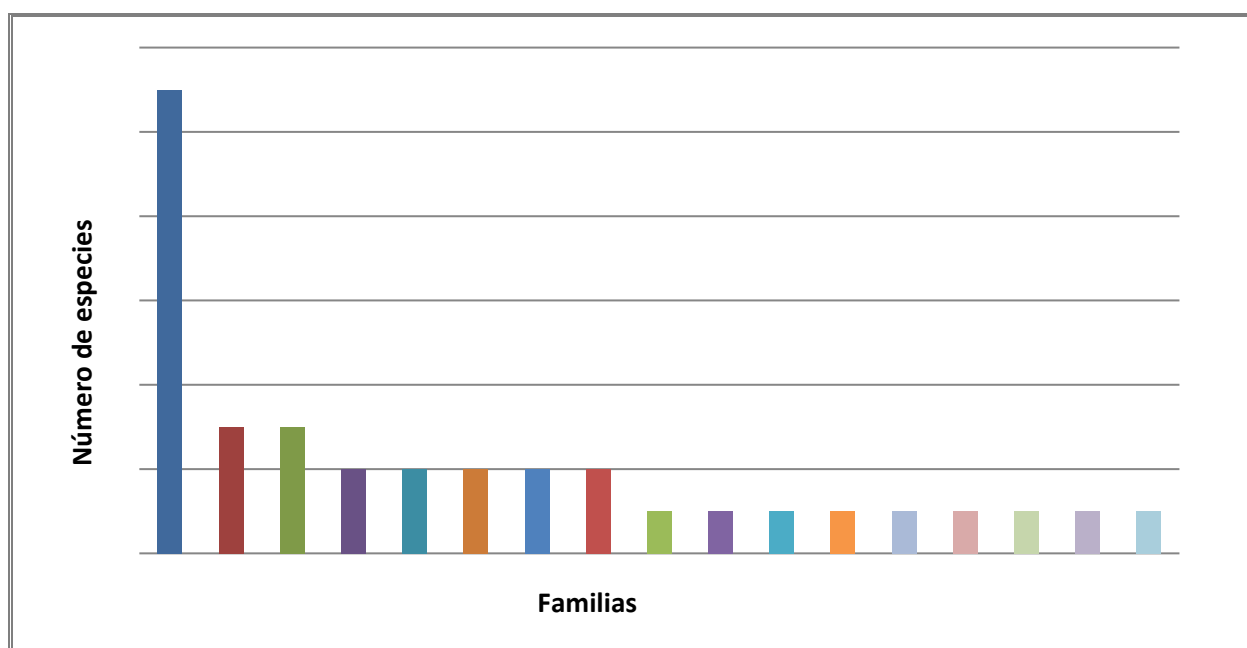


Figura 94. Número de especies de herpetofauna por familia

• **Especies bajo protección**

Con base en los muestreos en campo y a la revisión bibliográfica se encontró un total de trece especies de herpetofauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Seis especies se encuentran listadas como (Pr) Protegidas en la que se encuentran: *Incilius coccifer*, *Lithobates berlandieri*, *Kinosternon scorpiodes*, *Staurotypus salvini*, *Iguana iguana*, *Salvadora lemniscata*. Por otro lado siete especies se encontraron listadas en la categoría de (A) Amenazadas: *Ctenosaura pectinata*, *Coluber mentovarius*, *Thamnophis marcianus*, *Leptophis diplotrophis*, *Thamnophis marcianus*, *Boa constrictor*, *Heloderma horridum* y *Coleonyx elegans*. De estas trece especies, nueve fueron registradas en el trabajo de campo y cuatro fueron bibliográficos (*Ctenosaura acanthura*, *I. coccifer*, *S. salvini* y *C. mentovarius*) (Cuadro 68).

Cuadro 68. Especies catalogadas en la MOM-059-SEMARNAT-2010, presentes en el SAR.

ESPECIE	NOM-059 SEMARNAT 2010
<i>Incilius cocifer</i>	Protegida (Pr)
<i>Lithobates berlandieri</i>	Protegida (Pr)
<i>Coelonyx elegans</i>	Amenazada (A)
<i>Kinosternon scorpiodes</i>	Protegida (Pr)
<i>Staurotypus salvini</i>	Protegida (Pr)
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Amenazada (A)
<i>Iguana iguana</i>	Protegida (Pr)
<i>Heloderma horridum</i>	Amenazada (A)
<i>Boa constrictor</i>	Amenazada (A)
<i>Coluber mentovarius</i>	Amenazada (A)
<i>Leptophis diplotrophis</i>	Amenazada (A)
<i>Salvadora lemniscata</i>	Protegida (Pr)
<i>Thamnophis marcianus</i>	Amenazada (A)

• **Abundancia relativa**

En el Cuadro 69 se muestra la abundancia relativa de las especies registradas en campo, y de las cuales, se contó con la información necesaria para obtener la abundancia relativa (excluyéndose los registros obtenidos en la revisión bibliográfica). Se registró una muestra de 118 individuos de anfibios y reptiles de las cuales las más abundantes fueron: la rana labios blancos (*Leptodactylus fragilis*), el teterete (*Basiliscus vitattus*), el sapo cañero (*Rhinella marina*) y la rana espumera (*Leptodactylus melanonotus*) Algunas especies (20) estuvieron representadas por menos de cinco ejemplares y de ellas, diez presentaron un individuo.

Cuadro 69. Abundancia relativa de las especies de herpetofauna presentes en el SAR

ESPECIE	NO. INDIVIDUOS	AR%
<i>Leptodactylus fragilis</i>	18	15.2542373
<i>Basiliscus vitattus</i>	18	15.2542373
<i>Rhinella marina</i>	14	11.8644068
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	11	9.3220339
<i>Sceloporus siniferus</i>	8	6.77966102
<i>Aspidocelis deppii</i>	7	5.93220339

ESPECIE	NO. INDIVIDUOS	AR%
<i>Leptophis diplotrophis</i>	7	5.93220339
<i>Incilius marmoreus</i>	4	3.38983051
<i>Hypopachus variolosus</i>	4	3.38983051
<i>Lithobates berlandieri</i>	4	3.38983051
<i>Drymarchon melanurus</i>	4	3.38983051
<i>Smilisca baudinii</i>	3	2.54237288
<i>Drymobius margaritiferus</i>	3	2.54237288
<i>Kinosternon scorpiodes</i>	2	1.69491525
<i>Hemidactylus frenatus</i>	2	1.69491525
<i>Heloderma horridum</i>	2	1.69491525
<i>Engystomops pustulosus</i>	1	0.84745763
<i>Coelonyx elegans</i>	1	0.84745763
<i>Iguana iguana</i>	1	0.84745763
<i>Boa constrictor</i>	1	0.84745763
<i>Coniophanes piceivittis</i>	1	0.84745763
<i>Salvadora lemniscata</i>	1	0.84745763
<i>Thamnophis marcianus</i>	1	0.84745763
Total	118	100

• **Análisis de Diversidad alfa**

Se obtuvo un valor de diversidad de Shannon (H') de 1.167 para el SAR. Tomando en cuenta que los valores de este oscilan entre 0-4 se tiene un valor medio de diversidad. No fue posible generar valores de diversidad entre los distintos sitios dado que muchos datos (aquellos encontrados en la bibliografía) solo arrojaron datos sobre presencia-ausencia de especies inadecuados para este tipo de análisis.

En la *Figura 95* se muestra la curva de acumulación de especies para la herpetofauna. Se observa que la riqueza es (Mao Tau) de 26 especies alcanzando una asíntota dentro los límites de confianza superior e inferior. El valor de Bootstrap arroja un valor de 29,6 y el índice de Chao 1 arroja un valor de 34 lo que nos revela que se ha alcanzado a registrar el (87,83%) y el (76,47%) respectivamente de las especies esperadas de acuerdo al número de muestras que se tiene.

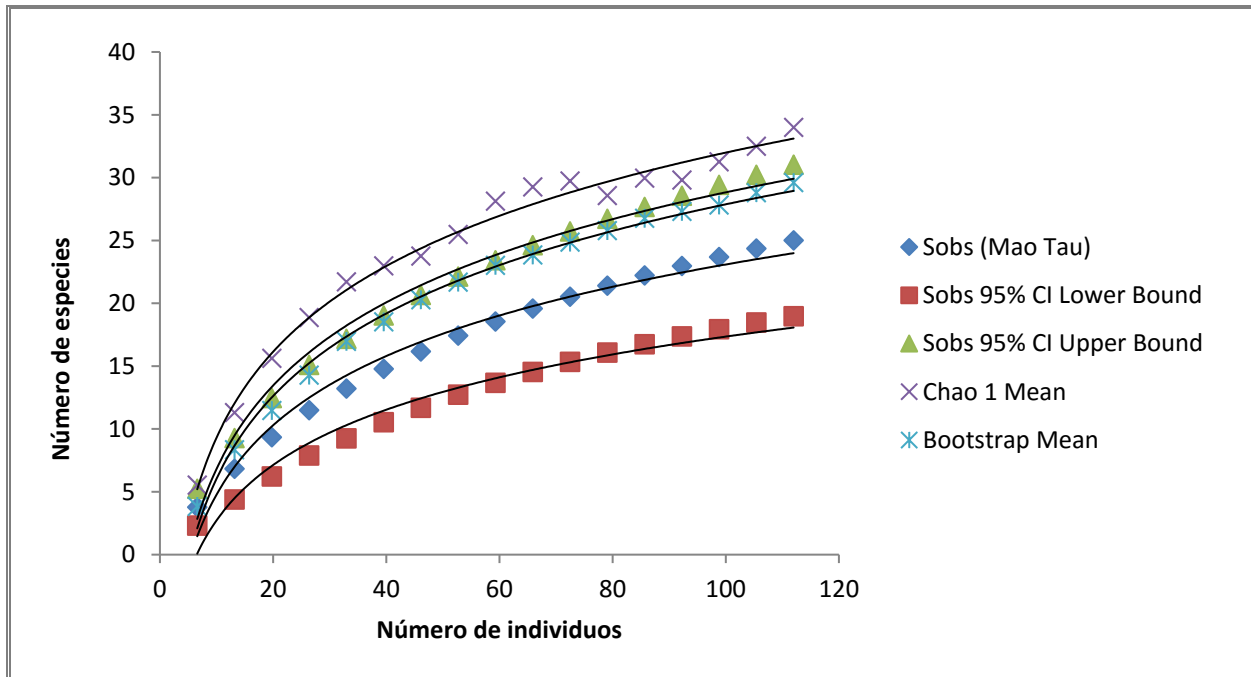


Figura 95. Curva de acumulación de especies de herpetofauna presentes en el SAR

• **Análisis de la diversidad beta**

En la *Figura 96*, se aprecia que los ensambles de anfibios y reptiles encontrados en los sitios; se formaron dos grupos: área de influencia -CE Bii Stinu (siete especies en común), donde la vegetación predominante fue de tipo secundaria de BTC y Estero-Piedras Largas con tres especies en común. En estos sitios el pastizal fue la unidad ambiental con mayor presencia. Estas dos comparaciones obtuvieron el mayor coeficiente de similitud 0,400 y 0,500 respectivamente. Entre los dos grupos hubo un valor de 0,310 compartiendo dos especies.

El ensamble de especies encontrado en San Vicente se separa del primer nodo con un coeficiente de similitud de 0,75 compartiendo cero especies.

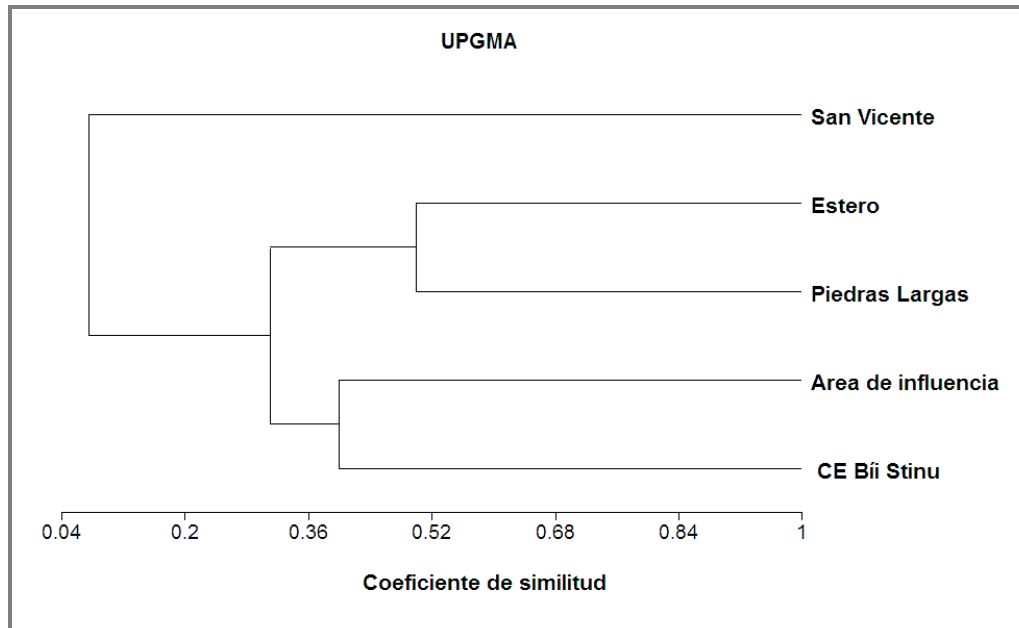


Figura 96. Dendrograma de similitud de especies de herpetofauna entre los sitios estudiados

Discusión y conclusiones sobre la fauna terrestre en el SAR

En este estudio se reportó la presencia de 223 especies de aves, 19 de mamíferos terrestres, 30 murciélagos, 10 anfibios y 26 reptiles dando un total de 308 especies de vertebrados, de las 637 de acuerdo al listado potencial de vertebrados para la región del Istmo de Tehuantepec. Registrándose así el 48.35% de las especies de vertebrados con distribución potencial.

Factores como la cantidad, calidad y heterogeneidad del hábitat pueden determinar la distribución y abundancia de las especies (Ojasti, 2000). Sin embargo, la abundancia de cada especie es una característica que está determinada por la estacionalidad, uso de hábitat y la historia natural de cada grupo taxonómico o especie, haciéndolos más común en determinados hábitats o estaciones del año; asimismo ciertas especies tienden a ser raras o escasas por naturaleza.

La riqueza específica e índices de diversidad de los grupos faunísticos de vertebrados obtuvo valores diferentes de acuerdo a los distintos sitios muestreados dentro del SAR indicando que los sitios con mayor grado de conservación de, acuerdo a la cobertura vegetal, albergaron mayor diversidad.

De manera general se puede considerar que los sitios que mantienen mejor calidad ambiental de sus componentes, registraron un mayor número de especies, no obstante, existen diferentes condiciones particulares para cada grupo y la relación de estos con los recursos naturales refleja el potencial en que la diversidad y abundancia se presentan. Por ejemplo, grupos como las aves

y los murciélagos pueden ser más homogéneos, en su composición de especies, en distintos sitios debido a la capacidad de vuelo por lo tanto las comunidades suelen tener un menor recambio de especies contribuyendo a valores de similitud altos.

Por otro lado algunas especies de grupos como anfibios, reptiles y mamíferos pequeños pueden estar limitados por su lento desplazamiento, por la calidad del hábitat y estado de conservación de los sitios. De igual manera la fragmentación presente en el SAR puede favorecer a ciertos grupos faunísticos y afectar a otros.

Debido a las diferentes características ecológicas y biológicas de las clases de vertebrados (tamaño corporal, movilidad, nichos ecológicos etc.) es pertinente discutir de manera desglosada las características de la riqueza y diversidad de cada grupo en el contexto regional y las características ecológicas de las comunidades de la Ornitofauna, Mastofauna y Herpetofauna.

Para el caso particular de las aves en este estudio se reportan 223 especies de aves para la región del Istmo. El uso de estimadores de riqueza de especies es útil para evaluar la complementariedad de los inventarios (Gómez de Silva y Medellín, 2001). Al comparar la distribución de las aves en el SAR nos muestra que la riqueza específica de un sitio con otro es muy similar, ya que con el inventario obtenido para la región y de acuerdo con los valores estimados de la curva de acumulación, muestran que la composición de especies obtenida en el SAR es aproximadamente completa y representativa.

Es importante destacar que con el análisis de similitud de especies entre sitios, la avifauna del SAR no presentó tendencias de cambio con o sin presencia de aerogeneradores, por lo que las poblaciones de aves se encuentran en un grado de conservación aceptable y cohabitan con la presencia de dichas estructuras, las cuales no representan ningún riesgo para la avifauna residente.

La diversidad de aves registrada, está fuertemente influenciada por el arribo de las especies migratorias que pasan por el SAR durante la migración de primavera y otoño. Considerando lo anterior, se encontró que el sitio CE Piedra Larga es donde se registró la mayor cantidad de especies de aves en todo el SAR, lo cual contrasta con el sitio El Estero en el cual se obtuvo el menor registro aunque debido a sus características este puede albergar una gran cantidad de aves acuáticas migratorias.

Es importante resaltar que a pesar del alto grado de transformación presente en el SAR, éste alberga a una importante riqueza de aves, incluyendo especies de gran valor de conservación como las especies endémicas: el zacatonero istmeño (*Peucaea sumichrasti*) y el colorín de azul rosa (*Passerina rositae*). Las poblaciones de las especies anteriores se encuentran en sitios alejados del área de influencia, por lo que el Proyecto no implica riesgo alguno para estas especies.

El fenómeno migratorio de las aves que se presenta en el área de interés, y en general en todo el continente, se caracteriza por presentar mayores abundancias en el otoño que en la primavera. Lo anterior se ha descrito en los últimos cinco años (CFE INECOL 2004, 2005, 2006, 2007, 2008). Durante la migración las aves se desplazan por las vertientes del Golfo de México y del Océano Pacífico. A través de diversos puntos de monitoreo de aves migratorias en todo el continente americano se sabe que la migración en la temporada de otoño se da por rutas bien definidas y que en la primavera, cuando las aves van de sur a norte, las aves se desplazan de manera más dispersa utilizando ambas vertientes (Mabee y Cooper 2004).

El uso del hábitat pudo haber determinado que algunas especies sean consideradas como raras u ocasionales en un tipo específico de hábitat y comunes en otro. Tal es el caso del chipe de Tolmie (*Geothlypis tolmiei*) que es uno de los Parúlidos más comunes que pasan el invierno en el bosque tropical caducifolio, pero raro encontrarlo en campos agrícolas y pastizales. El tordo ojo rojo (*Molothrus aeneus*), es un ictérico abundante en los campos de cultivo y pastizales, pero raro en el bosque tropical caducifolio. Asimismo, las familias Tyrannidae, Parulidae, Emberizidae, Columbidae, Icteridae, Cardinalidae, Accipitridae y Falconidae estuvieron presentes en los seis sitios del SAR.

La estacionalidad de algunas especies puede hacer que se consideren como comunes en una época del año y raras en otra. Las aves rapaces migran en grupos mezclados de varias especies y miles de individuos durante la temporada de otoño, mientras que las gaviotas (*Leucophaeus sp*) lo hacen en grupos durante la primavera. Dentro del SAR solo una de las dos rutas identificadas es considerada perenne, la cual corre a lo largo de la línea costera de la Laguna Superior, esta ruta es utilizada principalmente por aves denominadas grandes planeadoras, que se caracterizan por presentar cuerpos grandes, alas largas y anchas como son: el zopilote aura (*Cathartes aura*), el aguililla de Swainson (*Buteo Swainsoni*), el aguililla ala ancha (*Buteo platypterus*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*) y el pelícano blanco (*Pelecanus erythrorhynchos*).

Mediante los dos métodos utilizados (muestreo con redes de niebla y detección ultra-acústica) se describió el ensamble de murciélagos en el SAR arrojando un total de 30 especies. Se obtuvo que los gremios alimenticios descritos para los murciélagos de México, estuvieron representados cuatro: frugívoros, nectarívoros, insectívoros, y piscívoros. Los únicos gremios no representados fueron los carnívoros, hematófagos y omnívoros. Esta gran representación nos indica que la comunidad de murciélagos es aún diversa en este sentido, y que la funcionalidad de estos dentro de los ecosistemas es amplia, es decir los procesos ecológicos en los que los murciélagos están involucrados están aún activos dentro del SAR.

El gremio de los insectívoros fue el que mayor representatividad tuvo dentro del ensamble descrito, con 19 especies de estas 14 especies tienen alturas de vuelo por arriba de los 40 m lo que les representa un importante riesgo de colisión. Sin embargo los murciélagos con alturas de vuelo en sotobosque y cerca de éste presentan igualmente un importante riesgo de colisión. De hecho el murciélago lomo pelón menor (*Pteronotus davyi*) es de las especies con más colisiones fatales reportadas (Ledec et al 2010).

Dentro del SAR las comunidades de murciélagos tienden a ser homogéneas entre los diferentes sitios y tipos de hábitat debido a la gran vagilidad de este grupo, siendo esto más marcado en las especies de murciélagos insectívoros con alturas de vuelo mayores de 15 metros que cazan en espacios abiertos. Este grupo de murciélagos (Molossidae y Vespertilionidae) están ampliamente distribuidos dentro del SAR y no están asociados a un tipo de vegetación en particular, sino que se encontraron en lugares y momentos donde tuvieron mayor cantidad de recursos alimenticios. Estos murciélagos se registraron en mayor cantidad en la época de lluvias y en lugares con características como: sitios con cuerpos de agua, zonas cultivables o cercanas a manchones de vegetación.

Las especies insectívoras reportadas son elementos de amplia distribución dentro del SAR y en la región del Istmo de Tehuantepec. Especies como: *Molossus molossus*, *M. rufus*, *M. sinaloae*, *Pteronotus davyi* y *Lasiurus ega* se encuentran entre algunas de ellas. Por otro lado los murciélagos frugívoros y nectarívoros están restringidos a zonas con vegetación de VSBTC y BTC ya que estos tienen las condiciones necesarias para ellos como son: refugio y alimento, sin embargo a pesar de la fragmentación existente dentro del SAR algunos individuos pueden trasladarse entre los manchones de vegetación atravesando cultivos y zonas pecuarias. La abundancia y riqueza de este tipo de murciélagos fue baja dentro de los muestreos en campo y la revisión de la literatura. Las especies registradas son comunes dentro de las regiones neotropicales y son tolerantes a la perturbación de origen antropogénica.

Existe un grado de similitud entre los ensambles de murciégalos y los distintos sitios estudiados, a pesar de que existieron diferencias en la composición de especies, esto puede deberse al esfuerzo de muestreo realizado en cada sitio o la misma naturaleza vágil de las especies que pueden trasladarse entre el paisaje y ser registradas en un momento dado en un sitio y en otro no. Incluso algunas especies tienden a ser raras de manera natural dentro de las comunidades. En los dendogramas de similitud el sitio de La Ventosa fue el más dísimil respecto al área de influencia y CE BII Stinu ya que estos presentaron mayormente vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio mientras que en el sitio de La Ventosa la vegetación dominante es el pastizal.

Los mamíferos de talla mediana, grande y pequeños representan parte importante en los ecosistemas con una gran diversidad de nichos ecológicos, comportamiento y diversidad de hábitos (Ceballos & Oliva 2005). En cuanto a la importancia ecológica se puede destacar la variedad de gremios alimenticios: carnívoros que fungen como depredadores activos y control de poblaciones animales, herbívoros que moldean la estructura de la vegetación, omnívoros que se alimentan desde frutos, vertebrados e invertebrados de esta manera controlando la población de estos y siendo agentes activos en la dispersión de semillas. Los mamíferos pequeños (roedores) son base de la cadena alimenticia de muchos animales desde aves, reptiles y otros mamíferos y son de igual manera agentes dispersores de semillas que moldean la estructura de las comunidades vegetales tal es el caso de los ratones de abazón del género *Liomys*.

Dentro del SAR la diversidad de mamíferos no voladores presento especies con una amplia distribución y que persisten en ambientes perturbados, entre las que se destacan *Urocyon cinereoargenteus*, *Procyon lotor*, *Didelphis virginiana*, *D. marsupialis* y las especies de zorrillos (Mephitidae) cuya distribución abarca toda la extensión del SAR aunque es más común encontrarlas en zonas con ABTC y BTC cercanas a zonas cultivables y con cuerpos de agua.

Los mamíferos pequeños como *Liomys pictus* suelen encontrarse en zonas vegetación natural, zonas de cultivo y pastizal. La incidencia y abundancia de roedores fue baja dentro de este estudio y las causas son diversas en las que se destacan las siguientes: 1) microhábitas con pocas condiciones para la incidencia de roedores debido al sobrepastoreo y compactación del suelo derivados de la actividad pecuaria, 2) algunas prácticas como la quema de la vegetación, el uso de plaguicidas, afecta localmente la riqueza y abundancia de los roedores.

A pesar de esto varias especies pueden persistir dentro del SAR y haber sido sub representadas dentro de los muestreos. Entre estas especies están: Rata algodónera (*Sigmodon hispidus*), ratón casero (*Mus musculus*) ratón de la cosecha (*Reithrodontomys sp.*), ratas arroceras (*Oryzomys sp.*) y ratas arborícolas (*Nyctomys sumichrasti*).

Algunas zonas albergan aun especies de talla grande como venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el pecarí de collar (*Tayassu pecarí*) principalmente en zonas con vegetación que les proporcionen refugio aunque probablemente, debido a la presión del hombre, su abundancia sea localmente baja.

La presencia de estos herbívoros atrae a carnívoros de talla mediana como el coyote (*Canis latrans*) y el puma (*Puma concolor*) que aunque no se cuenta con un registro formal en campo muchos pobladores mencionaron haberlo visto en un periodo de tiempo de 1 a 5 años por lo cual es posible la incidencia ocasional de este carnívoro dentro del SAR.

Otros carnívoros que habitan en el SAR son el gato montes (*Puma jagouaroundi*) que a pesar de estar listado como amenazado en la NOM 059 SEMARNAT 2010 cuenta con numerosos registros en la región y persiste en condiciones de alteración.

El cacomixtle (*Bassariscus sumichrasti*) es una especie listada como Pr (Protegida) y de la cual se contó con una observación dentro del SAR; aparentemente este mamífero de talla mediana es raro dentro de la región y dependiente de la vegetación natural, ya que es de hábitos arborícolas, y podría verse afectado por cambios drásticos en su hábitat.

El análisis de diversidad beta mostró que existieron valores medios de similitud de especies entre los sitios estudiados. Probablemente esto se deba a un efecto de muestreo pero como se menciona arriba algunas especies prefieren ciertos tipos de hábitat lo que hace que estén presentes en algunas o zonas y ausentes en otras contribuyendo así al recambio de especies dentro del SAR.

La riqueza moderada de mamíferos no voladores encontrada corresponde al grado de perturbación presente, sin embargo se puede encontrar aún una comunidad diversa en el sentido ecológico ya que podemos encontrar especies carnívoras, omnívoras, herbívoras, granívoras contribuyendo a los procesos evolutivos y ecológicos de los ecosistemas y de la fauna silvestre del SAR.

Finalmente la Herpetofauna presento 36 especies dentro del SAR con un valor medio de diversidad ($H' = 2.7485$). Este grupo presenta gran importancia ecológica ya que sus miembros cumplen distintas funciones dentro de los ecosistemas ya sea como depredadores y controladores

de poblaciones de roedores y otros vertebrados de talla pequeña (serpientes) o control de plagas de insectos (ranas y sapos) de igual manera muchos de estos animales forman parte de la dieta de otros animales como mamíferos y aves de presa.

La Herpetofauna en general tiene muchas amenazas que van desde el consumo humano hasta la matanza indiscriminada de las serpientes por ejemplo, que son consideradas plagas en lugar de controladores de plagas, y por ende se les mata por suponerseles una amenaza para el hombre y los animales de forrajeo; por eso muchas especies ven mermadas sus poblaciones. Varias especies se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y algunas como *Leptophis diplotropis*, *Thamnophis marcianus* y *Boa constrictor* se encontraron en este estudio.

De acuerdo a lo observado en campo y en la literatura el SAR guarda buenas condiciones para el desarrollo de estos organismos. Los anfibios, por ejemplo, encuentran buenas condiciones para su desarrollo en prácticamente todo los tipos de hábitats presentes, sobre todo en la época de lluvias donde se forman cuerpos de agua temporales que fungen como sitios de reproducción y es posible observar varios individuos y especies mientras que los cuerpos de agua permanentes sirven como refugio todo el año para las especies de anfibios.

Al igual que para otros grupos de fauna la riqueza de anfibios corresponde a especies tolerantes a la perturbación que se encuentran ampliamente distribuidas en zonas neotropicales. Entre las especies que estuvieron ampliamente distribuidas en el SAR se encuentran: *Rhinella marina*, *Leptodactylus fragilis*, *L. melanonotus*, *Scinax staufferi* y *Smilisca baudini*.

Otros grupos de reptiles como saurios y serpientes se encontraron asociados a cuerpos de agua, vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio y cercos vivos por lo que es común observarlas en estas zonas. Algunas serpientes persisten en zonas de pastizal y cultivos donde existe una gran abundancia de roedores.

Los índices de diversidad beta entre los sitios muestreados tienden a la disimilitud lo que contribuye a un mayor recambio de especies. Esto puede ser un efecto del muestreo ya que como se observó en campo, sitios con condiciones de vegetación y hábitat similares albergan especies distintas o especies presentes en un sitio están ausentes en otro. Esto puede ser explicado de la siguiente manera: 1) que las diferencias se deban a un efecto del muestreo (se registran especies en sitio y en otro no) 2) a la rareza natural de algunas especies en su hábitat. y 3) las condiciones ambientales a nivel de microhábitat que interviene en la distribución de ciertas especie, así como las condiciones que intervienen en la distribución de especies que sirven de alimento para las primeras.

Por otro lado algunos tipos de hábitat del SAR evidentemente contribuyeron al recambio de especies dentro del SAR, un ejemplo de esto es que solo en ambientes con vegetación secundaria y cuerpos de agua se encontraron tortugas (*Kinosternon scorpiodes*) saurios (*Basiliscus vittatus* y *Iguana iguana*), y fueron notablemente distintos a sitios agropecuarios donde apenas se observaron lagartijas (*Sceloporus siniferus* y *Aspidocelis deppii*)

De acuerdo a la riqueza y diversidad de la Herpetofauna observada en campo y en la revisión bibliográfica hace del SAR una zona de interés desde el punto de vista de la conservación de estos organismos que a pesar de estar perturbado presenta las condiciones propicias para estos.

A manera de conclusión se puede decir lo siguiente:

- Derivado del análisis de la fauna regional se registró un total de 307 especies de vertebrados, de las 637 especies de vertebrados potenciales para el SAR de acuerdo a los listados potenciales.
- El SAR presentó condiciones de hábitat homogéneas y con un alto grado de perturbación que afecta la riqueza y abundancia de fauna, resaltando el caso de los mamíferos no voladores y los murciélagos de la familia Phyllostomidae
- Los sitios con vegetación de VSBTC, BTC y zonas cercanas a cuerpos de agua albergan más abundancia de aves, mamíferos no voladores, murciélagos, anfibios y reptiles respecto a zonas netamente agropecuarias
- Los sitios dentro del SAR tendieron a ser parecidos en su composición de especies siendo especialmente particular en el caso de las aves donde todos los sitios analizados comparten más del 60% de sus especies. En el caso de la herpetofauna y mastofauna los valores oscilan entre el 50 y 30% de similitud.
- Se encontró una diversidad ecológica en la fauna en aspectos como gremios alimenticios lo que indica que los procesos ecológicos y evolutivos en los que los vertebrados están involucrados siguen vigentes dentro del SAR.
- A pesar de haberse encontrado una riqueza y diversidad de vertebrados moderada dentro del SAR, esta es representativa de la región y debe ser tomada en cuenta en medidas de mitigación al momento de elaborar proyectos que impliquen un cambio de uso de suelo. Análisis de la fauna en el área de influencia

- **Avifauna**

Las aves son organismos ecológicamente sensibles a los cambios del ambiente por lo que han sido utilizadas como indicadores biológicos para monitorear la salud de los ecosistemas (Reynaud y Thioulouse, 2000). Debido a la naturaleza del Proyecto, las aves son uno de los dos grupos que merecen particular atención debido a las posibles interacciones que se pueden presentar con el proyecto, en virtud de la trayectoria, importancia y por el número de organismos que fueron identificados durante los trabajos de campo y los monitoreos en el área de influencia.

Estudios de migración de la avifauna ocurrente en Oaxaca (Binford, 1989) sugieren que el Istmo de Tehuantepec posee un papel relevante dentro del contexto del fenómeno migratorio de la avifauna proveniente de Norteamérica, cuya función es ser una vía para pasar de la vertiente del Atlántico a la del Pacífico.

Método

» Composición de la Avifauna

Para describir la composición de avifauna presente en el área de influencia del Proyecto y elaborar una lista de especies con distribución potencial, se revisaron las guías de aves de México y norte de Centro América (Howell y Webb 1995), la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) realizada para la CE Bií Stinú (Especialistas Ambientales, 2011), la MIA realizada para el Proyecto Eólico La Ventosa (Rincón, E. y Asesores A.C. 2005).

Se efectuaron muestreos para coleccionar datos a través de registros auditivos, visuales y capturas de las aves, con la finalidad de registrar la avifauna residente y migratoria presente en el área donde se planea construir la central eoloelectrónica y de esta forma poder determinar la riqueza dentro de ésta y su relación con el hábitat. Para determinar las áreas donde se realizaron estos muestreos se tomaron como base las Unidades Ambientales dentro del área de influencia.

Se llevaron a cabo muestreos por transectos, que consisten en transitar diversas áreas del área de influencia, abarcando todos los tipos de hábitat, registrando todas las especies de aves observadas y escuchadas. Otro método que se efectuó es el conteo por puntos, en este el observador visitó diversos puntos fijos dentro del área de influencia, seleccionados previamente, permaneció en cada punto durante un periodo de cinco minutos y tomó nota de todas las aves observadas y escuchadas en un área de 50 metros totales de radio (divididos imaginariamente en dos radios de 25 m). Las observaciones e identificaciones de aves, a distancia, se efectuaron

con el apoyo de binoculares Vortex Talon Broadwing 8 x 42, Eagle Optics Ranger Platinum 8 x 42 y Eagle Optics Ranger SRT 10 x 50. Estos muestreos se efectuaron a partir del amanecer y hasta las siguientes 3-4 horas del día, debido a que son las horas de mayor actividad de la avifauna, lo anterior siempre y cuando las condiciones climáticas fueran propicias y no interfirieran con la adecuada visualización y audibilidad (detectabilidad) de las aves *Figura 97*.

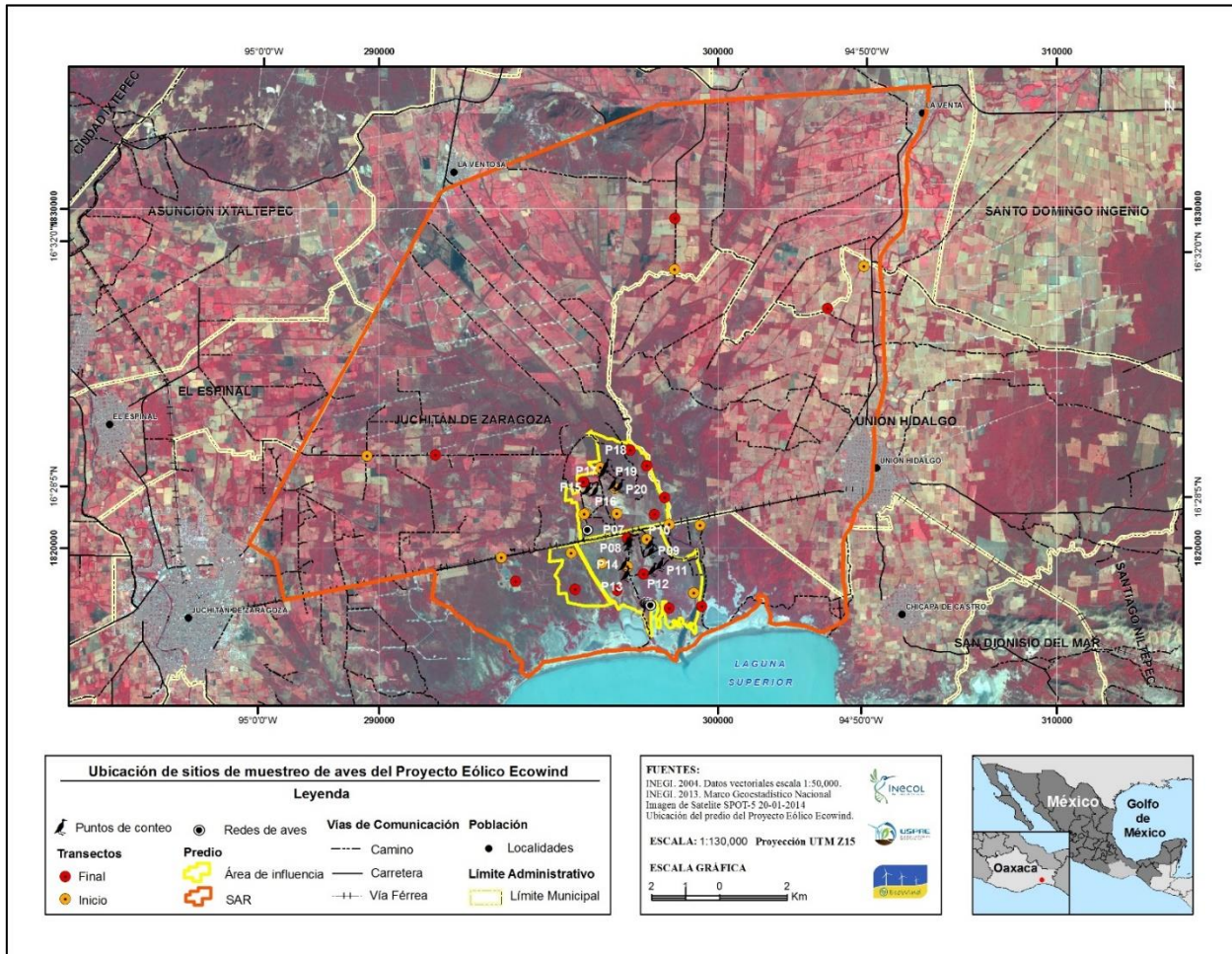


Figura 97. Ubicación de los puntos de conteo y transectos de aves dentro del área de Influencia del Proyecto Eólico EcoWind. Las coordenadas en las cuales se ubican los puntos de conteo se muestran en el Cuadro 70.

Cuadro 70. Coordenadas de puntos de conteo de aves para el Proyecto Eólico EcoWind.

PUNTO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS						COORDENADAS UTM	
	LONGITUDES			LATITUDES			COORDENADA X	COORDENADA Y
P1	94 °	53 '	49.539 "	16 °	27 '	18.06207 "	297461	1820218
P2	94 °	53 '	48.318 "	16 °	27 '	12.93085 "	297496	1820060
P3	94 °	53 '	26.456 "	16 °	27 '	7.888042 "	298143	1819899

PUNTO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS						COORDENADAS UTM	
	LONGITUDES			LATITUDES			COORDENADA X	COORDENADA Y
P4	94 °	53 '	27.452 "	16 °	27 '	14.66137 "	298115	1820107
P5	94 °	53 '	17.6 "	16 °	26 '	55.08879 "	298402	1819503
P6	94 °	53 '	25.205 "	16 °	26 '	49.99889 "	298175	1819348
P7	94 °	53 '	51.446 "	16 °	26 '	45.10782 "	297395	1819205
P8	94 °	53 '	53.34 "	16 °	26 '	54.19649 "	297342	1819485
P9	94 °	54 '	30.166 "	16 °	28 '	6.673761"	296270	1821724
P10	94 °	54 '	22.594 "	16 °	28 '	4.856914"	296494	1821666
P11	94 °	54 '	15.562 "	16 °	28 '	23.13774 "	296708	1822226
P12	94 °	54 '	12.94 "	16 °	28 '	29.11871 "	296788	1822409
P13	94 °	54 '	5.1323 "	16 °	28 '	11.51018 "	297014	1821865
P14	94 °	53 '	58.492 "	16 °	28 '	10.04638 "	297211	1821819

Las coordenadas en las cuales se ubican los transectos se muestran en el *Cuadro 71*.

Cuadro 71. Coordenadas de transectos de aves para el Proyecto Eólico Ecowind.

TRANSECTO	COORDENADAS UTM INICIO		COORDENADAS UTM FINAL	
	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA X	COORDENADA Y
Transecto 01	296596	1819559	297047	1818763
Transecto 02	297921	1820264	297825	1819245
Transecto 03	299306	1818682	298577	1818239
Transecto 04	296091	1821029	296073	1821953
Transecto 05	296549	1822386	297429	1822903
Transecto 06	296984	1821770	297911	1822434
Transecto 07	297027	1821025	298144	1820996
Transecto 08	295682	1819865	295806	1818784
Transecto 09	297346	1819459	297346	1820293
Transecto 10	296062	1821009	296041	1821956

Los datos obtenidos mediante los registros auditivos y visuales fueron complementados a través de capturas con el método de redeo de aves, ya que este método permite conocer las especies de aves (principalmente Passeriformes) que se desplazan de manera activa entre manchones de vegetación y que pueden resultar difíciles de detectar e identificar mediante los métodos de transectos y /o puntos de conteo. Se montó una estación de redeo y captura de aves para

complementar los datos de los otros métodos de muestreo que pueden omitir a especies que tienen su actividad en los manchones de bosque tropical caducifolio, por esta razón se puso una estación en la parte sur y otra más en la parte oeste del predio en un manchón de bosque tropical caducifolio, seleccionando un área que tuviera la suficiente longitud y accesibilidad para la colocación, manejo y la operación de las redes (*Anexo IV-12*).

Las coordenadas en las cuales se ubican los sitios de muestreo con redes de niebla se muestran en el *Cuadro 72* y en el anexo IV.12.1 se encuentra la ubicación de los nidos.

Cuadro 72. Coordenadas de sitios de muestreo de aves Proyecto Eólico Ecowind.

RED	COORDENADAS GEOGRÁFICAS						COORDENADAS UTM	
	LONGITUDES			LATITUDES			COORDENADA X	COORDENADA Y
Red 1	94 °	53 '	35.42 "	16 °	26 '	18.82 "	297862.96	1818393.05
Red 2	94 °	53 '	34.51 "	16 °	26 '	19.25 "	297890.00	1818405.97
Red 3	94 °	53 '	33.64 "	16 °	26 '	19.16 "	297916.04	1818402.96
Red 4	94 °	53 '	32.42 "	16 °	26 '	18.78 "	297952.03	1818391.00
Red 5	94 °	53 '	31.77 "	16 °	26 '	18.17 "	297970.97	1818372.01
Red 6	94 °	53 '	30.96"	16 °	26 '	17.89 "	297995.02	1818363.04
Red 7	94 °	53 '	30.59"	16 °	26 '	17.56 "	298006.04	1818352.98
Red 8	94 °	53 '	29.94 "	16 °	26 '	16.76 "	298025.03	1818328.01
Red 9	94 °	54 '	33.50 "	16 °	27 '	28.46 "	296159.98	1820549.95

Una vez seleccionada la estación, se prepararon las “líneas de red”, que consistieron en áreas libres de vegetación de 12 metros de largo por 1,5 metros de ancho, para evitar que las redes se enredaran con cualquier planta cercana. Las redes se montaron y abrieron por lo menos diez minutos antes de la salida del sol (momento en el que comienza la actividad de las aves) y fueron revisadas cada 15-20 minutos. Las aves capturadas se extrajeron y colocaron dentro de bolsas de manta delgada para transportarlas a la estación de anillado, donde se determinó su edad y sexo, cuando fue posible, posteriormente, se tomaron diversas medidas biométricas y se determinó la cantidad de grasa acumulada con la finalidad de conocer la condición física de los individuos que fueron capturados. Una vez concluida la toma de datos las aves fueron liberadas. Finalmente, las redes fueron cerradas cuando la temperatura ambiental alcanzó los 36°C, cuando el viento fue demasiado fuerte e inseguro para las aves en la red y/o cuando los individuos capturados comenzaron a mostrar signos de estrés por calor.

» **Composición taxonómica de la avifauna**

La identificación de los individuos observados y capturados se llevó a cabo apoyándose en las guías de campo especializadas (Howell y Webb, 1995; Dunn y Garrett, 1997; Pyle, 1997; Sibley, 2000). Asimismo, se tomó la taxonomía y nomenclatura propuesta por la Unión Americana de Ornitólogos (AOU, 2013). Para cada especie registrada se consideró la fecha y tipo de vegetación en la que se observó.

» **Estacionalidad de la avifauna**

Para determinar el periodo en el que las especies pueden presentarse en la región y son más susceptibles de localizarse en el área de estudio se realizó un análisis de la estacionalidad de la avifauna empleando las categorías descritas en los trabajos de Howell y Webb (1995) (*Cuadro 73*) y la información que se obtuvo durante el trabajo de campo.

Cuadro 73. Categorías de estacionalidad para avifauna según Howell y Webb (1995).

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Colonias reproductivas	Especie que es residente local de verano y que no sale de la región en el invierno pero llega a tener diferentes rangos de anidamiento.
Invernante	Especie que no anida en la región ya que solo se presenta en ella durante el invierno del hemisferio norte.
Invernante con colonias reproductivas	Especie de la que se han localizado colonias anidadoras en la región pero que solo se presenta durante el invierno del hemisferio norte en ella.
Residente	Especie que puede ser encontrada en la región durante todo el año, pues reside y se reproduce dentro o cerca de ella.
Residente de verano	Especie que se reproduce en la región pero solo está presente en ella durante el periodo del verano del hemisferio norte.
Transitorio	Especie que no se reproduce en la región y se presenta solo durante las migraciones de primavera y/u otoño.
Vagrante	Especie que esta fuera de su rango normal de distribución.

Para determinar la utilidad económica y las diversas connotaciones simbólicas, estéticas o medicinales de ciertas especies que pueden ser comercializadas en nuestro país se empleó la Guía de aves canoras y de ornato (INE-CONABIO, 1997). El nombre común de las especies fue tomado de Howell y Webb (1995) y de Escalante et al. (1996).

» Estado de protección

Para determinar el estatus de protección de la avifauna que se registró en el área de influencia se emplearon las categorías propuestas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Así como las categorías y criterios del libro rojo de especies amenazadas versión 2014.3 (UICN, 2014) y los apéndices propuestos por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (UNEP-WCMC 2015).

» Identificación de rutas migratorias en el área de influencia, alturas de vuelo y riesgo de colisión

La región del Istmo de Tehuantepec es paso de unas de las rutas migratorias de aves más importantes debido al número de individuos que la utilizan. Además, en base a observaciones durante años anteriores por parte del personal del Instituto de Ecología A. C., en un estudio realizado para el Banco Mundial (INECOL, 2009) se detectaron diversas rutas utilizadas por aves migratorias dentro de la región, por lo tanto se hace un análisis de las rutas migratorias a nivel de región, así como las registradas en el área de influencia del Proyecto.

El registro de rutas migratorias dentro del área de influencia se llevó a cabo mediante dos métodos, 1) estación de monitoreo de aves migratorias y 2) estación de radar.

» Estación de Conteo de Aves Migratorias

El método para el conteo de aves rapaces y acuáticas migratorias consiste en observaciones directas desde el punto más alto, preferentemente, dentro del área de influencia. Las aves migratorias que se detectaron fueron identificadas con ayuda de binoculares con alcances de 8x42, 10x42 y 10x50 y telescopios Kowa TSN-661 20-60 x. Las aves fueron contadas y registradas utilizando una clave asignada a cada especie y escribiendo el número de individuos observados. Fue indispensable el uso de guías de identificación de aves (e. gr. Howell y Webb [1995], Sibley [2000] y National Geographic [2001]). Por periodos de una hora, el observador tomó datos con respecto a las condiciones atmosféricas como velocidad y dirección del viento, porcentaje del cielo cubierto por nubes y tipo de nubes (cirrus, cumulus, stratus y nimbus), temperatura ambiental y visibilidad en kilómetros, así como también el número de observadores y los minutos observados durante la hora. En las épocas de migración, algunas veces los grupos de aves son muy numerosos por lo que se requirió el uso de contadores manuales (clickers) para facilitar el conteo y hacerlo lo más exacto posible.

La estación de conteo opera durante las dos temporadas de migración (primavera y otoño) y está en funcionamiento desde las 08:00 de la mañana hasta las 17:00. Es probable que durante los periodos críticos de migración la estación tenga que seguir operando hasta el ocaso del sol. El criterio para dar por concluido el monitoreo en esos días es que las aves dejen de pasar o las condiciones de luz limiten la adecuada visualización y con ello no sea posible identificar a las especies que se encuentren migrando.

» Radar

Se realizaron observaciones del desplazamiento de aves (principalmente grupos de grandes planeadoras, aunque también se consideraron individuos) durante el mes de octubre y noviembre de 2011, dentro del intervalo de fechas en que se han registrado picos de mayor actividad migratoria diurna en otros estudios efectuados en el istmo de Tehuantepec (INECOL, 2011). Se utilizó un radar marino de banda X, Modelo FR-1525 Mark 3 (Furuno Electric Co., Nishinomiya, Japón) montado en una camioneta pick up adaptada como unidad móvil, la cual fue trasladada diariamente a la estación de monitoreo; el equipo transmite con una frecuencia de 9,410 Mhz +/- 30Mhz (FURUNO, 2002) a través de una antena de dos metros de largo con una salida de potencia máxima de 25kW, la cual emite un rayo con un ancho de 1,23° (horizontal) x 20° (vertical) con lóbulos laterales de $\pm 10^\circ$ (FURUNO, 2002). El equipo se operó con una longitud de pulso de 0,7 μ s y fue alimentado por un generador eléctrico de baja emisión de ruido.

Se utilizaron dos modos de operación del radar: 1) horizontal para realizar observaciones alrededor de la estación de monitoreo, y 2) vertical para medir las alturas de vuelo. En el modo horizontal se utilizó un radio de detección de 3 km, ya que ha demostrado ser adecuado para la detección aves de la talla de grandes planeadoras (Cooper et al. 1991), principal grupo de interés en el presente estudio, y además abarcó en su totalidad el área de influencia destinado al proyecto eólico; en el modo vertical se utilizó un radio de 1,5 km, ya que hemos observado que la actividad migratoria suele concentrarse entre los 0 y 1 500 metros sobre el nivel del suelo. Todos los datos se capturaron manualmente en una computadora portátil.

La estación de monitoreo se estableció en la porción centro-oeste del área de influencia, donde se trabajó entre el 01 de octubre al 03 de noviembre de 2011. El esfuerzo de muestreo estuvo integrado por diez sesiones de trabajo de una hora cada una, empezando aproximadamente 45 minutos después de la puesta del sol y terminando alrededor de la una de la madrugada, coincidiendo con el pico de actividad migratoria nocturna (INECOL, 2011).

Cada sesión se dividió a su vez en dos periodos menores, en unos de los cuales se ajustaban los detalles necesarios para la operación del radar mientras que otros se destinaron a recolectar información de los grupos o individuos de aves, alternando entre modos de operación, de tal manera que cada sesión de trabajo (de una hora cada una) se integró de la siguiente manera:

Modo horizontal

- 10 minutos para coleccionar datos meteorológicos y ajustar detalles
- 10 minutos de conteo de blancos
- 15 minutos muestreo de velocidad y dirección de vuelo

Modo vertical

- 10 minutos para coleccionar datos meteorológicos y ajustar detalles necesarios para la toma de datos
- 15 minutos de muestreo de la velocidad y alturas de vuelo

En el modo vertical se midieron las alturas de vuelo tanto de grupos como de individuos detectados, para el caso de los grupos se registró la altura máxima, mínima y promedio. Las direcciones de vuelo se analizaron con el software de estadística circular Oriana v. 3.21 (Kovach, 2010), además de la dirección de vuelo promedio se reporta también el grado de concentración (r).

Resultados

» Lista potencial de aves

De la revisión bibliográfica, y los muestreos llevados a cabo, se obtuvo un listado que incluye 417 especies de aves cuya distribución potencial comprende el área de influencia. Dicho listado y el de las especies registradas durante los estudios efectuados en campo, para efectos prácticos, son presentados por separado en el *Anexo IV-11*. La riqueza de aves presentada en el listado potencial, para este estudio, 417 especies representa el 37,13% de las 1 123 especies registradas en todo el país (AOU 2013). Las 170 especies de aves registradas en los muestreos representan (40,77%) de las 417 especies que potencialmente se distribuyen dentro del área de influencia.

La avifauna presente en el área de influencia puede dividirse en dos grupos: especies especialistas que mayormente forrajean dentro del bosque tropical caducifolio y especies generalistas. Las primeras son normalmente aquellas que se encuentran en áreas de gran

cobertura vegetal primaria. Las especies pueden ser encontradas en áreas más abiertas y perturbadas (campos agrícolas y pastizales) y su sobrevivencia es independiente de la presencia del bosque tropical caducifolio ya que pueden colonizar otros hábitats incluso perturbados, estas son, generalmente, especies granívoras y omnívoras.

» **Avifauna observada**

Composición taxonómica de la avifauna: En el estudio se registró un total de 170 especies, pertenecientes a 19 órdenes, dentro de 46 familias. El orden Passeriformes es el más representativo con 69 especies, seguido por Accipitriformes con 19 especies, Charadriiformes con 18 especies; Pelecaniformes con 13 especies y Apodiformes con 10 especies, los demás órdenes tienen menos de 10 especies registradas cada uno (*Cuadro 74*).

Cuadro 74. Órdenes y números de especies registrados mediante los diferentes métodos.

NO.	ORDEN	MÉTODO MEDIANTE EL QUE FUE REGISTRADA	NÚMERO DE ESPECIES	PORCENTAJE
1	Passeriformes	EM, PC, TR, RA	69	40.588
2	Accipitriformes	EM, PC, TR	19	11.176
3	Charadriiformes	EM, PC, TR	18	10.588
4	Pelecaniformes	EM, PC, TR	13	7.647
5	Apodiformes	EM, PC, TR, RA	10	5.882
6	Columbiformes	EM, PC, TR, RA	6	3.529
7	Cuculiformes	EM, PC, TR, RA	5	2.941
8	Falconiformes	EM, PC, TR	5	2.941
9	Caprimulgiformes	PC, TR	4	2.353
10	Psittaciformes	EM, PC, TR	4	2.353
11	Coraciiformes	EM, PC, TR	3	1.765
12	Piciformes	EM, PC, TR, RA	3	1.765
13	Suliformes	EM, PC, TR	3	1.765
14	Anseriformes	EM, PC, TR	2	1.176
15	Galliformes	EM, PC, TR	2	1.176
16	Ciconiiformes	EM, PC, TR	1	0.588
17	Gruiformes	EM, PC, TR	1	0.588
18	Strigiformes	PC, TR	1	0.588
19	Trogoniformes	EM, PC, TR	1	0.588

De las 46 familias registradas durante los muestreos, la más representativa es Accipitridae con 16 especies, seguida por la familia Tyrannidae con 12 especies, Icteridae con 12 especies y Parulidae con diez especies cada una (*Cuadro 75*). Las demás familias presentaron menos de diez especies registradas.

Cuadro 75. Familias y números de especies registradas mediante los diferentes métodos.

NO.	FAMILIA	NÚMERO DE ESPECIES	PORCENTAJE
1	Accipitridae	16	9.412
2	Tyrannidae	12	7.059
3	Icteridae	12	7.059
4	Parulidae	10	5.882
5	Ardeidae	9	5.294
6	Scolopacidae	8	4.706
7	Emberizidae	7	4.118
8	Hirundinidae	7	4.118
9	Trochilidae	7	4.118
10	Cardinalidae	6	3.529
11	Columbidae	6	3.529
12	Cuculidae	5	2.941
13	Falconidae	5	2.941
14	Caprimulgidae	4	2.353
15	Psittacidae	4	2.353
16	Apodidae	3	1.765
17	Charadriidae	3	1.765
18	Laridae	3	1.765
19	Mimidae	3	1.765
20	Picidae	3	1.765
21	Turdidae	3	1.765
22	Alcedinidae	2	1.176
23	Anatidae	2	1.176
24	Cathartidae	2	1.176
25	Fringillidae	2	1.176
26	Pelecanidae	2	1.176
27	Poliptilidae	2	1.176
28	Recurvirostridae	2	1.176
29	Threskiornithidae	2	1.176

NO.	FAMILIA	NÚMERO DE ESPECIES	PORCENTAJE
30	Troglodytidae	2	1.176
31	Anhingidae	1	0.588
32	Aramidae	1	0.588
33	Burhinidae	1	0.588
34	Ciconiidae	1	0.588
35	Corvidae	1	0.588
36	Cracidae	1	0.588
37	Fregatidae	1	0.588
38	Jacaniidae	1	0.588
39	Laniidae	1	0.588
40	Momotidae	1	0.588
41	Odontophoridae	1	0.588
42	Pandionidae	1	0.588
43	Phalacrocoracidae	1	0.588
44	Strigidae	1	0.588
45	Trogonidae	1	0.588
46	Vireonidae	1	0.588

Durante los muestreos realizados (estación de monitoreo, redeos, transectos y puntos de conteo) las especies registradas más abundantes ($n \geq 1000$) dentro del área de influencia fueron: el zopilote aura (*Cathartes aura*), el aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*), la gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*), el zopilote común (*Coragyps atratus*), el aguililla ala ancha (*Buteo platypterus*), la fragata magnífica (*Fregata magnificens*), el arrozero americano (*Spiza americana*), la paloma alablanca (*Zenaida asiatica*), la golondrina risquera (*Petrochelidon pyrrhonota*) y el pelicano blanco (*Pelecanus erythrorhynchos*).

Estacionalidad de la avifauna registrada dentro del área de Influencia: De las 170 especies totales registradas durante el trabajo de campo, 95 son residentes permanentes reproductivos, 61 invernantes, 11 son transitorias, 2 son vagrantes y 1 especie es residente de verano, a pesar de ser residente, sus rangos de anidamiento son variables, es decir, no anida exclusivamente en el área de influencia (Cuadro 76).

Cuadro 76. Número de especies residentes y estacionales registradas en el área de influencia.

ESTACIONALIDAD	NÚMERO DE ESPECIES	PORCENTAJE (%)
Residente permanente	95	55,88
Residente de verano	1	0,59
Invernante	61	35,88
Transitorio	11	6,47
Vagrante	2	1,18
Total	170	100

El orden Passeriformes tuvo el mayor número de representantes con 69 especies identificadas. Dentro de este, las familias Tyrannidae, Icteridae y Parulidae tuvieron los números de especies más altos con 12, 12 y 10 especies registradas, respectivamente. Aunque durante el estudio la mayoría de los individuos registrados dentro de este orden son residentes, puede ser considerado como un orden importante ya que durante el otoño puede aportar especies de carácter migratorio. Las aves de las familias Parulidae y Tyrannidae se consideran importantes indicadores de las épocas de fructificación y del inicio del movimiento migratorio.

Los Accipitriformes, orden en el que están incluidas las rapaces diurnas, presentaron 19 especies en el área de influencia. De las cuales, 16 se encuentran dentro de la familia Accipitridae, 2 en la familia Cathartidae y 1 en la familia Pandionidae. Cabe señalar que en la región del Istmo de Tehuantepec convergen todas las rutas de rapaces (y otras aves) migratorias durante el otoño, razón por la cual toda la región es sumamente importante para muchas especies incluidas en este orden.

» **Distribución de la avifauna por tipo de vegetación**

Se detectaron cuatro Unidades Ambientales dentro del área de influencia: Bosque tropical caducifolio, vegetación secundaria de BTC, agropecuario y manglar. Mediante tres de los métodos de muestreo realizados (redeos, transectos y puntos de conteo) se obtuvo información respecto a la distribución de 149 especies totales identificadas en estos hábitats. La mayor riqueza de especies 100, se presentó en la unidad ambiental categorizada como agropecuario, seguido por el bosque tropical caducifolio con 99, el manglar con 93 especies registradas y finalmente la vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio con 81 especies (*Figura 98*).

Cabe señalar que los resultados empleados para este apartado excluyeron los datos obtenidos mediante el método de estación de monitoreo. Dado que en este método se contabilizan todas las aves sobrevolando dentro y/o fuera del área de influencia, los datos no pueden emplearse de manera puntual en una única unidad ambiental. Es por esto que el total de especies reportadas en la *Figura 98* excluye las 21 especies registradas mediante la estación de monitoreo.

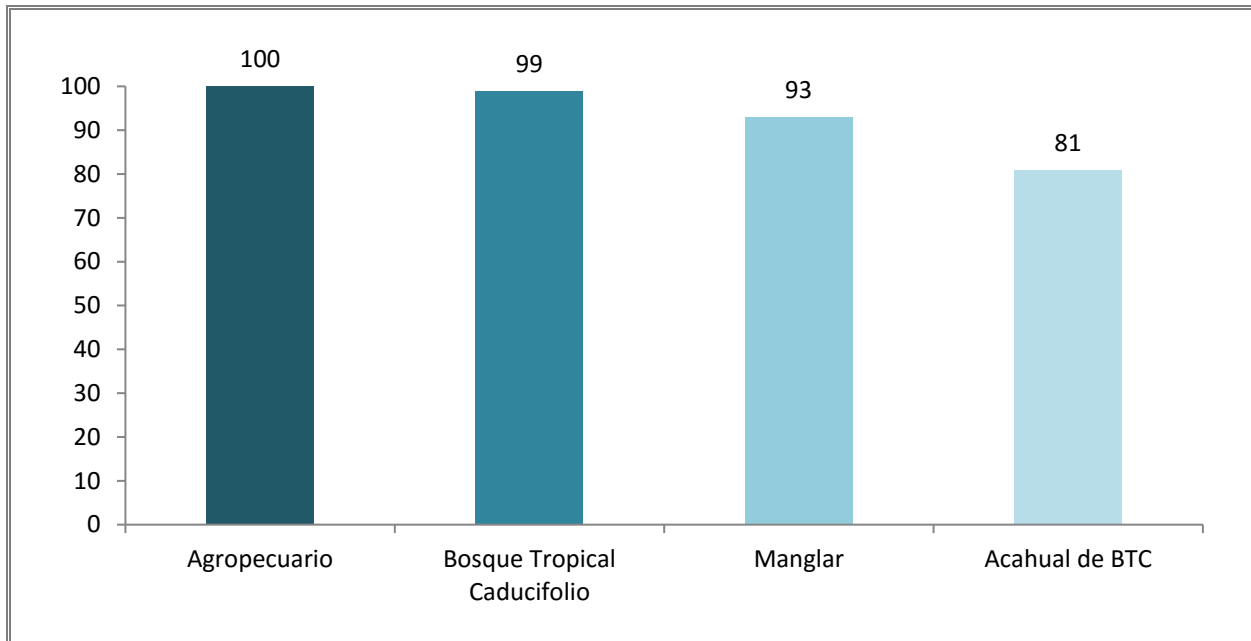


Figura 98. Número de especies por unidad ambiental registradas en el área de influencia.

» Aves con importancia económica

Del total de especies registradas en el estudio, 32 son consideradas como susceptibles de algún tipo de aprovechamiento según la Guía de aves canoras y de ornato (INE-CONABIO, 1997) y su captura está permitida durante determinados periodos a lo largo del año (*Cuadro 77*). Cabe mencionar que además de las especies enlistadas se tiene conocimiento de la explotación de dos más que no están citadas en la Guía de aves canoras: la chachalaca pálida (*Ortalis poliocephala*) y la codorniz cotuí (*Colinus virginianus*), que son cazadas para alimentación de los pobladores de la localidad.

Cuadro 77. Especies residentes y estacionales registradas en el área de influencia, susceptibles de algún tipo de aprovechamiento.

NO.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	IMPORTANCIA ECONÓMICA	ESTACIONALIDAD	NOM-059-SEMARNAT-2010	
1	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	Caza deportiva Alimentación	Residente		
2	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alablanca	Caza deportiva Alimentación	Residente		
3	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	Caza deportiva Alimentación	Invernante		
4	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	Caza deportiva Alimentación	Residente		
5	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	Caza deportiva Alimentación	Residente		
6	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Ornato	Residente	Pr	No endémica
7	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Ornato	Residente	Pr	No endémica
8	<i>Amazona autumnalis</i>	Loro cachete amarillo	Ornato	Residente		
9	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca hermosa cara blanca	Ornato	Residente		
10	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Swainson	Ornato	Transitorio		
11	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo pardo	Ornato	Residente		
12	<i>Turdus rufopalliatu</i>	Zorzal dorsirrufo	Ornato	Residente		
13	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	Ornato	Residente		
14	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	Ornato	Residente		
15	<i>Setophaga ruticilla</i>	Chipe flameanta	Ornato	Invernante		
16	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	Ornato	Residente		
17	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín	Ornato	Invernante		
18	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo pecho rosa	Ornato	Invernante		
19	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	Ornato	Residente		
20	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	Ornato	Invernante		
21	<i>Passerina leclancherii</i>	Colorín pecho naranja	Ornato	Residente		
22	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	Ornato	Invernante	Pr	No endémica
23	<i>Spiza americana</i>	Arrocero americano	Ornato	Invernante		
24	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	Ornato	Residente		
25	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	Ornato	Residente		
26	<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño	Ornato	Invernante		

NO.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	IMPORTANCIA ECONÓMICA	ESTACIONALIDAD	NOM-059-SEMARNAT-2010	
27	<i>Icterus pectoralis</i>	Bolsero pecho manchado	Ornato	Residente		
28	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	Ornato	Residente		
29	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de Baltimore	Ornato	Invernante		
30	<i>Cassiculus melanicterus</i>	Cacique mexicano	Ornato	Residente		
31	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	Ornato	Residente		
32	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico	Ornato	Residente		

» Estado de protección

De las 170 especies de aves registradas dentro del área de influencia, veinte están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la *Figura 99* se muestra el número de especies bajo conservación que se registraron en las cuatro unidades ambientales predominantes. Dentro de la categoría en peligro de extinción encontramos al zacatonero istmeño (*Peucaea sumichrasti*), especie endémica registrada en las cuatro unidades ambientales. Las especies que se encuentran en la categoría de amenazada son el carao (*Aramus guarauna*), el halcón fajado (*Falco femoralis*) y el perico mexicano (*Psittacara strenuus*). Finalmente, dentro de las especies sujetas a protección especial encontramos siete especies residentes, seis invernantes y tres transitorias, todas registradas en por lo menos dos unidades ambientales (*Cuadro 78*).

Cuadro 78. Especies residentes y estacionales registradas en el área de influencia durante el estudio.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	HÁBITOS	ESTACIONALIDAD	NOM-059-SEMARNAT-2010	
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Acuática	Invernante	Pr	No endémica
<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	Acuática	Residente	Pr	No endémica
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico gancho	Rapaz	Residente	Pr	No endémica
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Rapaz	Residente	Pr	No endémica
<i>Ictinia mississippiensis</i>	Milano de Mississipi	Rapaz	Transitorio	Pr	No endémica
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho rufo	Rapaz	Invernante	Pr	No endémica
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Rapaz	Invernante	Pr	No endémica
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Rapaz	Residente	Pr	No endémica
<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla ala ancha	Rapaz	Transitorio	Pr	No endémica

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	HÁBITOS	ESTACIONALIDAD	NOM-059-SEMARNAT-2010	
				Pr	No endémica
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Rapaz	Transitorio	Pr	No endémica
<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Rapaz	Residente	Pr	No endémica
<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Rapaz	Invernante	Pr	No endémica
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Rapaz	Invernante	Pr	No endémica
<i>Aratinga canicularis</i>	Perico frente naranja	Terrestre	Residente	Pr	No endémica
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Terrestre	Residente	Pr	No endémica
<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	Terrestre	Invernante	Pr	No endémica
<i>Aramus guarauna</i>	Carao	Acuática	Residente	A	No endémica
<i>Falco femoralis</i>	Halcón fajado	Rapaz	Residente	A	No endémica
<i>Psittacara holochlorus</i>	Perico mexicano	Terrestre	Residente	A	No endémica
<i>Peucaea sumichrasti</i>	Zacatonero istmeño	Terrestre	Residente	P	Endémica

A: Amenazada, Pr: Protección especial, P: Peligro de extinción.

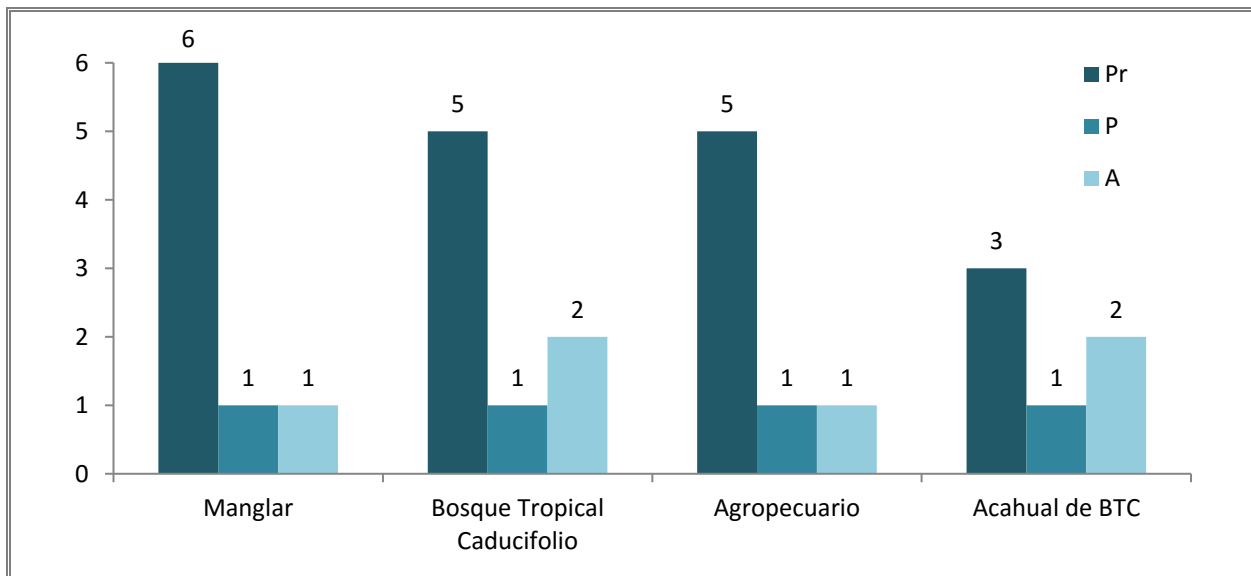


Figura 99. Número de especies por unidad ambiental con estatus de conservación registradas mediante los muestreos. (A: Amenazada, Pr: Protección especial, P: Peligro de extinción). No se incluyen las especies registradas mediante el método de Estación de Monitoreo.

En el Cuadro 79, se presentan las especies, registradas en el área de influencia, que se encuentran en algún Apéndice del CITES (UNEP-WCMC 2015), asimismo se presentan las especies consideradas en algún estatus de riesgo de acuerdo a las Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN, Versión 2014.3 (UICN, 2014).

Cuadro 79. Especies registradas en el área de influencia enlistadas en alguna categoría de riesgo según CITES (2015) y UICN (2014).

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTACIONALIDAD	CITES1	UICN2
<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz cotuí	Residente		NT
<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	Residente		NT
<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador	Invernante	II	LC
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico gancho	Residente	II	LC
<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca	Residente	II	LC
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Residente	II	LC
<i>Ictinia mississippiensis</i>	Milano de Mississipi	Transitorio	II	LC
<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	Invernante	II	LC
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho rufo	Invernante	II	LC
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Invernante	II	LC
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Residente	II	LC
<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	Residente	II	LC
<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla ala ancha	Transitorio	II	LC
<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	Residente	II	LC
<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	Residente	II	LC
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Transitorio	II	LC
<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Residente	II	LC
<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Invernante	II	LC
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	Invernante	II	LC
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajeño	Residente	II	LC
<i>Calothorax pulcher</i>	Colibrí oaxaqueño	Residente	II	LC
<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	Invernante	II	LC
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda de Canivet	Residente	II	LC
<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	Residente	II	LC
<i>Campylopterus hemileucurus</i>	Fandanguero morado	Residente	II	LC
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	Residente	II	LC
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	Residente	II	LC
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	Invernante	II	LC
<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón	Invernante	II	LC
<i>Falco femoralis</i>	Halcón fajado	Residente	II	LC
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Invernante	I	LC
<i>Aratinga holochlora</i>	Perico mexicano	Residente	II	LC
<i>Aratinga canicularis</i>	Perico frente naranja	Residente	II	LC

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTACIONALIDAD	CITES1	UICN2
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Residente	II	LC
<i>Amazona autumnalis</i>	Loro cachete amarillo	Residente	II	LC
<i>Contopus cooperi</i>	Pibí boreal	Transitorio		NT
<i>Peucaea sumichrasti</i>	Zacatonero istmeño	Residente		NT
<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	Invernante		NT

¹CITES: Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción; apéndice II se incluyen 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; y apéndice III se incluyen 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.²UICN: Extinta (EX); extinta en estado silvestre (EW); en peligro crítico (CR); en peligro (EN); vulnerable (VU), casi amenazada (NT); preocupación menor (LC) y datos insuficientes (DD) y no evaluado (NE).

» Identificación de rutas migratorias en el área de influencia

- Estación de Conteo de Aves Migratorias

Durante el estudio realizado para el Banco Mundial (INECOL, 2009) se logró la ubicación de tres rutas de vuelo de aves planeadoras y acuáticas (*Cuadro 80*). En una de estas se registraron individuos de gaviota (*Leucophaeus sp.*). Además de lo anterior cabe mencionar que dicha ruta se detectó a 5.4 km aproximadamente del área de influencia por lo que la instalación de la central eoloeléctrica no representaría peligro alguno para esta especie.

También se observaron rutas de grandes planeadoras (*Pelecanus erythrorhynchos*, *Mycteria americana*, *Cathartes aura* y *Buteo spp*), en las que el zopilote aura (*Cathartes aura*) fue el ave rapaz más abundante durante las temporadas de primavera y otoño. Al igual que con la ruta seguida por las gaviotas, la construcción de la central eoloeléctrica no parece representar ningún riesgo de colisión debido a que se encuentra en la parte sureste dentro del área de influencia, dicha zona presentará poca presencia de aerogeneradores.

Cuadro 80. Especies de aves planeadoras y acuáticas registradas en el estudio para el Banco Mundial (2009).

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HÁBITOS	NOM-059-SEMARNAT-20101		UICN2	CITES3
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelicano blanco	Acuática			LC	
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Acuática	Pr	No endémica	LC	
<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador	Rapaz			LC	II
<i>Ictinia mississippiensis</i>	Milano de Mississipi	Rapaz	Pr	No endémica	LC	II
<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	Rapaz			LC	II
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho-rufo	Rapaz	Pr	No endémica	LC	II

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HÁBITOS	NOM-059-SEMARNAT-20101		UICN2	CITES3
			Pr	No endémica		
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Rapaz	Pr	No endémica	LC	II
<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla ala-ancha	Rapaz	Pr	No endémica	LC	II
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Rapaz	Pr	No endémica	LC	II
<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Rapaz	Pr	No endémica	LC	II
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola-roja	Rapaz			LC	II

¹NOM-059-SEMARNAT-2010: Probablemente extinta en el medio silvestre (E); en peligro de extinción (P); amenazada (A) y sujeta a protección especial (Pr).²UICN: Extinta (EX); extinta en estado silvestre (EW); en peligro crítico (CR); en peligro (EN); vulnerable (VU), casi amenazada (NT); preocupación menor (LC) y datos insuficientes (DD) y no evaluado (NE).³CITES: Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción; apéndice II se incluyen 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; y apéndice III se incluyen 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.

» Radar

A través del método de radar ornitológico se realizaron observaciones los días 01 de octubre al 03 de noviembre de 2011, entre los cuales se sumó un total de 90 horas de observaciones.

Modo Horizontal: Se detectaron un total de 2739 blancos en este modo de operación, La dirección de vuelo promedio de los 2739 blancos fue de 125,3° hacia el sureste (*Figura 100*); con una concentración media de los blancos alrededor de esa dirección ($r = 0,87$).

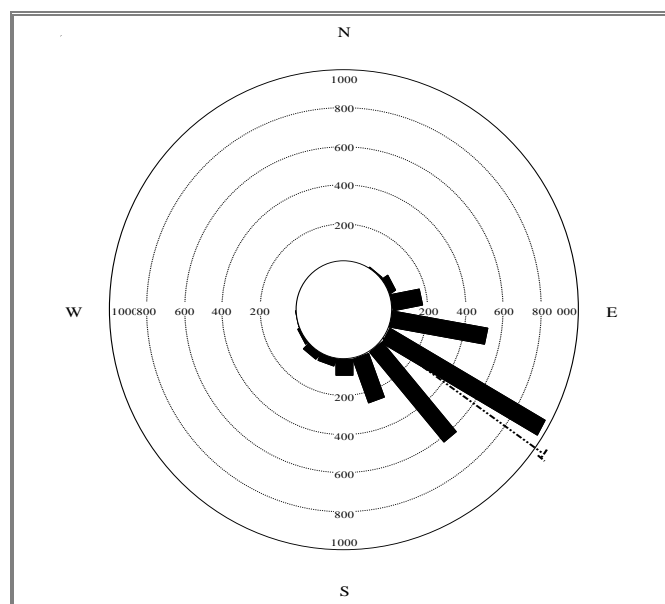


Figura 100. Direcciones de vuelo de los blancos detectados durante el monitoreo nocturno en el área de influencia del Proyecto Eólico EcoWind. Otoño 2011.

En esta temporada las aves se dirigen hacia el sur en busca de alimento y refugio, ya que el invierno en Norteamérica es muy severo agotando las fuentes de alimento para la avifauna que habita dicha región; razón por la cual especies de aves rapaces, passerinas y acuáticas migran hacia centro y Sudamérica donde encuentran las condiciones propicias para sobrevivir durante la temporada de invierno y posteriormente regresar en primavera a sus sitios de reproducción en Norteamérica. Los blancos observados en nuestros monitoreos se dirigieron en promedio hacia el suroeste. Típicamente, la migración nocturna inicia cerca la puesta del sol, tiene un pico de intensidad alrededor de la medianoche y declina posteriormente. En esta temporada de otoño se observó un patrón distinto al esperado, con dos picos de actividad migratoria: uno en la segunda sesión (alrededor de las 20 hrs) y otro en la quinta (alrededor de las 23 hrs), declinando posteriormente hasta la TFM promedio mínima, en la última sesión de trabajo *Cuadro 81*.

Cuadro 81. Tasa de flujo migratorio (TFM) por sesión de trabajo.

SESIÓN	TFM PROMEDIO
1	53.0
2	71.1
3	60.6
4	68.2
5	71.7
6	56.6
7	51.3
8	47.7
9	50.2
10	43.4

Modo Vertical: Durante los 10 días de monitoreo se registraron 4419 blancos, Del total de individuos detectados, 2% voló en alturas de riesgo (< 130 metros sobre nivel del suelo; (*Cuadro 82*) y más del 60% lo hizo entre los 200 y 900 msns.

Cuadro 82. Cantidad y porcentaje de individuos detectados por categoría de alturas de vuelo en metros sobre nivel del suelo (msns) en el área de influencia del Proyecto Eólico Ecwind. Otoño 2011.

CATEGORÍA DE ALTURAS (MSNS)	PORCENTAJE DE BLANCOS POR CATEGORÍA
0-100	1.8
101-200	10.5
201-300	20.5
301-400	30.5
401-500	40.3

CATEGORÍA DE ALTURAS (MSNS)	PORCENTAJE DE BLANCOS POR CATEGORÍA
501-600	49.2
601-700	58.6
701-800	67.4
801-900	75.4
900-1000	83
1001-1001	89.1
1100-1200	93.6
1201-1300	97.4
1301-1400	99.4
1401-1500	100

Por otro lado, el promedio de alturas de vuelo de los grupos registrados fue de 634 msns (*Figura 101*). El 40,3% de los blancos vuela por debajo de 500msns, por lo que la mayor concentración de la actividad migratoria ocurre por arriba de esa altura y sólo el 2% lo hace por debajo de 130 metros que se consideran alturas de vuelo de riesgo.

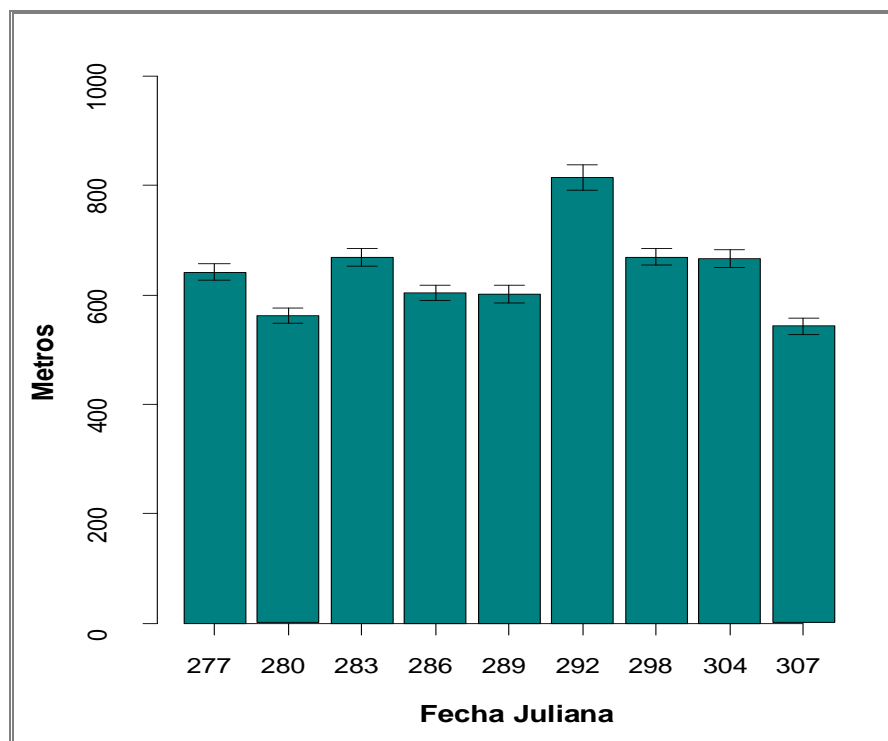


Figura 101. Alturas de vuelo por noche de trabajo. Fecha juliana 277= 04 de octubre y 307= 03 de noviembre. Otoño 2011.

» Descripción de rutas migratorias en el área de influencia

De acuerdo al estudio de INECOL (2011) de rutas migratorias, dentro del área de influencia se detectó una ruta utilizada por aves denominadas grandes planeadoras y una ruta considerada como ocasional ya que no presentó un flujo migratorio constante de aves, esta última ruta es utilizada por aves rapaces en forma intermitente (*Figura 102, anexo IV.11.1*), quizá cuando las condiciones climáticas son adversas en sus rutas que pasan en la parte norte del Istmo.

Debido a la cercanía del predio con una zona marina y presencia de manglar (*Conocarpus erectus*), dichas rutas forman parte importante de un corredor migratorio de aves Accipitriformes y Passeriformes, podemos considerarlo como una zona de transición, que dado su buen grado de conservación, es empleado como sitio de descanso, alimentación y corredor de aves marinas, acuáticas y terrestres. Este uso, como zona de “stopover” (donde las aves se detienen a descansar brevemente de su recorrido y alimentarse con el fin de tener la suficiente energía para continuarlo de manera exitosa) le confiere al sitio una gran importancia para la avifauna migratoria terrestre y marina que converge en la zona. Por tanto, se debe tomar en cuenta que el deterioro y/o remoción del manglar puede ocasionar la dificultad de encontrar zonas adecuadas donde retomar energías para las aves migratorias y con ello comprometer el éxito de sus movimientos migratorios.

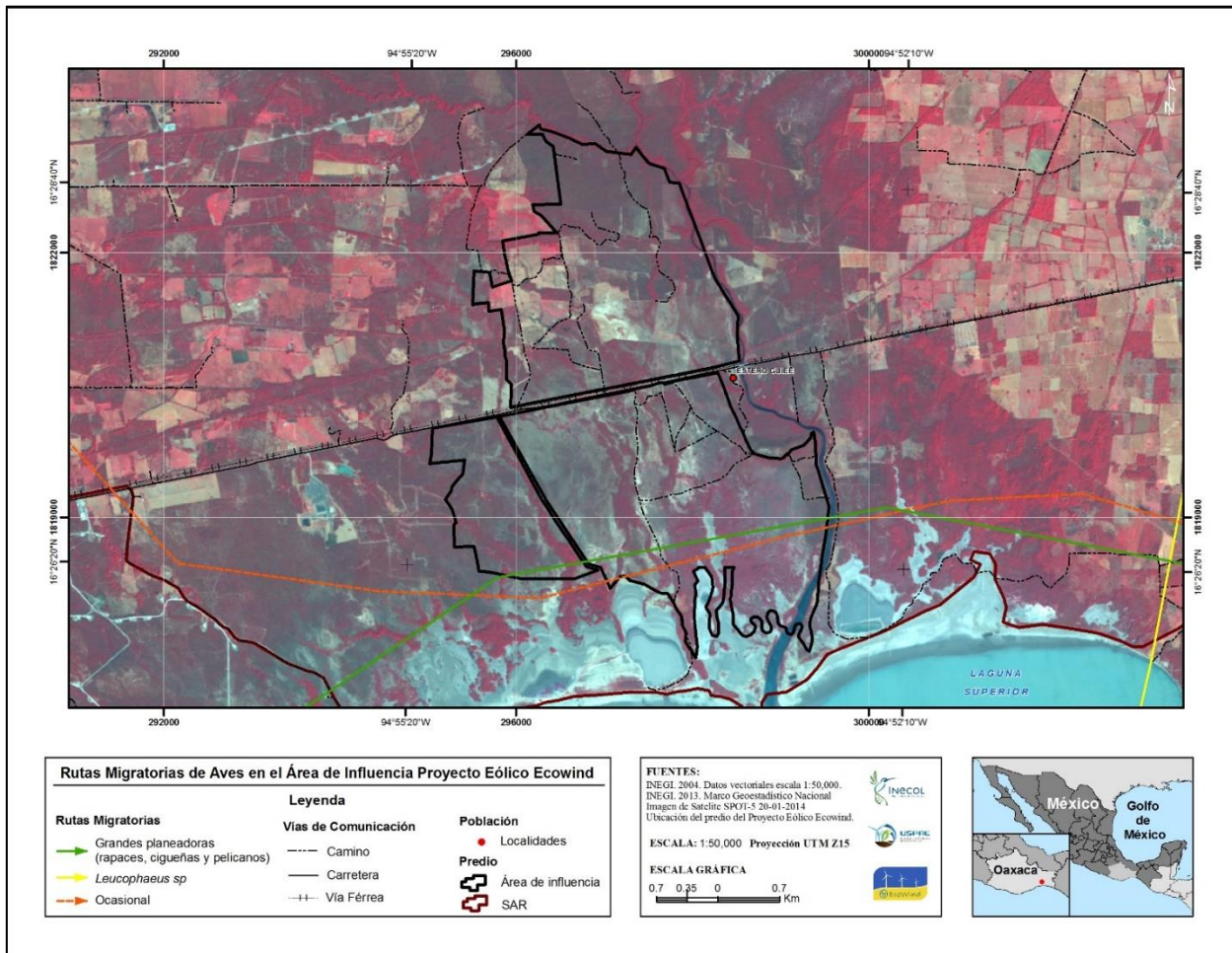


Figura 102. Rutas migratorias dentro del área de influencia identificadas (2011). Discusión

Durante el estudio se registró un total de 170 especies de aves, de estas, únicamente se registró al zacatonero istmeño como especie endémica del Istmo de Tehuantepec.

Se registraron 40 especies bajo algún criterio de conservación: 20 dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, 33 según CITES (UNEP-WCMC 2015) y 5 especies enlistadas en algún criterio de la Lista Roja de la UICN (UICN, 2014). De las especies registradas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cigüeña americana (*Mycteria americana*), el gavilán pecho rufo (*Accipiter striatus*), el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*), el aguililla aura (*Buteo albonotatus*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el colorín sietecolores (*Passerina ciris*) y la garceta rojiza (*Egretta rufescens*) son especies invernantes. Por otra parte, la garceta rojiza, presenta una colonia reproductiva que está presente todo el año en las inmediaciones de la Laguna Superior.

La unidad ambiental con mayor riqueza de especies fue el agropecuario seguido del bosque tropical caducifolio, estas dos unidades fueron las más altas en riqueza de especies ya que existe una transición de especies que se refugian en el denso follaje del bosque tropical caducifolio donde pasan las horas de mayor calor, asimismo les brinda protección contra depredadores, una vez que han pasado las horas más calurosas, las aves salen a forrajear insectos y semillas en la zona agropecuaria (pastizales y campos agrícolas). El manglar es un hábitat muy tolerante a la salinidad y ocupa la zona intermareal cercana a la desembocadura del río el Estero. Posee una productividad primaria muy alta lo que mantiene una compleja red trófica con sitios de anidamiento para aves acuáticas, sirve como un corredor biológico para la fauna en general. La vegetación secundaria de BTC fue la unidad ambiental con menor riqueza de aves, sin embargo funge como hábitat temporal de muchas especies de aves migratorias.

Del total de especies protegidas registradas durante el estudio, las especies más susceptibles de ser afectadas durante la etapa de construcción por disminución de los manchones de bosque tropical caducifolio y VSBTC debida al desmonte son el perico frente naranja (*Eupsittula canicularis*), el loro frente blanca (*Amazona albifrons*), el aguililla caminera (*Buteo magnirostris*), el tecolote bajo (*Glaucidium brasilianum*), el colibrí pico ancho (*Cyanthus latirostris*) y el zacatonero istmeño (*Peucaea sumichrasti*). Cabe indicar que dichos elementos son importantes pues fungen como sitios propicios para el forrajeo, refugio, y potencial sitio de anidación y crianza para el cuclillo terrestre (*Morococcyx erythropygus*) y el trogon citrino (*Trogon citreolus*), aves residentes de la región.

Se debe tener en cuenta que la riqueza de aves en el área de influencia puede variar considerablemente a lo largo del año ya que se ubica dentro de una de las rutas migratorias más importantes del mundo (Zalles y Bildstein, 2000) y en una zona categorizada dentro de las Áreas Endémicas de Aves en el Mundo reconocidas por *BIRDLIFE INTERNATIONAL* (Stattersfield et al, 1998), en la cual convergen todas las rutas migratorias de las aves durante el otoño y por ello forma parte de un corredor de ornitofauna de gran importancia.

Las aves más susceptibles de ser afectadas durante la operación del proyecto, por los aerogeneradores, son el zopilote aura (*Cathartes aura*), el gavilán rastrero (*Circus cyaneus*), el gavilán pecho rufo (*Accipiter striatus*), el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*), el aguililla caminera (*Buteo magnirostris*), el aguililla ala ancha (*Buteo platypterus*), el aguililla de Swainson (*B. swainsoni*), el aguililla cola blanca (*B. albicaudatus*), el caracará quebrantahuesos (*Caracara cheriway*) y el cernícalo americano (*Falco sparverius*), aves rapaces que pueden sobrevolar a alturas de riesgo dentro del área de influencia.

En lo que respecta a la Tasa de Flujo Migratorio por sesión, se observó un comportamiento atípico: en otoño se registraron dos picos de actividad migratoria, el primero alrededor de las 20 horas y otro alrededor de las 23 horas, decreciendo posteriormente. Finalmente, la distribución vertical de los blancos detectados es similar a la observada en otros monitoreos y a la reportada en literatura (Mabee et al. 2006), donde la mayoría vuela arriba de los 200 metros con un porcentaje muy bajo de blancos volando en alturas de riesgo; esto sugiere que aunque muchas aves migratorias nocturnas puedan pasar por el Proyecto Eólico propuesto, pocas de ellas estarían en riesgo de colisión.

Durante el otoño las aves se desplazan hacia sus terrenos donde pasan el invierno en México, Centro y Sudamérica, por lo que se esperaba que esa fuera la dirección de vuelo principal. Durante nuestras observaciones, la dirección de vuelo promedio (μ) fue de 125.3° hacia el sureste con una concentración alta de blancos alrededor de esa dirección ($r = 0,87$).

Por otro lado, es necesario destacar que la cantidad de blancos detectados fue baja, comparada con la cantidad de blancos detectados en monitoreos realizados en la C.E. La Venta II en la temporada de primavera 2011, donde se detectaron más de 100 grupos (INECOL, 2011). Con esto no debe concluirse que el flujo migratorio en el área de influencia es bajo, sino debe ser atribuido a algunos factores, como por ejemplo, la moderada cantidad de blancos detectada se explica por la naturaleza pulsátil de la migración de aves: el flujo migratorio no es constante durante todos los días de la temporada (hay días de flujo intenso y otros de flujo muy bajo), por lo que es posible que esta característica de la migración de aves se haya combinado con alguna de las fechas de trabajo que hayan coincidido días de flujo migratorio débil, debido a que una de las rutas presentes es de carácter intermitente.

En lo que a las alturas de vuelo respecta, es notorio que el promedio de las alturas registradas durante los días de observaciones en el área de influencia es similar al que hemos observado en otros monitoreos realizados en el Istmo de Tehuantepec; pero por otro lado también resalta el hecho de que 1,8% de los blancos/individuos volaron en alturas de riesgo. De tal manera que, aunque los resultados presentados en este reporte muestran que hubo una baja actividad migratoria en el área de influencia, existe un mínimo riesgo de colisiones.

Finalmente, los resultados obtenidos con este método deben ser considerados simplemente como una muestra de lo que ocurre en el área de influencia y sus alrededores más inmediatos. Es necesario recordar que la migración de aves es un fenómeno dinámico en el que están

involucrados seres vivos que son afectados por factores externos, por lo cual todas sus características (las fechas en que ocurre, su intensidad, rutas y alturas de vuelo), pueden variar en diferente medida incluso anualmente.

- **Mastofauna**

Esta sección muestra la información en dos bloques, el primero los mamíferos voladores (murciélagos) y el segundo mamíferos no voladores. Se maneja esta división ya que debido a la naturaleza del Proyecto, los murciélagos al igual que las aves merecen particular atención por las posibles interacciones que se pueden presentar con el proyecto, al utilizar el espacio aéreo donde estén operando los aerogeneradores.

Murciélagos

» Método

Trabajo de Gabinete

Se elaboró una lista de especies de murciélagos con distribución potencial en el área de estudio, para lo cual se revisaron trabajos de Medellín (2008), Ceballos y Oliva (2005), en dichos trabajos se consultó la distribución geográfica de los quirópteros en México.

El estado de protección legal de las especies se analizó con base a la Nom-059-SEMARNAT-2010 y los apéndices de la Conservación sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES por sus siglas en inglés).

— Identificación de especies por grabación

Para el respectivo análisis de las grabaciones, a cada secuencia de un segundo de ecolocación se le realizaron mediciones de (Fi) Frecuencia inicial, (Ff) Frecuencia final, duración, distancia entre cada pulso, (Fc) Frecuencia constante, pico de frecuencia y se observó la forma de los pulsos; esto para la identificación de especies. Se determinó qué tipo de secuencia se encontró ya sea de búsqueda.- Cuando el murciélago está tratando de detectar posibles presas, es cuando generalmente emite pulsos con un ritmo constante; aproximación.- es cuando el murciélago ya ha detectado un objetivo y acelera la emisión de los pulsos o captura.- cuando el murciélago ya ha decidido que el objetivo es una presa capturable y este alcanza una tasa máxima de emisión de pulsos, estos datos pueden ser útiles para determinar el uso del hábitat. La identificación de la especie se realizó en base a referencias bibliográficas sobre el tema; consulta con especialistas

y en la biblioteca de sonidos que se tiene con sonogramas de especies que se distribuyen por la región del Istmo de Tehuantepec. Existen algunos géneros de los cuales no se logró llegar a especie con certeza (e. gr: *Lasiurus*) por lo que se dejó en grupos fonéticos.

Trabajo de campo

Para corroborar la presencia de las especies dentro del área de influencia se emplearon dos métodos, uno directo (capturas de individuos) y uno indirecto (grabaciones ultra-acústicas). Para los muestreos se realizaron visitas en las diferentes unidades ambientales que se identificaron: manglar, zonas agropecuarias, vegetación secundaria y bosque tropical caducifolio, en cada uno de estos sitios se buscaron lugares apropiados para colocar las redes de murciélagos y la realización de transectos de grabación.

Los murciélagos se capturaron con redes de niebla de 33mm de apertura de malla, 2,5 m de alto y seis, 12 m de largo. Las redes se abrieron aproximadamente 15 minutos antes del anochecer y permanecen abiertas en un rango de tres a cinco horas. Colocándose en sitios de paso para los quirópteros como son las veredas creadas por el movimiento constante de ganado; bordes de vegetación y pequeños espacios dentro de los remanentes de vegetación. Se colocaron ocho redes por noche, las cuales fueron revisadas cada 20 minutos. En total se muestrearon durante cinco noches sumando un total de un esfuerzo de redeo de 2 146,5 metros horas red.

A cada murciélago capturado se le identificó a nivel de especie y para lo cual se emplearon las claves de identificación de Medellín y Arita (2008) y Ticul y Álvarez et al, (1999). Además se registró la siguiente información: hora de captura, sexo, estado reproductivo (para machos si presentan los testículos en posición abdominal o escrotal y en las hembras si estaban activas, inactivas, preñadas, lactantes o post-lactantes) y edad (juvenil, sub-adulto o adulto). Se les tomaron medidas correspondientes al antebrazo y el peso.

Posteriormente los murciélagos fueron liberados en el mismo sitio de captura. Al inicio de cada sesión de captura se registraron parámetros climatológicos como son: temperatura ambiental, velocidad del viento, dirección del viento y cobertura del cielo.

Se realizaron sesiones de grabación ultra-acústica ubicando los lugares con alta probabilidad de presencia de murciélagos como lo son cuerpos de agua, bordes de vegetación y se realizaron transectos por áreas abiertas o sobre los caminos de acceso. Las grabaciones se realizaron mediante el sistema de detección ultra-sónica de expansión de tiempo, que permite el muestreo puntual de secuencias breves mediante un convertidor digital/analógico de alta velocidad. Las

secuencias se reprodujeron después a menor velocidad para poder registrarlas en el equipo de audio. Se empleó un detector de ultra-sonidos U-30 (Ultra Sound Advine) conectado a una tarjeta digitalizadora (DAQCars6062e; de National Instruments), la cual opera a una velocidad de muestreo de 333 khz. Mediante el programa Recorder V2.97 (Avisoft) se registró la grabación en formato digital en el disco duro de una computadora portátil (Dell Latitud 2530). En los sitios de grabación se registró la temperatura, velocidad del viento y dirección del viento utilizando un anemómetro portátil marca Skymaster.

Con los detectores de ultra-sonidos, se realizaron transectos de grabación activos uno por noche. Los transectos se iniciaron a las 19:30 hrs aproximadamente. Los transectos consistieron en recorrer un trayecto de un km con grabaciones constantes por una hora aproximadamente. Durante el trayecto se hicieron pausas de cinco minutos en la caminata pero sin detener la grabación. Los transectos semiactivos consistieron en realizar grabaciones de cinco minutos en puntos fijos dispuestos a una distancia de 300 m, estos se realizaron en los sitios donde el camino permitía realizarlos (*Figura 103*).

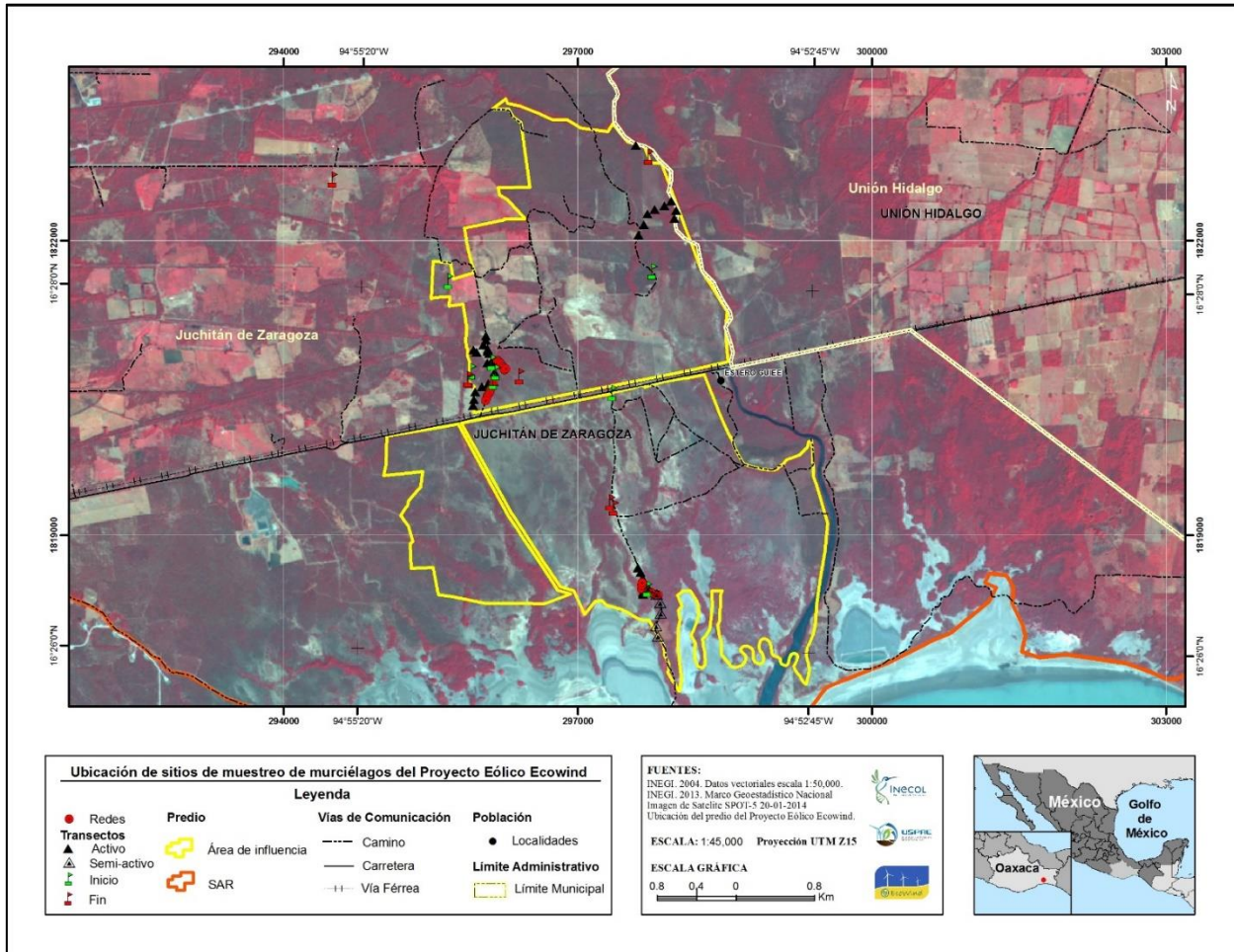


Figura 103.Ubicación de los sitios de muestreo de murciélagos del proyecto Eólico Ecowind.as coordenadas geográficas para cada uno de los sitios de muestreo de murciélagos se muestran en el Cuadro 83,

Cuadro 84 y Anexo IV.13.

Cuadro 83.Coordenadas UTM de las redes de niebla

MÉTODO	COORDENADAS UTM	
	X	Y
REDES DE NIEBLA		
1	296176	1820780
2	296190	1820773
3	296206	1820754
4	296218	1820739
5	296234	1820717
6	296246	1820703
7	296255	1820681

MÉTODO	COORDENADAS UTM	
REDES DE NIEBLA	X	Y
8	296268	1820695
9	296139	1820545
10	296128	1820517
11	296117	1820492
12	296107	1820470
13	296097	1820443
14	296082	1820419
15	296073	1820396
16	296062	1820369
17	297820	1818386
18	297795	1818391
19	297769	1818401
20	297749	1818412
21	297680	1818479
22	297655	1818450
23	297654	1818486
24	297657	1818515

Cuadro 84.Coordenadas UTM de los puntos de detección ultra-acústica

TIPO DE TRANSECTO	MÉTODO DETECCIÓN ULTRA-ACÚSTICA	COORDENADAS UTM	
		X	Y
Activo	1	296145	1820566
Activo	2	296153	1820657
Activo	3	296128	1820766
Activo	4	296086	1820871
Activo	5	296068	1820988
Activo	6	296064	1821030
Activo	1	296145	1820561
Activo	2	296090	1820545
Activo	3	296024	1820511
Activo	4	295955	1820458
Activo	5	295941	1820380
Activo	6	295935	1820319
Activo	1	296127	1820771

TIPO DE TRANSECTO	MÉTODO DETECCIÓN ULTRA-ACÚSTICA	COORDENADAS UTM	
		X	Y
Activo	2	296100	1820850
Activo	3	296086	1820892
Activo	4	296039	1820936
Activo	5	295936	1820888
Activo	6	295969	1820862
Activo	7	296082	1820755
Activo	1	297718	1818449
Activo	2	297673	1818469
Activo	3	297667	1818415
Activo	4	297668	1818395
Activo	5	297690	1818482
Activo	6	297665	1818553
Activo	7	297642	1818617
Activo	8	297615	1818666
Semi-activo	1	335561	1799916
Semi-activo	2	335571	1799724
Semi-activo	3	335567	1799533
Semi-activo	4	335552	1799332
Semi-activo	5	335580	1799154
Semi-activo	6	335647	1798980
Semi-activo	7	335735	1798805
Activo	1	0297986	1822225
Activo	2	0298004	1822307
Activo	3	0297954	1822405
Activo	4	0297884	1822355
Activo	5	0297787	1822318
Activo	6	0297710	1822274
Activo	7	0297674	1822163
Activo	8	0297622	1822056
Activo	9	0297594	1822974

» **Resultados**

Especies con distribución potencial

Como resultado de la revisión bibliográfica se obtuvo un listado de 63 especies con distribución potencial en el área de influencia, agrupadas en siete familias y 38 géneros. Diez de las 63 especies se encuentran protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, seis consideradas como especies amenazadas (A) y cuatro como especies sujetas a protección especial (Pr) Ninguna se encuentra en los apéndices de CITES. El listado de las especies con distribución potencial en el área de estudio se incluye en el Anexo IV-14.

Composición taxonómica de quiróptero fauna

Mediante las dos técnicas utilizadas (captura con redes niebla y detección ultra acústica) métodos utilizados se registró, en el área de influencia del Proyecto un total de 15 especies de murciélagos agrupadas taxonómicamente en cinco familias, cinco subfamilias y once géneros. Tres registros fueron determinados a nivel genérico (*Lasiurus sp.*, *Myotis sp.* y *Glossophaga sp.*). Se registró también un grupo fonético perteneciente a *Lasiurus ega-intermedius*.

Las especies registradas representan el (19,31 %) de las especies que se distribuyen en Oaxaca y 9 (23,80%) de las especies de murciélagos con distribución potencial para el Istmo de Tehuantepec. Las nueve especies se agrupan taxonómicamente en cinco familias y ocho géneros (Cuadro 85).

Cuadro 85.Listado de especies de murciélagos encontradas en el predio del proyecto Eólico Ecowind

FAMILIA	SUBFAMILIA	ESPECIE	MÉTODO	GREMIO	ALTURA DE VUELO
Emballonuridae	Emballonurinae	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Acústico	Insectívoro	Dosel
Mormoopidae		<i>Pteronotus davyii</i>	Acústico	Insectívoro	Cerca del sotobosque
Phyllostomidae	Glossophaginae	<i>Glossophaga commissarissi</i>	Captura	Nectarívoro	Sotobosque
		<i>Glossophaga morenoi</i>	Captura	Nectarívoro	Sotobosque
		<i>Glossophaga soricina</i>	Captura	Nectarívoro	Sotobosque
		<i>Glossophaga sp.</i>	Captura	Nectarívoro	Sotobosque
		<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	Captura	Nectarívoro	Sotobosque
	Stenodermatinae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Captura	Frugívoro	Sotobosque
		<i>Artibeus lituratus</i>	Captura	Frugívoro	Sotobosque
		<i>Sturnira hondurensis</i>	Captura	Frugívoro	Sotobosque

FAMILIA	SUBFAMILIA	ESPECIE	MÉTODO	GREMIO	ALTURA DE VUELO
Vespertilionidae	Vespertilioninae	<i>Lasiurus cinereus</i>	Acústico	Insectívoro	Arriba del dosel
		<i>Lasiurusega-intermedius*</i>	Acústico	Insectívoro	Arriba del dosel
		<i>Lasiurus sp.</i>	Acústico	Insectívoro	Arriba del dosel
		<i>Myotis sp.</i>	Acústico	Insectívoro	Arriba del dosel
		<i>Rhogeessa parvula</i>	Captura	Insectívoro	Cerca del sotobosque
Molossidae	Molossinae	<i>Molossus molossus</i>	Acústico, Captura	Insectívoro	Arriba del dosel
		<i>Molossus sinaloae</i>	Acústico	Insectívoro	Arriba del dosel
		<i>Molossus rufus</i>	Acústico	Insectívoro	Arriba del dosel
		<i>Promops centralis</i>	Acústico	Insectívoro	Arriba del dosel

La familia con mayor riqueza de especies fue Phyllostomidae con siete especies seguida de la familia Molossidae con cuatro especies. La familia Vespertilionidae aportó dos especies mientras que Mormoopidae y Emballonuridae estuvieron representadas solamente por una especie que fue el murciélago de espalda desnuda (*Pteronotus davyi*) y el murciélago sacóptero azulejo (*Balantiopteryx plicata*) respectivamente.

Dentro del contexto del desarrollo eólico, conocer las alturas de vuelo de las diferentes especies de murciélagos tiene gran relevancia, ya que esto determina las posibles interacciones de estos con los aereogeneradores y en cierto grado, los riesgos de colisión de los murciélagos.

En la *Figura 104* se pueden observar las diferentes alturas de vuelo que presentaron las especies de murciélagos reportadas en este estudio. Las especies predominantes son aquellas que vuelan a nivel de sotobosque (0 a 6 metros) principalmente murciélagos frugívoros y nectarívoros de la familia Phyllostomidae, siguiéndole aquellas que forrajean arriba del dosel (arriba de 40 metros) que buscan a sus presas en espacios abiertos pertenecientes a las familias Vespertilionidae y Molossidae; particularmente los géneros *Lasiurus* y *Myotis*. Las especies *Pteronotus davyi* y *Rhogeessa parvula* vuelan de entre los 6 y 12 metros. Finalmente en la categoría denominada “dosel” de entre los 15 a 40 metros, figura el murciélago sacóptero azulejo (*Balantiopteryx plicata*). Las categorías de altura de vuelo para murciélagos son 1) Sotobosque 0-6m, 2) Cerca del Sotobosque 6-15m, 3) Dosel de 15-40m y Arriba del Dosel > 40m.

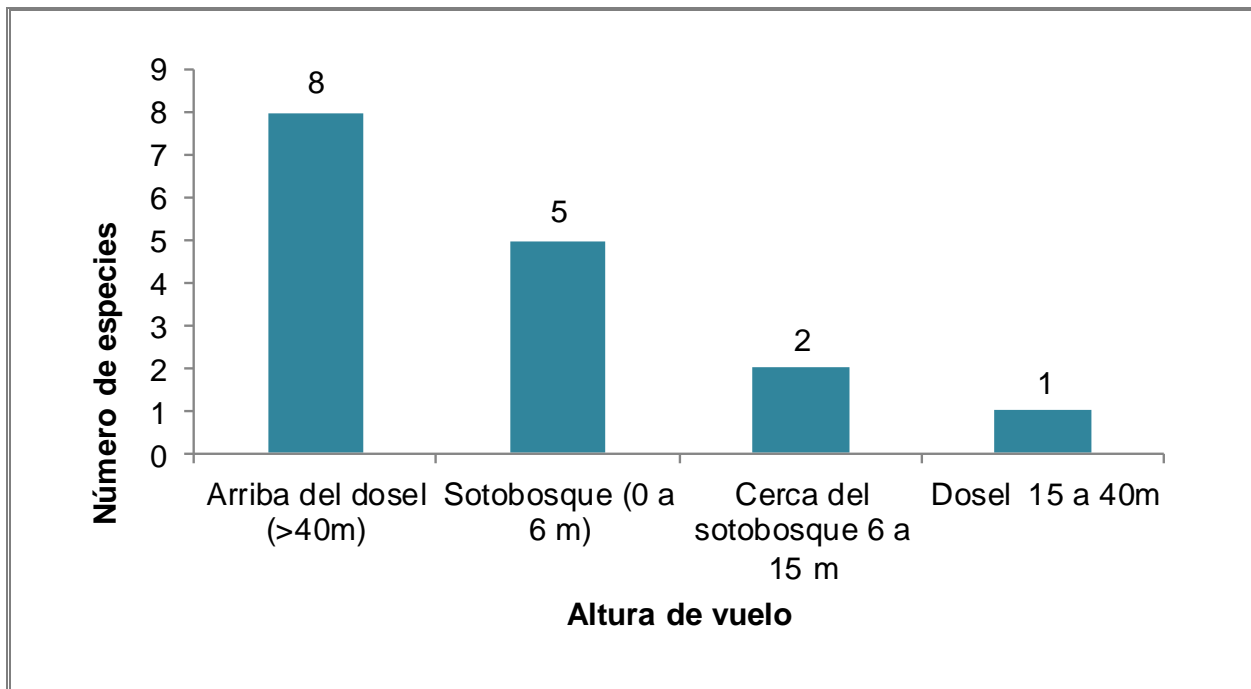


Figura 104. Número de especies de murciélagos por categoría de vuelo dentro del área de influencia.

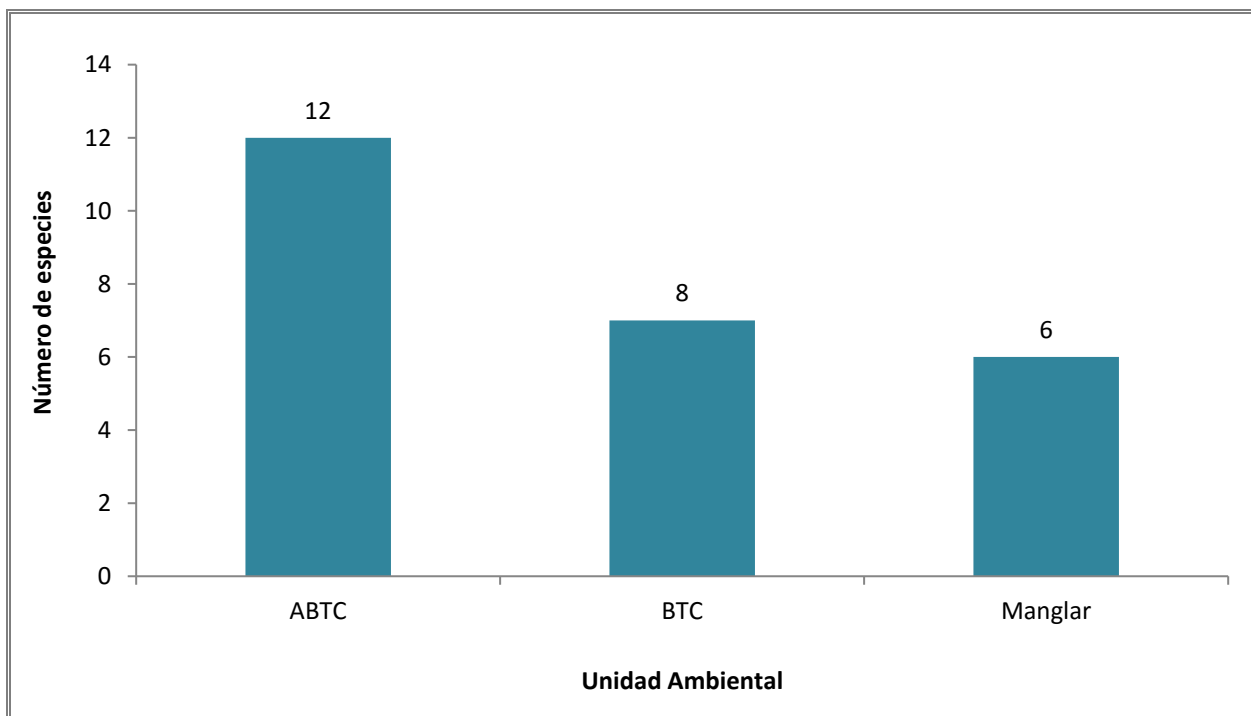


Figura 105.- Número de especies por unidad ambiental

En la *Figura 105* se muestra la incidencia de las especies por unidad ambiental, no contabilizando los registros determinados a nivel genérico y el grupo fonético, La vegetación secundaria (VSBTC) presento el mayor número con 12 seguido del bosque tropical caducifolio (BTC) con ocho y por último el manglar con seis especies.

Captura de murciélagos

Para describir a la comunidad de murciélagos que se distribuyen en el área de influencia se realizaron 19 visitas durante un ciclo anual del mes de octubre de 2011 a agosto de 2012 .El esfuerzo de muestreo generado en total fue de 7980 metros/hora/red.

Se capturó un total de 57 individuos de murciélagos agrupados taxonómicamente en tres familias, cuatro subfamilias, seis géneros y diez especies, un registro quedó determinado a nivel genérico que perteneció a *Glossophaga sp.* (*Cuadro 86*).

Cuadro 86. Especies registradas por el método de captura con redes de niebla.

FAMILIA	SUBFAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	GREMIO
Phyllostomidae	Glossophaginae	<i>Glossophaga commissarissi</i>	Murciélago lengüetón de Comisars	Nectarívoro
		<i>Glossophaga morenoi</i>	Murciélago lengüetón de Xiutepec	Nectarívoro
		<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón de Pallas	Nectarívoro
		<i>Glossophaga sp.</i>	Murciélago lengüetón	Nectarívoro
	Stenodermatinae	<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	Murciélago hocicudo de Curazao	Nectarívoro
		<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero de Jamaica	Frugívoro
		<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero gigante	Frugívoro
	<i>Sturnira hondurensis</i>	Murciélago de charreteras menor	Frugívoro	
Vespertilionidae	Vespertilioninae	<i>Rhogeessa parvula</i>	Murciélago ala amarilla	Insectívoro
Molossidae	Molossinae	<i>Molossus molossus</i>	Murciélago mastín de Pallas	Insectívoro

En el *Cuadro 87* se muestra la abundancia relativa de las especies capturadas. Del total de individuos capturados (n=57) se tiene que las especies: murciélago lengüetón de Xiutepec (*Glossophaga morenoi*); murciélago lengüetón de Pallas (*Glossophaga soricina*) y murciélago hocicudo de Curazao (*Leptonycteris yerbabuena*) fueron las más abundantes. Cinco especies estuvieron representadas por sólo un individuo. Un individuo fue determinado sólo a nivel de género.

Cuadro 87. Abundancia relativa de los individuos capturados

ESPECIE	NO. DE INDIVIDUOS	AR%
<i>Glossophaga morenoi</i>	18	31.58
<i>Glossophaga soricina</i>	16	28.07
<i>Leptonycterys yerbabuena</i>	11	19.30
<i>Artibeus jamaicensis</i>	3	5.26
<i>Artibeus lituratus</i>	4	7.02
<i>Glossophaga commissarissi</i>	1	1.75
<i>Glossophaga sp.</i>	1	1.75
<i>Sturnira hondurensis</i>	1	1.75
<i>Molossus molossus</i>	1	1.75
<i>Rhogeessa parvula</i>	1	1.75
Total	57	100

Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener para la muestra total de murciélagos capturados durante el periodo del estudio. Sólo se utilizaron datos derivados de las capturas con redes de niebla ya que proporcionan los datos de abundancia necesarios para elaborar el análisis.

De acuerdo al intervalo de valores que establece éste índice (1 - 4.5) se obtuvo un valor total moderado de Shannon ($H' = 1.7736$) para la muestra total de individuos capturados. Al analizar los valores de Shannon (H') para las tres unidades ambientales muestreadas se observa en el cuadro 40 que para la vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio (VSBTC) presentó el mayor número de especies e individuos así como el mayor valor de Shannon (H') con 1.7583. El bosque tropical caducifolio (BTC) presentó el menor número de individuos y el valor más bajo de Shannon (H') (Cuadro 88).

Cuadro 88. Número de especies, individuos y Shannon por unidad ambiental

UNIDAD AMBIENTAL	NO. DE ESPECIES	NO. DE INDIVIDUOS	SHANNON H'
VSBTC	8	32	1.7583
Manglar	4	13	1.2659
BTC	4	12	0.9831
Total		57	1.7736*

DetECCIÓN ULTRA-ACÚSTICA

Por medio del método de detección ultra acústica se confirmó la presencia de siete especies, un grupo fonético (*Lasiurus ega-Lasiurus intermedius*), un registro identificado hasta familia (*Vespertilionidae*) y dos registros determinados a nivel de género (*Myotis sp.* y *Lasiurus sp.*)

En el Cuadro 89 se muestra el tipo de secuencias registradas. Estas se dividen en tres tipos (búsqueda, aproximación, captura) esto con el fin de poder determinar el tipo de actividad que el murciélago realiza en un tiempo y espacio determinado.

Se analizaron 542 pulsos de ecolocación de murciélagos. La especie mejor representada fue *Molossus molossus* con 425 secuencias (78.41%), seguido del murciélago mastín Sinaloense con 41 (7.56). En el siguiente Cuadro 89 se puede apreciar con mayor detalle el total de las secuencias analizadas por especie y el tipo de estas, lo cual ayuda a comprender la actividad que se encontraban realizando los murciélagos al momento de grabarlos con el micrófono.

En cuanto al tipo de secuencia que emitieron los murciélagos, el 98.52% (n=534) pertenecen a las secuencias de tipo búsqueda, esto quiere decir que el murciélago se encontraba en búsqueda de alguna presa o ubicándose espacialmente, el 1.10% (n=6) fueron secuencias de aproximación que, como su nombre lo indica, el murciélago habrá percibido alguna presa y 0.36% (n=2) fueron secuencias de captura, esto es cuando el murciélago atrapa su presa. Del total de especies sólo el murciélago mastín de Pallas (*Molossus molossus*) obtuvo secuencias de aproximación y captura el resto sólo reportó secuencias de búsqueda (Cuadro 89) Anexo IV.15.

Cuadro 89. Número de pases de ecolocación por especie y tipo de secuencia

ESPECIE	TOTAL	TIPO DE SECUENCIA		
		BÚSQUEDA	APROXIMACIÓN	CAPTURA
<i>Molossus molossus</i>	425	417	6	2
<i>Molossus sinaloae</i>	41	41	0	0
<i>Promops centralis</i>	27	27	0	0
<i>Myotis sp.</i>	13	13	0	0
<i>Lasiurus ega-intermedius*</i>	12	12	0	0
<i>Balantiopteryx plicata</i>	9	9	0	0
<i>Molossus rufus</i>	7	7	0	0
<i>Lasiurus cinereus</i>	3	3	0	0
<i>Lasiurus sp.</i>	2	2	0	0
<i>Vespertilionidae in certae sedis</i>	2	2	0	0
<i>Pteronotus davyi</i>	1	1	0	0
Total	542	534	6	2

Especies bajo protección

Durante los muestreos realizados dentro del área de influencia el murciélago hocicudo de Curasoe (*Leptonycteris yerbabuena*) se encuentra listado en la categoría de Amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

» **Discusión**

Para el caso de los murciélagos se describió el ensamble de estos por medio de los métodos de captura con redes de niebla y con detección ultra-acústica. Las 15 especies encontradas corresponden, en su mayoría, a lo descrito para otras zonas dentro de la región del Istmo de Tehuantepec, siendo todas especies de amplia distribución dentro de la región.

Con el método ultra-acústico se determinó la presencia de seis especies y dos géneros grupos. Todas las especies detectadas por este método son pertenecientes al gremio de los insectívoros y tienen alturas de vuelo por arriba del dosel lo que dentro del contexto del desarrollo eólico, tiene gran relevancia ya que estas especies de murciélagos, debido a sus hábitos de forrajeo, tienen mayor riesgo de colisión con los aéreo generadores. Entre estas especies se destaca el murciélago de espalda desnuda (*Pteronotus davyi*) que, aunque se considera un insectívoro de follaje, ha sido una de las que más colisiones ha reportado en estudios dentro de otros parques eólicos en la zona del Istmo (Ledec C.G; Rapp W; Aiello G. 2011). Los murciélagos frugívoros debido a sus hábitos de forrajeo son menos propensos a colisionar con los aero generadores, sin embargo se han observados algunas colisiones fatales en otras zonas siendo especies de los géneros *Artibeus spp.*, y *Glossophaga spp.*

Dentro las unidades ambientales muestreadas la vegetación secundaria de BTC presentó la mayor cantidad de registros, aunque los murciélagos siendo un grupo con alta movilidad dentro del paisaje, tendieron a estar presentes en todas de las unidades ambientales siendo esto principalmente para los murciélagos insectívoros de las familias Molossidae, Vespertilionidae y Mormoopidae.

Otros grupos de murciélagos como aquellos pertenecientes a las familias Phyllostomidae estuvieron pobremente representados con sólo dos especies; una explicación a esto puede deberse a la calidad y cantidad del hábitat presente en el área de influencia ya que son especies dependientes de la cobertura vegetal para realizar sus actividades de forrajeo y refugio, condiciones que no se presentan en el área de influencia de esta manera influyendo en su abundancia dentro del área.

- **Mamíferos no voladores**

- » **Método**

Trabajo de gabinete

Se realizó un listado de especies con distribución potencial para el área de influencia excluyendo al orden Chiroptera que comprende a los murciélagos.

Para la realización del listado de especies potenciales se consultó bibliografía especializada (Hall 1982; Ceballos y Oliva 2005; Kays y Wilson 2002; Ceballos y Arroyo Cabrales 2012 y Aranda 2002). También se consultó la base de datos de la colección del Museo de Historia Natural del Instituto Smithsonian (en línea www.mnh.si.edu/mna/). Como información adicional acerca de las especies registradas en la región a través de diversos estudios ambientales realizados por el Instituto de Ecología A.C.

La nomenclatura taxonómica para los mamíferos utilizada en el presente trabajo es la propuesta por Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012).

El estado de protección legal de las especies se analizó con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES por sus siglas en inglés).

Trabajo de campo

Para los muestreos en campo se visitó el área de Influencia durante los años 2011, 2012 y 2015 estableciéndose tres sitios de muestreo que representaban las diferentes unidades ambientales (tipos de vegetación y uso de suelo) presentes en el área del proyecto.

Para la corroboración de las especies de mamíferos no voladores se utilizaron distintas técnicas que nos permitieron estimar la riqueza de especies del sitio y en la medida de lo posible su abundancia relativa. Se emplearon diversos métodos directos e indirectos.

Los métodos directos son aquellos que nos permiten la observación directa del animal ya sea por captura (trampas Sherman, Tomahawk y Fototrampas) mientras que los métodos indirectos consisten en la detección de rastros como huellas, excretas, rascaderas, madrigueras, vocalizaciones entre otros (Aranda 2000).

Para mamíferos pequeños (roedores, marsupiales y musarañas) se establecieron siete transectos de 50 trampas cada una las diferentes unidades ambientales establecidas dentro del polígono del proyecto (*Cuadro 90*). Las trampas fueron colocadas de manera lineal con una separación de 10 m entre ellas. Las trampas se pusieron al atardecer y se cebaron con una mezcla de avena y extracto de vainilla; posteriormente fueron revisadas al amanecer y se dejaron por tres noches consecutivas para obtener datos de captura-recaptura. El esfuerzo de muestreo fue de 1050 trampas/21 noches.

Para mamíferos de talla mediana se utilizaron dos trampas Tomahawk por unidad ambiental. Las trampas Tomahawk se cebaron con sardina y plátano. En sumatoria se utilizaron once trampas respectivamente en las tres estaciones de trampeo seleccionadas dando como resultado un esfuerzo de muestreo acumulado de 33 trampas/ noche.

Tanto las trampas Tomahawk y Sherman se colocaron sobre senderos y zonas con posible actividad animal y fueron activadas al atardecer y revisadas al amanecer, de igual manera se dejaron tres noches consecutivas en cada sitio.

Todos los individuos capturados se determinaron a nivel de especie por medio de guías de campo especializadas. Una vez identificados estos fueron liberados en el mismo sitio de captura.

Dentro de los sitios de trampeo se ubicaron dos cámaras trampas separadas a una distancia mínima de 300 m. El esfuerzo de muestreo acumulado fue 6 trampas/nueve noches

De manera complementaria se realizaron nueve transectos de observación para el registro de las especies de mamíferos. Estos fueron establecidos en las diferentes unidades ambientales (tipos de vegetación). Cada recorrido que se llevó a cabo tuvo una duración de dos horas durante los cuales se detectó la presencia de algunos individuos por observación directa y detección de rastros los cuales fueron identificados con ayuda de la guía de Aranda (2000). En el *Cuadro 90* se muestran las coordenadas de los muestreos de mamíferos no voladores dentro del Área de influencia (*Anexo IV.16*).

Cuadro 90.Coordenadas UTM de los sitios de muestreo

MÉTODO	COORDENADAS UTM			
	INICIO		FINAL	
TRANSECTOS OBSERVACIÓN	X	Y	X	Y
1	0296143	1820564	0295903	1820580
2	0296173	1820660	0296413	1820615
3	0296130	1820759		
4	0297718	1818449	02973362	1819332
5	0297718	1818449	02973362	1819332
6	0295926	1820668	0295886	1820591
7	297362	1820448	297376	1819279
8	295687	1821588	2945071	1822626
9	297769	1821686	2977301	1822858
Trampas Tomahawk	X		Y	
1	297720		1821468	
2	295887		1820692	
3	296198		1820538	
4	296184		1820561	
5	296187		1820704	
6	297409		1820018	
7	297422		1820067	
8	295674		1821455	
9	295554		1821418	
10	297736		1821707	
11	297237		1821711	
Fototrampas	X		Y	
1	297720		1821468	
2	297772		1822231	
3	297743		1822313	
4	295886		1820591	
5	295887		1820692	
6	296173		1820770	
Trampas Sherman	X	Y	X	Y
1	297731	1821469	0297624	1822052
2	296139	1820598	0296413	1820615
3	296158	1820606	0296192	1820715

MÉTODO	COORDENADAS UTM			
	INICIO		FINAL	
TRANSECTOS OBSERVACIÓN	X	Y	X	Y
4	295870	1820824	0295912	1820610
5	29737	1820032	297431	1819745
6	297363	1820007	297290	1820250
7	295687	1821588	295502	1821491

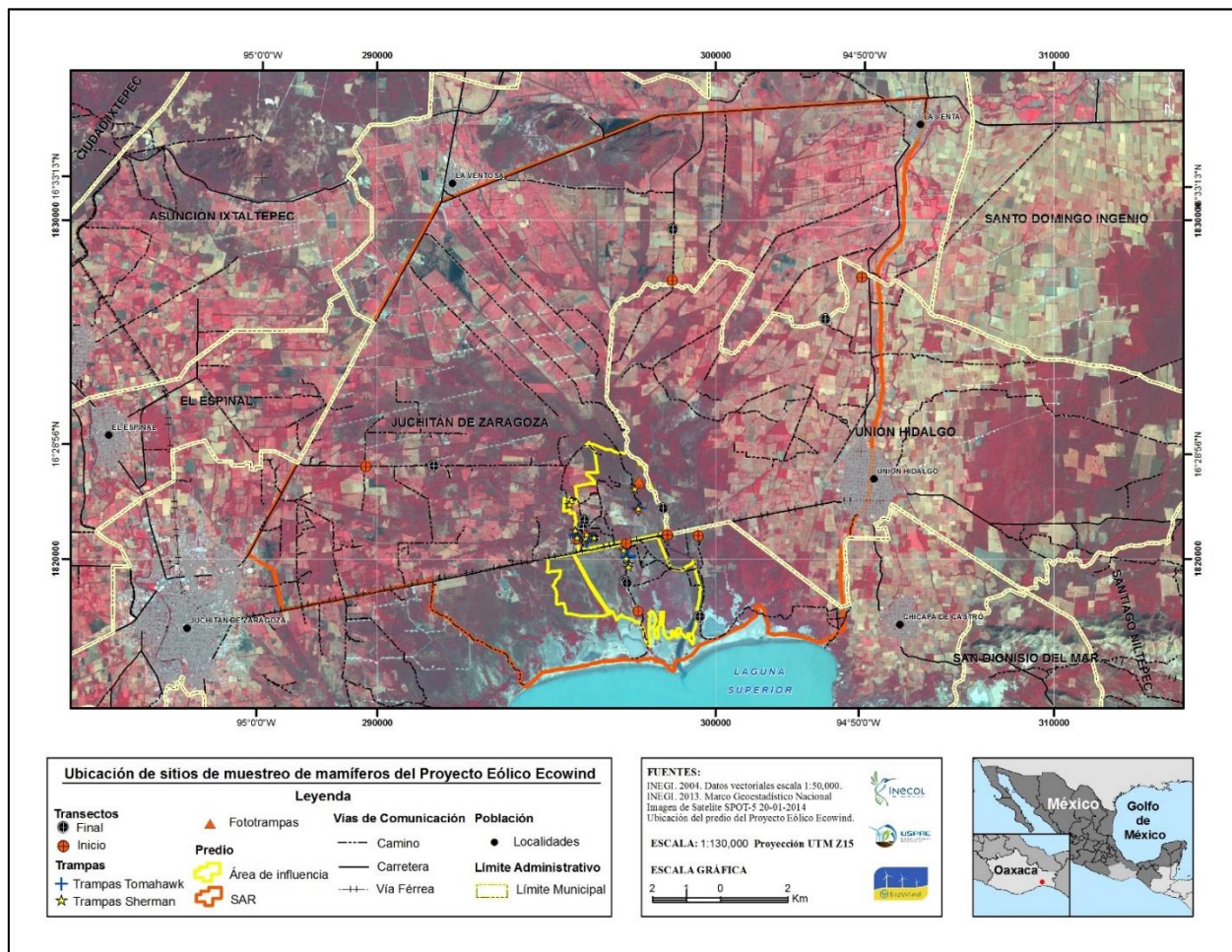


Figura 106. Coordenadas de los muestreos de mamíferos no voladores dentro del Área de influencia. Resultados

Especies con distribución potencial

La revisión y análisis de la bibliografía, dio como resultado un listado de mamíferos con distribución potencial en el área de influencia de 55 especies, agrupadas en ocho órdenes, 16 familias y 46 géneros. Catorce de las 55 especies se encuentran protegidas por la NOM-059-

SEMARNAT-2010, cinco consideradas como especies en peligro de extinción (P), seis como amenazadas (A) y dos como especies sujetas a protección especial (Pr). Entre las especies listadas se encuentran dos endémicas. Seis especies se encuentran en los apéndices del CITES, cuatro en el apéndice I y dos en el apéndice II. El listado de especies con distribución potencial en el área de influencia se presenta en el *Anexo IV-17*.

Composición taxonómica de las especies registradas

Como resultado de los muestreos realizados en el área de influencia del proyecto se registró una mastofauna compuesta por 16 especies, 15 géneros, nueve familias y cinco órdenes. Los 16 mamíferos registrados representan el 29,09% de las 55 especies con distribución potencial en la zona (*Cuadro 91*).

Cuadro 91. Número de especies registradas y especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 por orden respecto a las especies potenciales

ORDEN	ESPECIES		PRESENTES EN LA NOM-059 2010	
	POTENCIALES	REGISTRADAS	ESPERADAS	REGISTRADAS
Didelphimorphia	5	3	0	0
Cingulata	1	1	0	0
Pilosa	1	0	1	0
Soricomorpha	1	0	0	0
Carnivora	18	7	8	2
Artiodactyla	3	1	0	0
Rodentia	23	3	3	0
Lagomorpha	2	1	1	0
Perissodactyla	1	0	1	0
Total	55	16	14	2

Riqueza de especies

Se registró, por medio de los métodos directos e indirectos, un total de 65 individuos de mamíferos silvestres no voladores; agrupados taxonómicamente en cinco ordenes, diez familias, 16 géneros y 17 especies (*Cuadro 92*). El orden con mayor riqueza de especies fue Carnivora (carnívoros) con siete especies, las cuales fueron registradas por avistamientos directos, huellas, excretas.

El orden Rodentia (roedores) obtuvo cuatro especies (*Sciurus aureogaster*, *Liomys pictus*, *Baiomys musculus* y *Rattus norvegicus*) mientras que el orden Didelphimorphia (Marsupiales americanos) registró tres especies: el Tlacuache cara blanca (*Didelphis virginiana*), el tlacuache común (*Didelphis marsupialis*) y al ratón tlacuache (*Tlacuatzin canescens*) de los cuales fueron capturados en trampas, observados y registrados por medio de huellas. EL orden Lagomorpha y Artiodactyla reportaron respectivamente una especie: el conejo (*Sylvilagus floridanus*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginiana*) respectivamente. En la *Figura 107* se muestra el porcentaje de especies por orden.

Cuadro 92.Listado de especies de mamíferos no voladores presentes en el área influencia

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	UNIDAD AMBIENTAL	TIPO DE REGISTRO
Didelphimorphia	Marmosidae	<i>Tlacuatzin canescens</i>	Ratón tlacuache	ABTC	Obs
	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache común	ABTC, BTC	C
		<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache cachetes blancos	ABTC, M	C
		<i>Didelphis sp.</i>	Tlacuache común	ABTC, M	H
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Toche	BTC, ACBT, A	Obs, H
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	BTC, M	Ex, Vo
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	BTC, A, M	Ex, H, Obs
	Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo cadeno	BTC	Obs
		<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado	BTC, M	Obs
	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	BTC, ABTC, M	H
		<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Cacomixtle	ABTC	Obs
	Felidae	<i>Puma jaguaroundi</i>	Gato montés	BTC	Obs
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	BTC	Obs
	Heteromyidae	<i>Liomys pictus</i>	Ratón de abazón	ABTC	C
	Cricetidae	<i>Baiomys musculus</i>	Ratón pigmeo del sur	ABTC	C
	Muridae	<i>Rattus norvegicus</i>	Rata noruega	ABTC	C
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	BTC, A	H
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	BTC, M	Obs
BTC: Bosque tropical caducifolio; ABTC: Vegetación secundaria; A: Agropecuario; M: Manglar. Obs: Observación directa; H: Huellas; C: Captura; Ex: Excreta; Vo: Vocalización					

La unidad ambiental de bosque tropical caducifolio (BTC) presentó la mayor riqueza de especies con 12, seguida de vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio (VSBTC) con ocho, el manglar con cinco y finalmente el agropecuario registró solo tres (*Figura 108*).

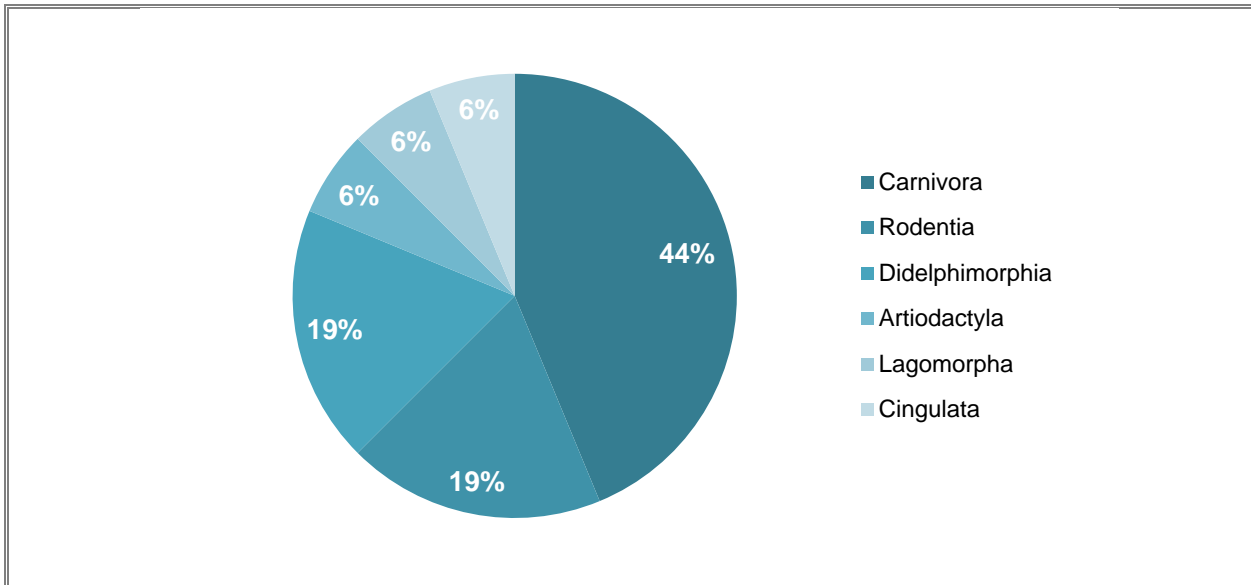


Figura 107. Porcentaje de especies por orden

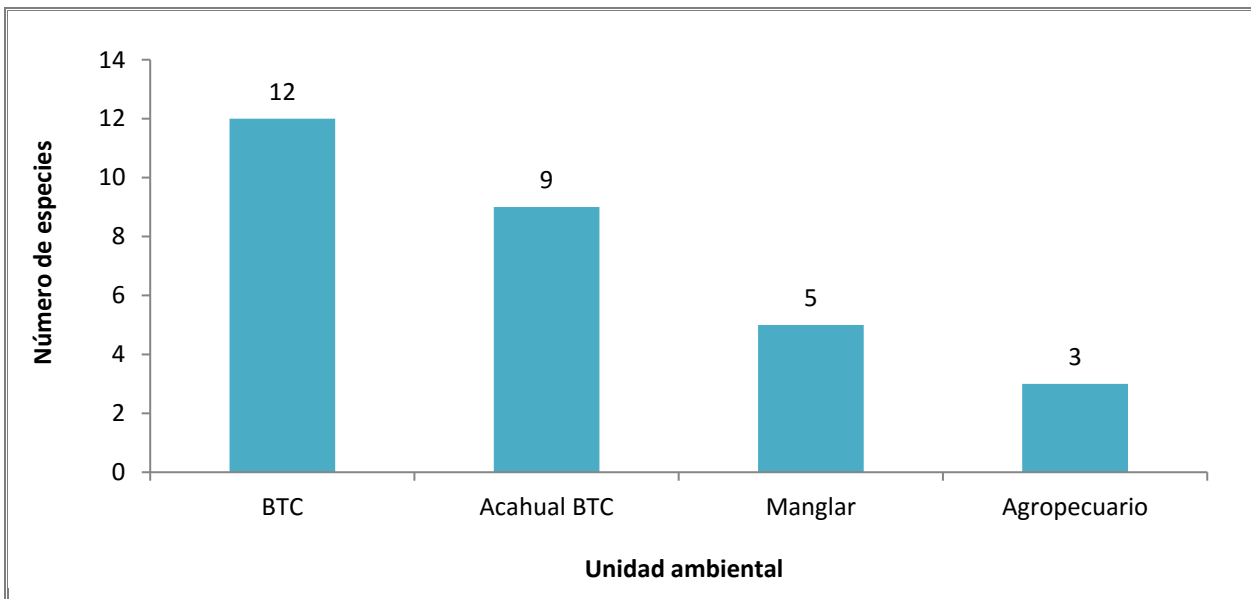


Figura 108. Número de especies por unidad ambiental

En el Cuadro 93 se muestra los índices de diversidad de Shannon (H') para el total de la muestra obtenida y para cada una de las muestras de las unidades ambientales. El valor de Shannon (H') para el total de la muestra de 43 individuos fue de $H' = 2.6286$.

Cuadro 93. Índice de diversidad de Shannon H' por unidad ambiental

UNIDAD AMBIENTAL	NO. INDIVIDUOS	SHANNON H'
BTC	20	2.3161
Vegetación secundaria de BTC	11	2.0983
Manglar	9	1.7351
Agropecuario	3	1.0986

Abundancia relativa

Se estimó la abundancia relativa para los mamíferos no voladores encontrados en el área de influencia del proyecto. Esta se calculó por método utilizado

Transectos de observación

Para el caso de los mamíferos registrados por medio de los transectos de observación, se encontraron 50 individuos pertenecientes a 14 especies. Existieron tres registros que solo pudieron ser determinados a nivel de género (*Didelphis spp.*). La especie más abundante fue la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con once individuos (22%) seguido del mapache (*Procyon lotor*) con cinco registros (10%). Cinco especies estuvieron representadas por cuatro individuos: el armadillo (*Dasybus novemcinctus*), Tlacuache común (*Didelphis*), el zorrillo listado (*Mephitis macroura*), venado cola blanca (*Odocoileus virginiana*) y el conejo (*Sylvilagus floridanus*). Una especie obtuvo tres registros que fue el coyote (*Canis latrans*). El zorrillo cadeno (*Conepatus leuconotus*) y el tlacuache común (*Didelphis marsupialis*) aportaron dos individuos a la muestra.

Finalmente cuatro especies representaron solamente un individuo: el cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*), la onza (*Puma jagouarondi*), la ardilla gris (*Sciurus aureogaster*) y el ratón tlacuache (*Tlacuatzin canescens*) (Cuadro 94).

Cuadro 94. Abundancia relativa de las especies de mamíferos no voladores registradas por medio de transectos

ESPECIE	NO. INDIVIDUOS	AR %
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	11	22
<i>Procyon lotor</i>	5	10
<i>Dasybus novemcinctus</i>	4	8

ESPECIE	NO. INDIVIDUOS	AR %
<i>Didelphis virginiana</i>	4	8
<i>Mephitis macroura</i>	4	8
<i>Odocoileus virginianus</i>	4	8
<i>Sylvilagus floridanus</i>	4	8
<i>Canis latrans</i>	3	6
<i>Didelphis sp.</i>	3	6
<i>Conepatus leuconotus</i>	2	4
<i>Didelphis marsupialis</i>	2	4
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	1	2
<i>Puma jaguarundi</i>	1	2
<i>Sciurus aureogaster</i>	1	2
<i>Tlacuatzin canescens</i>	1	2
Total	50	100

Trampas Sherman

Mediante la captura de mamíferos pequeños con trampas tipo Sherman se encontró una baja incidencia con solo siete individuos de tres especies: el ratón pigmeo sureño (*Baiomys musculus*) la cual fue la más abundante con cuatro capturas seguido del ratón de abazones (*Liomys pictus*) y la rata parda (*Rattus norvegicus*) con un ejemplar capturado (Cuadro 95).

Cuadro 95.- Abundancia relativa de mamíferos pequeños registrados por el uso de trampas tipo Sherman

ESPECIE	NO. INDIVIDUOS	AR %
<i>Baiomys musculus</i>	4	57.14
<i>Liomys pictus</i>	2	28.57
<i>Rattus norvegicus</i>	1	14.29
Total	7	100

Trampas tomahawk

Mediante la captura con trampas tipo tomahawk para mamíferos de talla mediana se capturaron ocho individuos de dos especies de didélfidos. El tlacuache común de Virginia (*Didelphis virginiana*) registró seis capturas mientras que de el tlacuache común (*Didelphis marsupialis*) se capturaron dos ejemplares (Cuadro 96).

Cuadro 96. Abundancia relativa de las especies de mamíferos no voladores registradas por trampas Tomahawk

ESPECIE	NO. INDIVIDUOS	AR %
<i>Didelphis virginiana</i>	6	75
<i>Didelphis marsupialis</i>	2	25
Total	8	100

Especies bajo protección

De las especies reportadas en el área de influencia, el cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*) se encuentra incluida en la categoría de Pr (Protegida) y el jaguarundi (*Herpailurus jagouaroundi*) esta como A (Amenazada) en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La especie de ratón tlacuache (*Tlacuatzin canescens*) es una especie endémica de México.

» **Discusión**

El grupo de los mamíferos no voladores presento especies de amplia distribución y tolerantes a ambientes perturbados como las especies de tlacuaches (*Didelphimorphia*), y carnívoros (*Carnívora*). Por otro lado *Tlacuatzin canescens* es endémica a México pero presenta amplia distribución dentro de la región sureste y en la vertiente del pacífico del país. (Ceballos & Oliva 2005). Hubo dos especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Bassariscus sumichrasti* y *Puma jagouaroundi*). En el caso de *B. sumichrasti* se encuentra listada como (Pr) Protegida y con distribución en la zona sureste y con dependencia a hábitats con vegetación arbórea; aparentemente es una especie rara dentro de la región y por consecuencia mas sensible a la perturbación de su hábitat que otras especies de mamíferos de talla similar por lo que debe ser considerada dentro de las medidas de mitigación en proyectos que impliquen un cambio en el uso de suelo. Por otro lado *P.jagouaroundi* esta listada como (A) Amenazada pero persiste en ambientes perturbados siendo, dentro de los felinos nativos de México el que presenta la mayor tolerancia a los cambios en hábitat.

Entre pequeños como roedores existió baja representatividad debido a las condiciones de reciente inundación o sequía durante los muestreos. Las especies *Baiomys musculus* y *Liomys pictus* son las especies de roedores más comunes dentro de la región y persisten en gran variedad de ambientes como pastizales, cultivos, vegetación secundaria entre otros. Durante este estudio solo fue posible su registro en zonas con vegetación secundaria por lo que se pueden asociar, dentro del área de influencia, que estas especies requieren condiciones de hábitat con cobertura vegetal arbustiva.

La captura de *Rattus norvegicus*, especie introducida, puede estar indicando que existen poblaciones de esta especie en el área de influencia por lo que podría estar afectando a poblaciones silvestres de roedores pero no se cuenta con datos suficientes para aseverar lo anterior. Es posible que esta especie se encuentre asociada a zonas de asentamientos humanos como ranchos, establos y otras construcciones asociadas a la actividad pecuaria.

Con base a los listados potenciales en la zona del Istmo de Tehuantepec es probable que se encuentren los ratones *Reithrodontomys fulvescens*, *Sigmodon hispidus*, *Peromyscus mexicanus* y *Nyctomys sumichrasti*.

Existieron algunos comentarios por parte de los pobladores acerca de especies que no fueron reportadas en este trabajo pero que debido a su distribución y a estudios previos en zonas cercanas es muy factible que se encuentren en el área de influencia las especies de zorrillo *Spilogale gracilis*, el puerco espín *Coendu mexicanus* y el brazo fuerte *Tamandua mexicana* estas últimas listadas como amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además existió un comentario sobre un avistamiento de puma (*Puma concolor*).

- **Herpetofauna**

- » **Método**

Para determinar la existencia de las especies de anfibios y reptiles (herpetofauna) que podrían verse afectadas por el desarrollo del Proyecto, se elaboró una lista preliminar de especies con distribución potencial en el área de influencia. Para ello, se revisó la información generada por Casas-Andreu et al. (1996), los estudios realizados por el Instituto de Ecología, A. C. en la región, las guías de reptiles y anfibios de Lee (2000), Ramírez-Bautista (1994), García y Ceballos (1994), así como los trabajos de Campbell y Lamar (1989), Smith y Taylor (1996), Köhler (2003 y 2011) y el de Pelcastre y Flores-Villela (1992). La nomenclatura utilizada para los anfibios es la propuesta por Frost et al. (2006) y para los reptiles se empleó la nomenclatura propuesta por Köhler (2003), la cual se apoya en los trabajos de Guyer y Savage (1986) y Reeder et al. (2002). Esta información se actualizó según los trabajos de Flores-Villela y Canseco-Marquez (2004) Conabio (2011 y 2012). Para la identificación de reptiles se utilizó la guía de Köhler y para los anfibios la de Duellman y Dennis (2001). El estado de protección legal de las especies se analizó con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Trabajo de campo

Los muestreos consistieron en diez transectos, que fueron monitoreados con el método de registro directo e indirecto (observación y/o captura y registro de rastros); cada transecto fue visitado tanto en la noche como en el día (*Cuadro 97*) con una duración de dos horas cada uno. Estos se establecieron dentro de las diferentes unidades ambientales (tipos de vegetación y uso de suelo) y se peinó toda la zona en busca de sitios donde se pudieran albergar estos organismos. Los recorridos de los transectos se realizaron avanzando con un paso lento y en zig-zag haciendo revisión de todos los microhábitat posibles, buscando debajo de los trocos caídos, montículos de piedra, entre las hojarascas, entre las bases de los árboles en el envés de las hojas, en las bromelias caídas y en las ramas de los árboles, cuerpos de agua permanentes y temporales, así como en otras plantas que puedan almacenar agua entre sus hojas; el registro de las especies fue de diversas formas, con observación directa, captura, vocalizaciones o rastros como mudas de piel, cadáveres e incluso excretas.

La colecta de Ophidios fue directamente con la mano y apoyado con ganchos y pinzas herpetológicas y sacos de manta de diferentes tamaños; para el caso de los Lacertilios la colecta fue directa con la mano y con apoyo de Ligas de hule del No.105 así como de sacos de manta de diferentes tamaños; para tortugas su colecta fue con la mano y con apoyo de redes de golpe y sacos de manta.

Para los anfibios en general fue directa con la mano y con apoyo de redes de golpe bolsas plásticas tipo ziploc y un recipiente tipo tuupper para su correcto traslado en caso de requerirse para su posterior identificación. La colecta se realizó procurando lavar las manos bien después de la colecta de un ejemplar o en su caso usar guante de látex para cada individuo para evitar actuar como vector en posibles transmisiones de infecciones micóticas entre los individuos debido a la naturaleza de su piel. La identificación se realizó con las guías de campo de Guzmán-Guzmán (2011) Flores-Villela (1993), Flores-Villela et al. (1995) y Köller y Heimes (2002).

Se registró el número de individuos por especie avistados y el tipo de vegetación así como condiciones del micro hábitat y en algunos casos fue posible la captura de ejemplares los cuales fueron fotografiados y liberados en el sitio. Las coordenadas de los sitios de muestreo se aprecian en el *Cuadro 97* y *Anexo IV-18*.

Cuadro 97.Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de la herpetofauna dentro del Área de influencia

NO. TRANSECTO	TIPO TRANSECTO	COORDENADAS	
1	Nocturno	15Q0296143	0295903 1820580
2	Nocturno	15Q 0296173 1820660	0296413 1820615
3	Nocturno	15Q 0296130 1820759	0296413 1820615
5	Nocturno	15Q0297718 1818449	02973362 1819332
7	Nocturno	15Q0297986 1822225	
8	Diurno	15Q0295926 1820668	0295886 1820591
14	Diurno	295687 1821588	295502 1821491
15	Diurno	297769 1821686	297730 1822858
16	Nocturno	297769 1821686	297730 1822858

» Resultados

Especies con distribución potencial

Derivado del análisis y la revisión bibliográfica, se elaboró un listado preliminar de especies con distribución potencial en el área de influencia, conformado por un total de 132 especies de las cuales 108 constituyen al grupo de los reptiles y 24 al grupo de los anfibios. De las 132 especies 60 se encuentran protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (52 reptiles y 8 anfibios) (*Cuadro 98*). De estas 60 especies 4 se encuentra listada en la categoría de en peligro (P) (4 reptiles y 0 anfibios), 14 en la categoría de amenazada, (A) (14 reptiles y 0 anfibios) y 42 dentro de la categoría de protección especial (Pr) (34 reptiles y 8 anfibios), entre las especies listadas, se encuentran 29 endémicas (24 reptiles y 5 anfibios). Diez especies se encuentran en los apéndices I, II, III de CITES (*Anexo IV.19 y IV.20*).

Composición taxonómica de las especies encontradas

En el área de influencia del Proyecto se encontró un total de 100 individuos (45 reptiles y 55 anfibios). Se registraron 23 especies de herpetofauna (17.42%) de las especies con distribución potencial para el Istmo de Tehuantepec.

Cuadro 98. Número de familias presentes y especies registradas con respecto a la lista potencial y protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

FAMILIA	ESPECIES		PRESENTES EN LA NOM-059 2010	
	POTENCIALES	REGISTRADAS	ESPERADAS	REGISTRADAS
Cheloniidae	3	0	3	0
Dermochelyidae	1	0	1	0
Kinosternidae	2	1	2	1
Emydidae	1	0	1	0
Geoemydidae	2	0	2	0
Alligatoridae	1	0	1	0
Crocodylidae	1	0	1	0
Anguidae	2	0	2	0
Gekkonidae	4	2	2	1
Corytophanidae	3	1	2	0
Iguanidae	4	1	4	1
Phrynosomatidae	8	1	2	0
Polychridae	10	0	4	0
Helodermatidae	1	1	1	1
Gymnophthalmidae	1	0	1	0
Scincidae	3	0	0	0
Teiidae	4	1	0	0
Xantusidae	1	0	1	0
Boidae	1	1	1	1
Colubridae	45	6	14	3
Elapidae	5	0	3	0
Viperidae	3	0	3	0
Loxocemidae	1	0	1	0
Leptotyphlopidae	1	0	0	0
Bufonidae	5	2	1	0
Centronelidae	1	0	0	0
Hylidae	6	1	0	0
Leiuperidae	1	1	0	0
Leptodactylidae	2	2	0	0
Microhylidae	2	1	1	0
Ranidae	4	1	3	1
Rhinophrynidae	1	0	1	0
Caecilidae	2	0	2	0
Total	132	23	60	9

Riqueza de especies

La clase Amphibia estuvo representada por un orden, seis familias, siete géneros y ocho especies. Las familias Bufonidae y Leptodactylidae fueron las que mayor riqueza obtuvieron con dos especies cada una: *Incilius marmoratus*, *Rhinella marina*, *Leptodactylus fragilis*, *Leptodactylus melanonotus*, las otras cuatro familias Hylidae, Leiuperidae, Microhylidae y Ranida estuvieron representadas solo por una especie cada familia.

La clase Reptilia por su parte estuvo representada por dos órdenes, nueve familias, 15 géneros y 15 especies. La familia Colubridae fue la mejor representada con seis especies: *Drymobius margaritiferus*, *Drymarchon melanurus*, *Leptophis diplotrophis*, *Coniophanes piceivittis*, *Salvadora lemniscata* y *Thamnophis marcianus*, seguida de Leptodactylidae, Bufonidae y Gekkonidae con dos especies cada una; el resto de las familias presentó un sola especie (*Cuadro 99*). En la *Figura 109* se muestra el número de especies por familia de anfibios y reptiles.

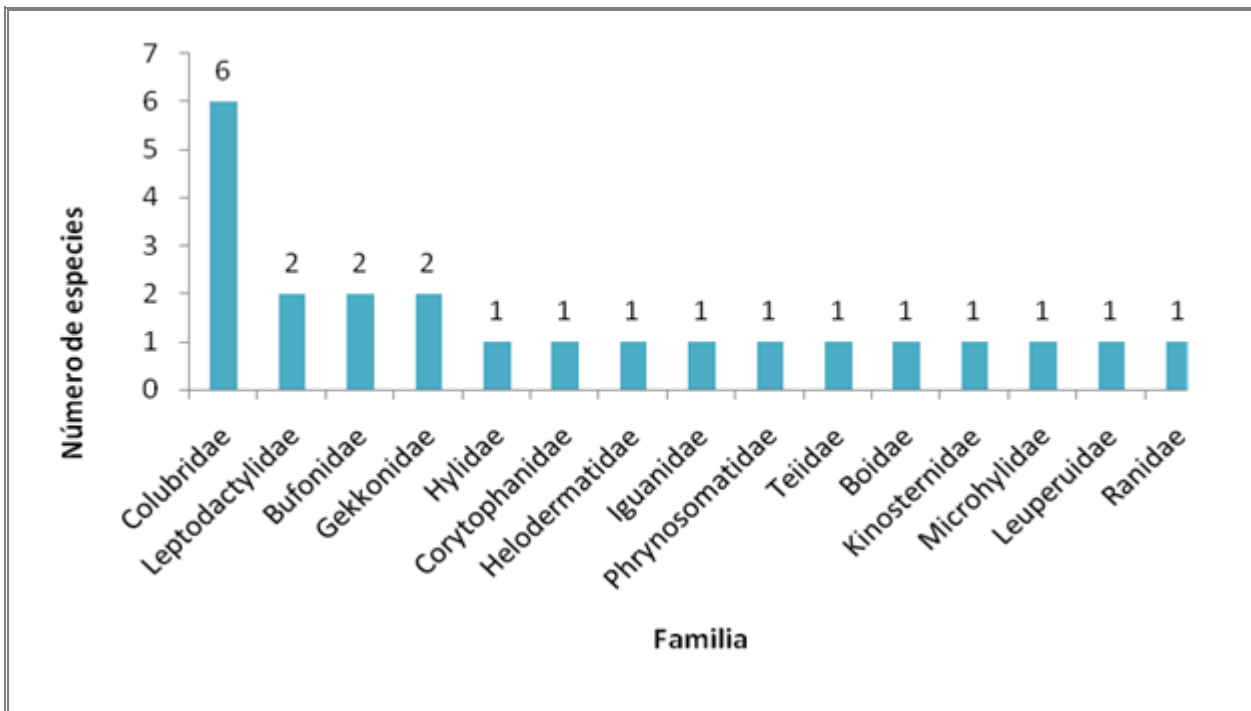


Figura 109. Número de especies por familia.

Cuadro 99. Especies registradas por orden, familia y unidad ambiental.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	UNIDAD AMBIENTAL
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Incilius marmoratus</i>	Sapo marmoleado	ABTC
			<i>Rhinella marina</i>	Sapo cañero	ABTC, BTC, A, M
		Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana	M, BTC
		Leiuperidae	<i>Engystomops pustulosus</i>	Sapito tungara	ABTC
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	Ranita labios blancos	ABTC, A, M, BTC
			<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita espumera dedos marginados	ABTC, A, M, BTC
		Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Ranita manglera	ABTC
		Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo del río bravo	ABTC, M, BTC
Reptilia	Testudines	Kinosternotidae	<i>Kinosternon scorpiodes</i>	Tortuga casquito	ABTC, A
	Squamata	Gekkonidae	<i>Coelonyx elegans</i>	Cuija Yucateca	ABTC
			<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija	ABTC
		Corytophanidae	<i>Basaliscus vitattus</i>	Teterete	ABTC, A, BTC
		Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	ABTC
		Phrynosomatidae	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija	BTC, ABTC
		Helodermatidae	<i>Heloderma horridum</i>	Mounstro de gila	BTC
		Teiidae	<i>Aspidocelis deppii</i>	Cuiji panza negra	BTC, ABTC
		Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Mazacuata	ABTC
		Colubridae	<i>Coniophanes piceivittis</i>	Culebra	BTC
			<i>Drymarchon melanurus</i>	Musga	A, M, ABTC
			<i>Drymobius margaritiferus</i>	Tapetillo	BTC, ABTC
			<i>Leptophis diplotrophis</i>	Ranera gargantilla	ABTC, BTC
			<i>Salvadora lemniscata</i>	Rayada del pacífico	BTC
			<i>Thamnophis marcianus</i>	Culebra listonada	A

ABTC: Acahual de bosque tropical caducifolio; BTC: Bosque tropical caducifolio; A: Agropecuario; M: Manglar

La unidad ambiental que presentó mayor riqueza de especies fue vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio (VSBTC) seguida del bosque tropical caducifolio (BTC) con 12, el manglar con siete y el agropecuario con seis especies (*Figura 110*).

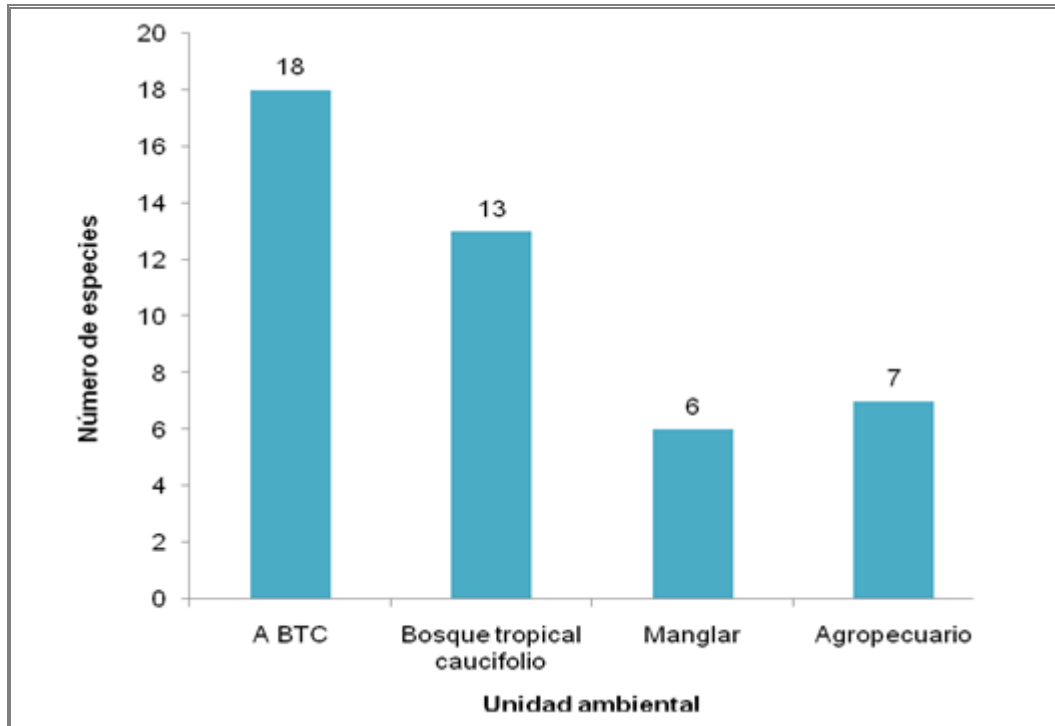


Figura 110. Número de individuos de anfibios y reptiles por unidad ambiental

Al analizar los valores generados por el índice de diversidad de Shannon (H') para la muestra total obtenida en el área de influencia de 100 individuos, se tiene que arrojó un valor de $H' = 1.198$ lo que se considera un valor medio de diversidad, dado que los valores oscilan entre 0-4. Al comparar los índices de Shannon entre cada unidad ambiental se tiene que la vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio (VSBTC) tuvo el mayor tamaño de muestra con 50 individuos y mayor número de especies con 18 lo que dio como resultado el mayor valor de H' (*Cuadro 100*).

Cuadro 100. Índices de diversidad Shannon H' por unidad ambiental

UNIDAD AMBIENTAL	NO. DE INDIVIDUOS	SHANNON H'
VSBTC	50	1.118
BTC	23	1.09
Agropecuario	16	0.746
Manglar	11	0.654

Abundancia relativa

En el Cuadro 101, se muestra la abundancia relativa de las especies de herpetofauna encontradas en el área de influencia. Las tres especies mas abundantes fueron anfibios, siendo la rana labios blancos (*Leptodactylus fragilis*) la que mayor cantidad de individuos 18 seguida de la rana espumosa (*Leptodactylus melanonotus*) con 11 y el sapo Gigante (*Rhinella marina*) con 10. Entre los reptiles fueron la lagartija (*Sceloporus siniferus*) con 8 y el cuiji panza negra (*Aspidocelis deppii*) con 7 el teterete (*Basiliscis vitattus*) y la culebra perico gargantilla (*Leptophis diplotropis*) estas dos ultimas con 6 registros. Ocho especies estuvieron representadas por un solo ejemplar.

Cuadro 101. Abundancia relativa de las especies de herpetofauna encontradas en el Área de influencia

ESPECIE	NO. INDIVIDUOS	AR%
<i>Leptodactylus fragilis</i>	18	18
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	11	11
<i>Rhinella marina</i>	10	10
<i>Sceloporus siniferus</i>	8	8
<i>Aspidocelis deppii</i>	7	7
<i>Basaliscus vitattus</i>	6	6
<i>Leptophis diplotropis</i>	6	6
<i>Incilius marmoreus</i>	4	4
<i>Hypopachus variolosus</i>	4	4
<i>Lithobates berlandieri</i>	4	4
<i>Drymarchon melanurus</i>	4	4
<i>Smilisca baudinii</i>	3	3
<i>Drymobius margaritiferus</i>	3	3
<i>Kinosternon scorpiodes</i>	2	2
<i>Hemidactylus frenatus</i>	2	2
<i>Engystomops pustulosus</i>	1	1
<i>Coelonyx elegans</i>	1	1
<i>Iguana iguana</i>	1	1
<i>Heloderma horridum</i>	1	1
<i>Boa constrictor</i>	1	1
<i>Coniophanes piceivittis</i>	1	1
<i>Salvadora lemniscata</i>	1	1
<i>Thamnophis marcianus</i>	1	1
Total	100	100

Especies bajo protección

Durante los muestreos realizados dentro del área de Influencia del Proyecto se registraron nueve especies listadas en alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cinco de ellas se encuentran (A) amenazadas. Por su parte cuatro especies se encuentran listadas como (Pr) protegidas. (Cuadro 102).

Cuadro 102. Especies listadas en la NOM-059 SEMARNAT 2010

ESPECIE	NOM-059 SEMARNAT 2010
<i>Lithobates berlandieri</i>	Protegida (Pr)
<i>Coelonyx elegans</i>	Amenazada (A)
<i>Iguana iguana</i>	Protegida (Pr)
<i>Heloderma horridum</i>	Amenazada (A)
<i>Boa constrictor</i>	Amenazada (A)
<i>Leptophis diplotrophis</i>	Amenazada (A)
<i>Salvadora lemniscata</i>	Protegida (Pr)
<i>Thamnophis marcianus</i>	Amenazada (A)
<i>Kinosternon scorpiodes</i>	Protegida (Pr)

» **Discusión**

En cuanto a la herpetofauna, el porcentaje de especies registrado en campo representa solo una fracción de la riqueza específica estimada para la zona. Debido a las características biológicas del grupo, que son un grupo difícil de estudio, así como los limitantes propias del muestreo resulta interesante que se obtuvo un valor alto de riqueza de especies para el área de influencia, tomando en cuenta que se trata de un área perturbada pero que, en el cual aun se observan varias formas de anfibios y reptiles.

Grupos como las serpientes son difíciles de observar por lo cual están sub representadas en los muestreos y generalmente las que se logran observar están representadas por pocos individuos; en este estudio solo se logró corroborar seis especies de un total de 56 especies con distribución potencial aunque muchas de estas son propias de zonas con mayor estado de conservación. Aun así es probable que el número de serpientes dentro del área de influencia sea mayor que lo aquí reportado.

Otras especies como las lagartijas *Aspidocelis deppii* y *Sceloporus siniferus* son comunes en ciertas zonas aunque en algunos de los sitios la poca actividad registrada de estos organismos puede ser atribuida a un episodio de inundación reciente el cual habría tenido un efecto de “barrido” sobre algunas poblaciones.

Los anfibios estuvieron bien representados dentro de la muestra, esto debido a que el muestreo se realizó durante la época de lluvias por lo cual la abundancia y densidad de estos organismos fue mayor; esto favoreció el que se pudiera caracterizar adecuadamente la comunidad de anfibios. Las ocho especies reportadas son de amplia distribución y tolerantes a cierto grado de perturbación del hábitat.

- a) Es preciso que se preserven los sitios más propensos a albergar herpetofauna como son zonas con vegetación natural, cuerpos de agua, cercos vivos etc., para que la riqueza de especies y abundancia pueda mantenerse en el área de influencia.
- b) Es de vital importancia conservar los sitios de vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio y vegetación primaria dentro del área de influencia, ya que tanto para anfibios como para reptiles, hubo más registros de especies en este tipo de vegetación, debido a que es una zona más heterogénea que los otros tipos de vegetación propiciando la disponibilidad de refugios, alimento y diversos microclimas importantes en la distribución de diferentes especies principalmente anfibios.
- c) Las zonas de borde de la vegetación primaria con otras unidades como pastizal o zonas agropecuarias son importantes para la distribución principalmente de especies de reptiles comunes y tolerantes a ciertos grados de perturbación beneficiándose con las condiciones de temperatura y humedad que se forman en estas zonas, más que en las zonas conservadas o totalmente perturbadas como las zonas agropecuarias.

IV.2.3 PAISAJE

La importancia de los análisis de paisaje radica en que permiten aglutinar una serie de características del medio físico y evaluar desde una perspectiva visual y estética los efectos de los procesos de deterioro en los sistemas naturales y en aquellas áreas donde la calidad escénica pudiera alterarse de manera significativa con el desarrollo del Proyecto, es por esto que han pasado a formar parte importante de los estudios de impacto ambiental. Para realizar una valoración del paisaje la cual busca el aprovechamiento de los recursos naturales así como prevenir su destrucción o deterioro irreversible, se utilizan tres componentes: Visibilidad, Calidad y Fragilidad Visual Paisajística.

El Proyecto pretende llevarse a cabo en un área, sobre llanuras lacustres y fluviales, situada al norte de la Laguna Costera Superior del Golfo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca. El análisis del paisaje se realizó a nivel de sistema ambiental regional (SAR), el cual se dividió en unidades de paisaje físico-geográficas, se valoró la calidad visual y fragilidad utilizando métodos indirectos, así como la visibilidad relativa mediante el cálculo de cuencas visuales con los siguientes parámetros: una distancia de 15 km de radio, lo suficiente para abarcar la superficie del SAR y el ojo humano puede detectar, y de dos alturas de observación de 3 m y 125 m, que corresponden a la etapa de construcción del Proyecto y a las etapas posteriores con el establecimiento de aerogeneradores respectivamente.

IV.2.3.1 Unidades de paisaje

El delimitar las unidades de paisaje permitió integrar la información físico-geográfica dentro del SAR como relieve, pendiente, tipo de roca, etc., necesaria para la posterior evaluación de la calidad y fragilidad visual del paisaje. Las áreas homogéneas delimitadas se clasificaron primeramente en unidades superiores a partir de las cuales se identificaron subunidades o unidades inferiores.

En este estudio las unidades superiores equivalen al nivel de paisaje geomorfológico (rasgos a partir de una mayor abstracción y generalización de información), y unidades inferiores al nivel de relieve (delimitación con mayor detalle y más atributos).

Metodología

Las unidades de paisaje se elaboraron a partir de la metodología propuesta para el levantamiento Geopedológico (Zinck, 1988) y a la generación semiautomatizada de Unidades de Paisaje (Priego *et al.*, 2010). La información que se utilizó como base de las unidades de paisaje fueron: Imagen Landsat 8 con una resolución de 30 m (13/01/2015), Mapa digital del terreno (MDT) derivado del Mapa Topográfico a escala 1:50,000 (INEGI), Mapa de pendientes (en %) derivado del Modelo Digital del Terreno (MDT), Mapa Geológico (INEGI) a escala 1:250,000, Mapa Geomorfológico y Mapa de Degradación a escala 1:250,000 (SEMARNAT-COLPOS, 2001).

Se construyeron para el SAR del Proyecto un total de 21 unidades de paisaje (*Cuadro 103*), las cuales se distribuyen jerárquicamente de la siguiente manera:

Cuadro 103. Jerarquización de las unidades de paisaje en el SAR.

RELIEVE	UNIDAD SUPERIOR	UNIDAD INFERIOR	LITOLOGÍA	PENDIENTES	COBERTURA VEGETAL Y USO DE SUELO
Planicie de relieve cárstico denudatorio	1	1	Caliza	Muy ligero a medianamente inclinadas	Bosque Tropical Caducifolio, Vegetación secundaria y Pastizal
		2	Caliza	Muy ligero a fuertemente inclinadas	Bosque Tropical Caducifolio y Vegetación secundaria
		3	Aluvial	Plano	Pastizal, Vegetación secundaria y Bosque Tropical Caducifolio
Llanura lacustre	2	4	Aluvial	Plano	Pastizal y Agrícola
	3	5	Aluvial	Plano	Pastizal
	4	6	Aluvial	Muy ligeros a ligeramente inclinadas	Pastizal
		7	Aluvial	Plano	Pastizal y Vegetación secundaria
	5	8	Aluvial	Plano	Pastizal
	6	9	Aluvial	Plano	Pastizal y Vegetación secundaria
	7	10	Aluvial	Plano	Vegetación secundaria, Pastizal y Bosque Tropical Caducifolio
	8	11	Aluvial	Plano	Pastizal, Agrícola y Bosque Tropical Caducifolio
Costa acumulativa de planicies deltaicas	9	12	Lacustre	Plano	Mangle, Pastizal y Bosque Tropical Caducifolio
		13	Lacustre	Plano	Mangle, Suelo desnudo y Agua
		14	Litoral	Plano	Suelo desnudo
		15	Lacustre	Plano	Agua y Suelo desnudo
		16	Lacustre	Plano	Agua y Zona inundable
		17	Litoral	Plano	Suelo desnudo
Llanuras de desborde fluvial	10	18	Aluvial	Muy ligero a fuertemente inclinadas	Vegetación secundaria y Bosque Tropical Caducifolio
		19	Aluvial	Plano	Bosque Tropical Caducifolio, Vegetación secundaria y Pastizal
		20	Aluvial	Plano	Pastizal y Mangle
		21	Agua	Plano	Agua

IV.2.3.2 Calidad visual paisajística

Se entiende por calidad visual del paisaje como 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, 1979). El análisis de la calidad visual se realiza a través del estudio del valor intrínseco o interno que tiene la unidad y por otro lado también se analiza externamente a través de las vistas de otras unidades de paisaje (fondos escénicos) que modifican el valor de la calidad.

Metodología

La evaluación de la calidad visual que se realizó del paisaje pretende demostrar la susceptibilidad al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él en función además de su atractivo. La metodología que se utilizó para la valoración de la calidad paisajística fue indirecto, mediante la integración de valoraciones cuantitativas y cualitativas que evalúan el paisaje, analizan y describen sus componentes. Entre los elementos que se consideraron son los factores físicos, cobertura vegetal, presencia de agua, así como otros factores sociales y culturales para conocer la incidencia antrópica. Otro de los factores que modifican el paisaje pero de manera positiva son las singularidades o rarezas las cuales tienen una incidencia visual notable de carácter natural o artificial, cultural e histórico-patrimonial.

Para este estudio las variables que se consideraron dentro de la valoración intrínseca y visibilidad relativa del paisaje fueron las siguientes (*Cuadro 104*):

Cuadro 104. Variables empleadas en la valoración de la calidad visual paisajística del SAR

VARIABLES PARA EVALUAR CALIDAD VISUAL			PESOS	
INTRÍNSECA	COBERTURA VEGETAL Y USO DE SUELO	Bosque Tropical caducifolio	100	
		Manglar	100	
		Vegetación secundaria	80	
		Pastizal	30	
		Agrícola	10	
		Suelo desnudo	10	
		Zona inundable	10	
	AGUA SUPERFICIAL	Superficie cuerpo de agua		100
		Corriente natural	Perenne	100
Intermitente			50	

VARIABLES PARA EVALUAR CALIDAD VISUAL				PESOS
	INSIDENCIA ANTRÓPICA	Corriente artificial	Canales	25
		Presencia de parque eólico		100
		Basurero		75
		Banco de material		50
		Asentamientos humanos	Urbano	100
			Rural	50
		Vialidades	Pavimentados	100
			No Pavimentados	50
			Puente	100
		SINGULARIDADES	Natural	
Cultural y Religioso			100	
VISIBILIDAD RELATIVA	CUENCA VISUAL	Visible	(-)	
		No Visible	(+)	

A cada componente se le asignó un peso para obtener un valor y determinar las diferentes clases de calidad visual. Los criterios para valorar o pesar la cobertura vegetal y uso de suelo fueron la fisonomía, estructura vertical y contraste. En cuanto a la presencia del agua da un valor positivo a la calidad visual y más aún los cuerpos de agua y escurrimientos perennes. Los resultados de los dos componentes intrínsecos se suman para obtener un solo valor.

Por otro lado la abundancia en el paisaje de elementos artificiales supone una disminución de la calidad del paisaje. Se evaluó la incidencia antrópica en la calidad visual del paisaje de forma negativa, por su alteración y el grado de agresividad de cada acción y en donde las modificaciones puedan o no integrarse al medio o definitivamente cambien el carácter de la unidad como: asentamientos humanos, vialidades, industrias, etcétera.

Posteriormente el resultado de la suma de cobertura vegetal y uso de suelo, y agua superficial se integraron y combinaron con los valores antrópicos a través de matrices de doble entrada (*Cuadro 105*) donde los números indican las clases: Muy Alta (5), Alta (4), Media (3), Baja (2), Muy Baja (1). Las frecuencias con que aparecen cada una de estas clases en el territorio del SAR se determinaron para cada una de las unidades inferiores de paisaje.

Cuadro 105. Matriz para valorar la calidad visual intrínseca del SAR

MODELO DE MATRIZ PARA VALORAR CALIDAD INTRÍNSECA						
COBERTURA VEGETAL Y USO SUELO + AGUA SUPERFICIAL						
INSIDENCIA ANTRÓPICA		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
	MUY ALTA	3	2	2	1	1
	ALTA	3	3	2	2	1
	MEDIA	4	3	2	2	1
	BAJA	4	4	3	2	1
	MUY BAJA	5	4	3	2	1
	NULA	5	4	3	2	1

Dentro del SAR se distinguen por su dimensión y reconocimiento singularidades naturales como el Río Espíritu Santo así como sitios culturales y religiosos, estas singularidades aumentan la calidad visual del paisaje ya que resaltan otros elementos como cobertura vegetal y el relieve o significan un valor emocional para la población. Las singularidades se integran a la cobertura vegetal y uso de suelo, agua superficial e incidencia antrópica mediante una matriz de doble entrada (*Cuadro 106*), donde los números indican las clases: Muy Alta (5), Alta (4), Media (3), Baja (2), Muy Baja (1).

Cuadro 106. Matriz para valorar la calidad visual intrínseca del SAR

MODELO DE MATRIZ PARA VALORAR CALIDAD VISUAL						
CALIDAD INTRÍNSECA						
SINGULARIDAD (Natural, Cultural y Religioso)		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
	MUY ALTA	5	5	4	3	2
	ALTA	5	4	4	3	2
	MEDIA	5	4	3	2	1
	BAJA	5	4	3	2	1
	MUY BAJA	5	4	3	2	1
	NULA	4	3	2	1	1

• **Análisis de visibilidad**

La visibilidad se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. La visibilidad se obtuvo mediante el cálculo de la cuenca visual el cual permite determinar la porción del territorio es visible desde cada elemento y, de forma recíproca, saber en qué proporción es visto por ejemplo la instalación del Proyecto desde cada unidad de paisaje dentro del SAR.

El resultado o datos relativos de visibilidad se obtuvieron mediante métodos automáticos empleando herramientas propias del SIG ArcMap 9.3 (*Viewshed*) y utilizando datos topográficos (Modelo Digital de Elevación, escala 1:50,000), como resultado, se generaron 2 insumos vectoriales (shapes) del alcance visual del Proyecto dentro del SAR. Otros de los datos que se consideraron son:

Altura de observación: 3 m que representa la primera etapa del Proyecto de Preparación del Sitio y Construcción; y otra de 125 m, que representa la altura del aerogenerador considerado en las siguientes etapas del Proyecto.

Y el Alcance Visual, el cual se determinó de 15 km, que es la distancia que cubre el SAR desde el punto o centroide utilizado para el cálculo de la cuenca visual, dicho punto se ubicó dentro del Proyecto.

La visibilidad relativa del Proyecto, se consideró como un factor que disminuye la calidad visual del paisaje, por el contrario en las áreas donde no es visible, el resultado será positivo y no alterará o afectará la calidad del paisaje.

• **Integración de la calidad visual**

Obtenidas la calidad intrínseca de las unidades de paisaje y la visibilidad se realiza la integración de estos valores a través de una matriz que enfrenta uno a uno los valores de cada unidad (*Cuadro 107*). De lo anterior se obtuvo otra valoración y clasificación de la calidad visual del paisaje, en donde las frecuencias se distribuyeron por unidad de paisaje en el SAR, obteniéndose además el mapa de calidad visual.

Cuadro 107. Matriz para valorar la calidad visual paisajística del SAR.

MODELO DE MATRIZ PARA VALORAR CALIDAD VISUAL PAISAJÍSTICA						
CALIDAD INTRÍNSECA						
VISIBILIDAD (Cuenca Visual)		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
	MUY ALTA	5	5	4	3	2
	ALTA	5	4	3	3	2
	MEDIA	5	4	3	2	1
	BAJA	4	3	2	2	1
	MUY BAJA	4	3	2	1	1

Resultados

Primeramente para valorar la calidad visual paisajística dentro del SAR, se obtuvo la distribución de las frecuencias de las clases de calidad visual intrínseca por unidad de paisaje como se muestra en el *Cuadro 108*.

El SAR del Proyecto ocupa principalmente cinco unidades inferiores de paisaje 10, 12, 19, 20 y 18 (*Figura 111*), de las cuales cuatro resultaron con alto y muy alto valor visual intrínseco debido a las condiciones naturales existentes como cobertura vegetal de bosque tropical caducifolio y mangle así como cuerpos de agua, y la presencia de singularidades naturales como el Río Espíritu Santo y un sitio de uso religioso. La unidad 10 restante, obtuvo clase media debido a la artificialidad presente en su territorio como basurero, banco de material y un área pequeña de Proyecto Eólico.

Las clases bajas de visibilidad intrínseca se presentaron en siete de las veintiún unidades que comprenden el SAR, debido principalmente a la presencia de población y de parques eólicos a excepción de la unidad 17 la cual resulto con valor bajo debido a la nula cobertura vegetal aunque si cuenta con presencia de agua pero es intermitente.

La clase muy baja resulto solamente la unidad 5, ubicada al Noreste del SAR, aunque ocupa una gran superficie está a lejana distancia del Proyecto. La muy baja visibilidad intrínseca se debió a la alta presencia conjunta de población y Proyecto.

Cuadro 108. Valores y clases de calidad visual intrínseca de las unidades de paisaje del SAR

CALIDAD VISUAL INTRINSECA POR UNIDAD DE PAISAJE					
UNIDAD INFERIOR	COBERTURA VEGETAL Y USO SUELO + AGUA SUPERFICIAL	INCIDENCIA ANTRÓPICA	SINGULARIDAD	CALIDAD INTRÍNSECA	
	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	CLASE
1	3	2	0	3	MEDIA
2	3	2	0	3	MEDIA
3	3	3	0	2	BAJA
4	2	3	0	2	BAJA
5	2	4	0	1	MUY BAJA
6	2	2	0	2	BAJA
7	3	4	0	2	BAJA
8	3	3	0	2	BAJA
9	3	2	0	3	MEDIA
10	3	2	0	3	MEDIA
11	2	3	0	2	BAJA
12	4	2	4	5	MUY ALTA

CALIDAD VISUAL INTRINSECA POR UNIDAD DE PAISAJE						
UNIDAD INFERIOR	COBERTURA VEGETAL Y USO SUELO + AGUA SUPERFICIAL		INCIDENCIA ANTRÓPICA	SINGULARIDAD	CALIDAD INTRINSECA	
	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	CLASE
13	4		2	4	5	MUY ALTA
14	2		0	4	3	MEDIA
15	3		0	0	3	MEDIA
16	2		0	0	2	BAJA
17	2		2	0	2	BAJA
18	3		2	4	4	ALTA
19	4		2	4	5	MUY ALTA
20	3		2	4	4	ALTA
21	4		2	4	5	MUY ALTA

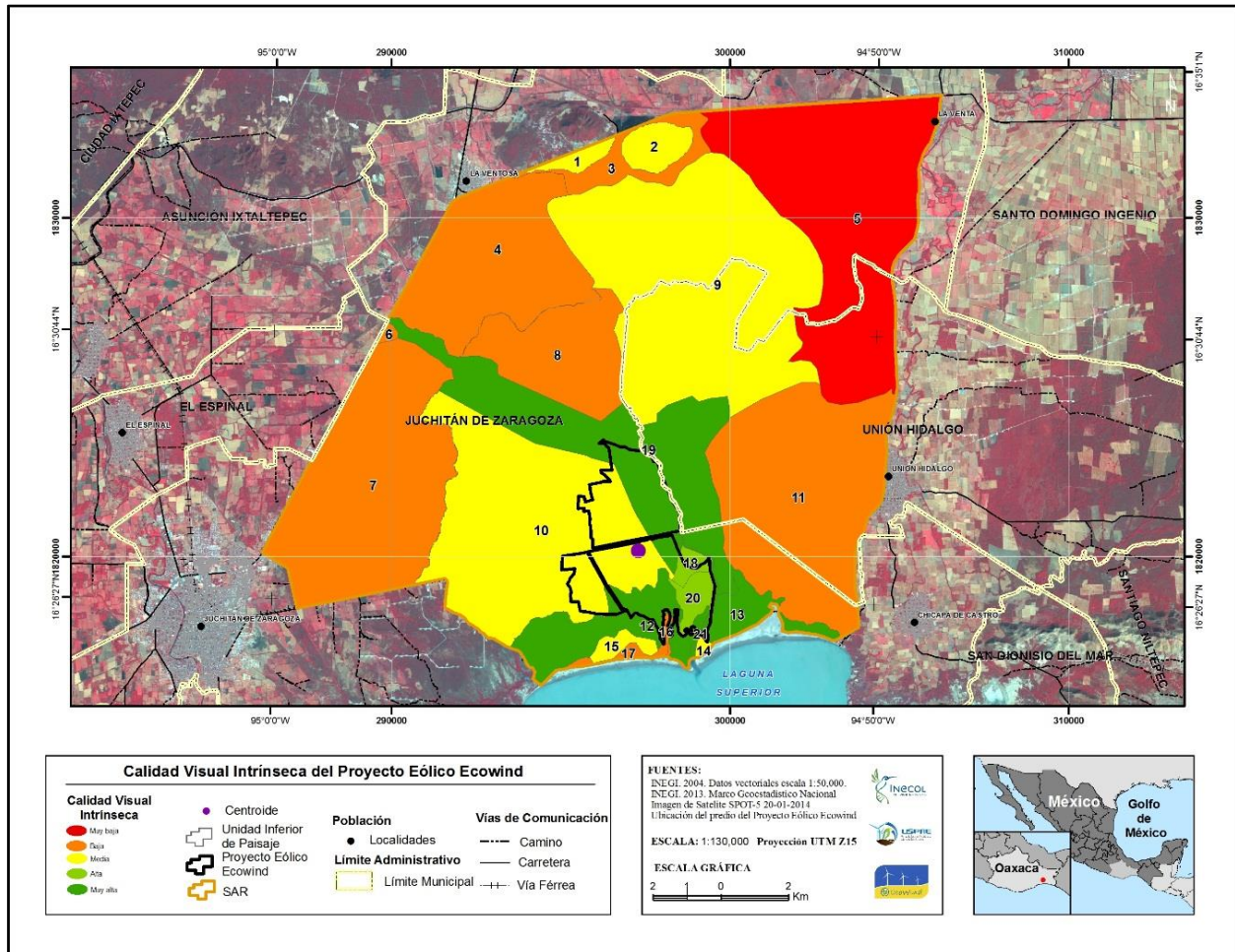


Figura 111. Mapa de la calidad visual intrínseca de las unidades de paisaje del SAR.

El resultado del análisis de la visibilidad relativa mediante el cálculo de cuenca visual desde el punto donde se ubicará el Proyecto y así conocer la visibilidad recíproca de este sitio con respecto al resto de las unidades de paisaje, las cuales presentan determinadas vistas escénicas dentro del SAR, se consideraron dos alturas de observación: 3 m y 125 m. Las actividades llevadas a cabo a menos de 3 metros de altura serán observadas en el 68.21% (15,895.86 ha) del SAR; mientras que para las actividades que involucren una altura de 125 metros serán observadas en el 98.19% (22,882.44 ha) del SAR (23,303.42 ha). La distribución de las clases de visibilidad relativa por unidad de paisaje se muestra en el *Cuadro 109* y se describen a continuación:

En cuanto a los resultados de la visibilidad relativa para la calidad paisajística a una altura de 3 m, solamente dos unidades inferiores (16 y 21) obtuvieron una clase alta, es decir que prácticamente no son visibles desde el Proyecto, debido principalmente a que dichas unidades se localizan a una altitud de 0 msnm, por lo que visualmente no disminuyen su calidad o sean afectadas por el Proyecto. La clase media y baja corresponde a un total de diez, y a nueve unidades respectivamente, dichas unidades con calidad media se ubican lejanas al Proyecto mientras que las unidades con calidad baja se encuentran cercanas al Proyecto con excepción de la unidad 1 la cual se localiza lejano al Proyecto pero debido a su relieve y altitud está más expuesta por lo que bajo su calidad visual.

Con respecto a la calidad visual con una altura de observación de 125 m, la cual corresponde a la altura del aerogenerador, no se obtuvo ninguna unidad con calidad visual relativa alta (*Cuadro 109*), es decir que todas las unidades se ven afectadas visualmente por el Proyecto específicamente con la instalación de los aerogeneradores. La mayoría de las unidades del SAR se verá fuertemente afectada visualmente ya que se presentaron clases muy alta y alta, y solamente una clase media.

Cuadro 109. Clase de visibilidad relativa por altura de observación de 3 m y 125 m de las unidades de paisaje del SAR

VISIBILIDAD RELATIVA					
UNIDAD INFERIOR	3 M	125 M	UNIDAD INFERIOR	3 M	125 M
1	BAJA	MUY BAJA	12	BAJA	MUY BAJA
2	MEDIA	MEDIA	13	BAJA	BAJA
3	MEDIA	BAJA	14	MEDIA	MUY BAJA
4	MEDIA	BAJA	15	MEDIA	MUY BAJA
5	MEDIA	BAJA	16	ALTA	BAJA
6	MEDIA	BAJA	17	BAJA	MUY BAJA

VISIBILIDAD RELATIVA					
UNIDAD INFERIOR	3 M	125 M	UNIDAD INFERIOR	3 M	125 M
7	MEDIA	MUY BAJA	18	MEDIA	BAJA
8	BAJA	MUY BAJA	19	BAJA	BAJA
9	MEDIA	BAJA	20	BAJA	MUY BAJA
10	BAJA	MUY BAJA	21	ALTA	BAJA

Por último se realizó la integración de la calidad visual intrínseca y visibilidad relativa, obteniéndose la valoración de la calidad visual por unidad de paisaje, quedando la distribución de las clases de la siguiente manera (*Cuadro 110*).

A nivel regional SAR, la calidad visual paisajística de las 21 unidades con respecto a la visibilidad del Proyecto con una altura de observación de 3 m (*Figura 112*), las unidades que visualmente fueron poco afectadas en su calidad, es decir con clase más alta lo obtuvo la unidad 21 que corresponde al cauce y desembocadura del Río Espíritu Santo. Las unidades con valores altos fueron cuatro, debido a su cobertura vegetal de bosque tropical caducifolio y mangle así como presencia o influencia del río por lo que prácticamente no disminuyeron su calidad visual.

La calidad media se presentó en seis unidades, las cuales si fueron alteradas visualmente por el Proyecto, debido a su cercanía y poca o nula presencia de cobertura vegetal y cuerpos de agua perennes.

En la mayoría de la superficie del SAR, representada por diez unidades, se obtuvo de muy baja a baja calidad, dichas unidades contienen pocos elementos naturales que aminoren los efectos visuales del Proyecto, así como una fuerte presencia antrópica.

Con respecto a la calidad visual paisajística con una altura de 125 m (*Figura 113*), los valores altos se conservan en las unidades con mayores elementos naturales 12, 13, 19 y 21, a excepción de la unidad 18 que disminuyó su calidad a clase media. Las clases medias son los menos representativos en superficie y cantidad con solo tres unidades debido al efecto visual que ocasiona el establecimiento del aerogenerador lo que aumentó la superficie y las unidades con clases muy bajas y bajos.

Cuadro 110. Valores y clases de calidad visual paisajística del SAR

CALIDAD VISUAL PAISAJÍSTICA				
UNIDAD INFERIOR	VALORES	CLASES	VALORES	CLASES
	3 M	3 M	125 M	125 M
1	2	BAJA	2	BAJA
2	3	MEDIA	3	MEDIA
3	2	BAJA	2	BAJA
4	2	BAJA	2	BAJA
5	1	MUY BAJA	1	MUY BAJA
6	2	BAJA	2	BAJA
7	2	BAJA	1	MUY BAJA
8	2	BAJA	1	MUY BAJA
9	3	MEDIA	2	BAJA
10	2	BAJA	2	BAJA
11	2	BAJA	1	MUY BAJA
12	4	ALTA	4	ALTA
13	4	ALTA	4	ALTA
14	3	MEDIA	2	BAJA
15	3	MEDIA	2	BAJA
16	3	MEDIA	2	BAJA
17	2	BAJA	1	MUY BAJA
18	4	ALTA	3	MEDIA
19	4	ALTA	4	ALTA
20	3	MEDIA	3	MEDIA
21	5	MUY ALTA	4	ALTA

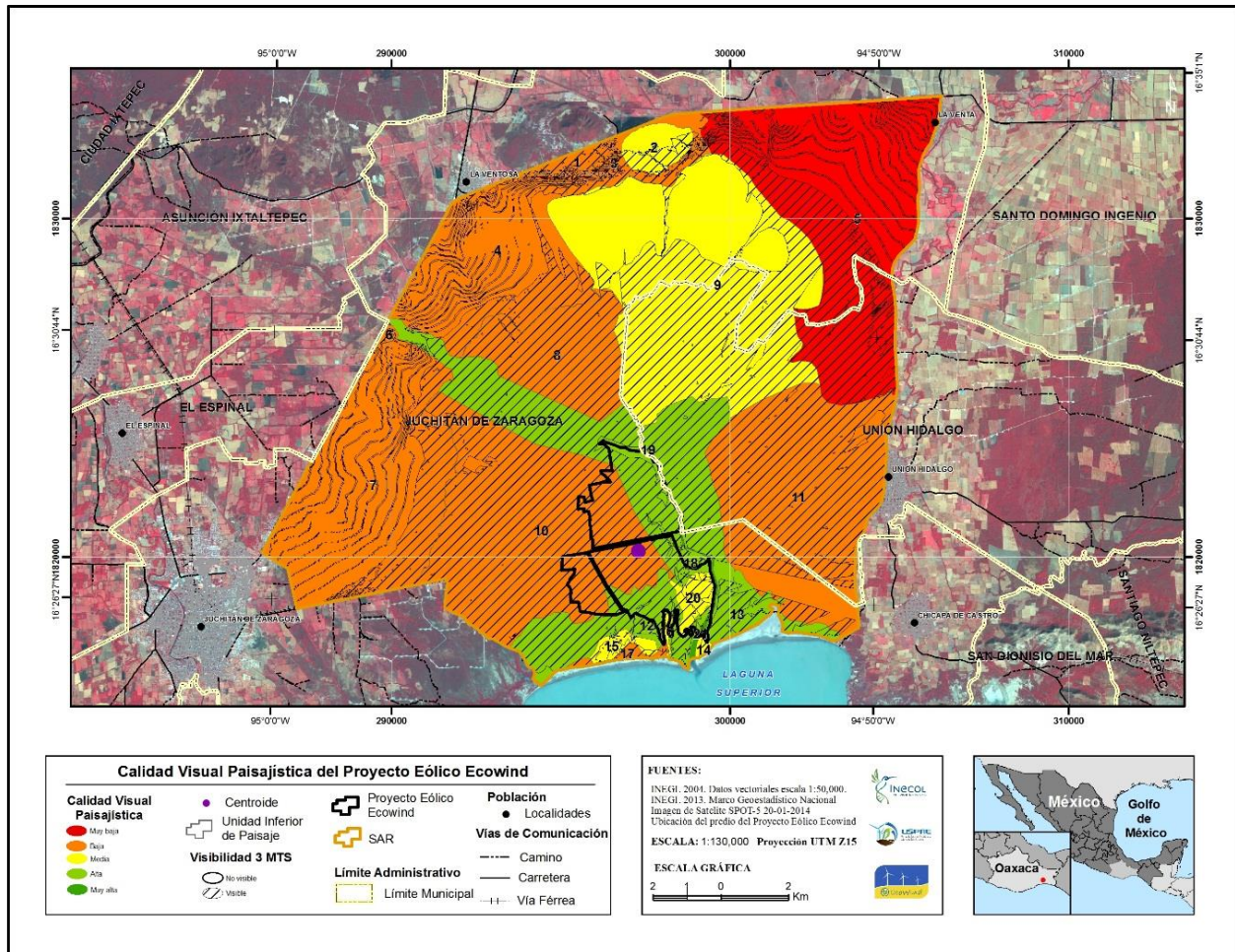


Figura 112. Mapa de la calidad visual paisajística (con una altura de observación de 3 m) del SAR.

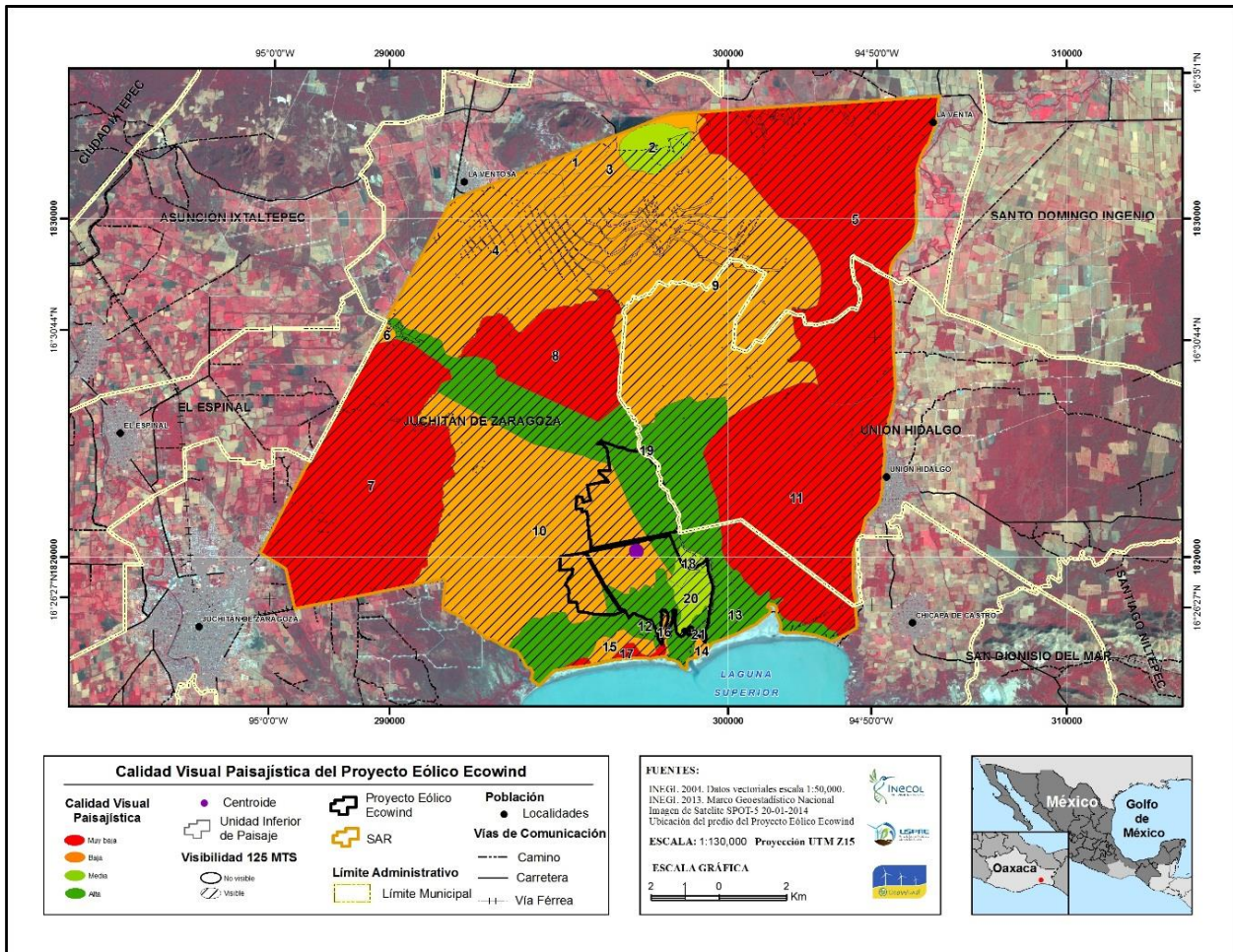


Figura 113. Mapa de la calidad visual paisajística (con una altura de observación de 125 m) del SAR.

Conclusión

El efecto de la etapa de construcción del Proyecto en la calidad visual paisajística, los valores altos, es decir los de menor afectación, se dieron en cinco unidades de paisaje, con ambientes de llanuras fluviales y de costa, pero solamente representan una cuarta parte de la superficie del SAR dichas unidades mantienen su calidad visual debido a las cualidades intrínsecas naturales como cuerpos de agua perennes (Río Espíritu Santo) y la costa, además de coberturas vegetales como bosque tropical caducifolio y manglar. En cambio las unidades de paisaje con mayor afectación y que resultaron con baja calidad visual, fueron los valores más significativos, cubriendo poco más de la mitad de la superficie del SAR en ambientes principalmente de llanuras lacustres la cuales presentan menores elementos naturales y mayor presencia antrópica como parques eólicos, población e infraestructura (artificialidad).

El cambio al establecimiento de aerogeneradores, el efecto visual en la calidad del paisaje se incrementó negativamente, ya que disminuyó aún más la calidad de las unidades que ya tenían cierta afectación en la etapa de construcción. Mientras que las unidades más naturales de llanura fluvial y de costa conservaron su calidad alta por lo que no hubo afectación sin importar su cercanía o vecindad con el Proyecto.

IV.2.3.3 Fragilidad visual paisajística

La fragilidad visual es el conjunto de características del territorio relacionadas con la capacidad de respuesta de sus propiedades paisajísticas o la susceptibilidad de un territorio al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él (Escribano *et al.*, 1987). Es la expresión del grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones (Cifuentes, 1979), es decir, mediante valoración de la fragilidad se obtiene la vulnerabilidad visual potencial de un paisaje para absorber o ser visualmente perturbado por las actividades humanas (Litton *et al.*, 1974).

La calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio que se analiza, la fragilidad depende del tipo de actividad que se piensa desarrollar. El espacio visual puede presentar diferente vulnerabilidad según se trate de una actividad u otra (Montoya *et al.*, 2003). Los elementos para conocer la fragilidad visual del paisaje se pueden clasificar en biofísicos y morfológicos como el tamaño y forma de la unidad de paisaje. Otro elemento es la visibilidad, referente a la accesibilidad visual del territorio, y a zonas naturales o antrópicas que sean atractivas a ser vistas.

Metodología

Para evaluar la fragilidad de las unidades inferiores del paisaje en el SAR se consideraron las siguientes variables (*Cuadro 111*):

Cuadro 111. Variables empleadas en la valoración de la fragilidad visual paisajística del SAR

VARIABLES PARA EVALUAR LA FRAGILIDAD			PESOS
FACTORES BIOFÍSICOS	COBERTURA VEGETAL Y USO DE SUELO	Bosque Tropical caducifolio	1
		Manglar	1
		Vegetación secundaria	2
		Pastizal	3
		Agrícola	4
		Suelo desnudo	4
		Zona inundable	4

VARIABLES PARA EVALUAR LA FRAGILIDAD			PESOS	
	PENDIENTE	<1°	1	
		1 a 5°	2	
		1 a <10	3	
		1 a >10	4	
	GEOMORFOLOGÍA	Costa acumulativa de planicies deltaicas	1	
		Llanuras de desborde fluvial	2	
		Llanura lacustre	3	
		Planicie	4	
	AMPLITUD ALTITUDINAL	100	1	
		40	2	
		20	3	
		10	4	
FACTORES DE VISIBILIDAD	ADQUIRIDA	VIALIDADES (Accesibilidad)	Caminos Secundarios	2
		Caminos Primarios	4	
	POBLACIÓN TOTAL (Presencia humana)		4	
	ATRACTIVOS	Natural	4	
		Cultura y Religioso	4	
	RELATIVA	CUENCA VISUAL	Visible	(+)

La interpretación de los pesos asignados a cada elemento es el siguiente:

Para la cobertura vegetal y uso de suelo se considera la fragilidad como el inverso de la capacidad de ésta para ocultar actividades que se realicen en el territorio. Se consideran menos frágiles las formaciones vegetales de mayor diversidad, altura y mayor complejidad de estratos.

Pendiente: se considera que a mayor pendiente mayor fragilidad, por producirse una mayor exposición de las acciones o cambios.

Amplitud altitudinal o movimiento: cuanto más amplitud o movimiento tiene una unidad más aumenta su capacidad de ocultar las actuaciones y disminuye su fragilidad.

Relieve: se consideran de mayor fragilidad (más perceptibles) las zonas culminantes o de montaña, algo menor las laderas y por último los fondos de valle.

Accesibilidad y población: cuanto más presencia de observadores tenga la unidad más fragilidad en el paisaje.

Los atractivos son considerados factores de visibilidad extrínsecos o adquiridos, son los elementos naturales o culturales que por su atractivo puede ser visto por un mayor número de personas, esto hace más frágil el paisaje o de la unidad.

Visibilidad relativa: la fragilidad visual del paisaje aumenta cuando sea visible debido a la accesibilidad visual que presenta la unidad es decir la facilidad de ver y ser visto. En este caso a la visibilidad recíproca del Proyecto afecta y modifica visualmente al paisaje interno y al SAR.

Se integraron y combinaron los resultados de cada uno de los aspectos biofísicos, visibilidad adquirida y relativa, a través de matrices de doble entrada (*Cuadro 112* y *Cuadro 113*) donde los números indican las clases: Muy Alta (5), Alta (4), Media (3), Baja (2), Muy Baja (1). Las frecuencias con que aparecen cada una de estas clases en el territorio del SAR se determinaron para cada una de las unidades inferiores de paisaje.

Cuadro 112. Matriz para valorar la visibilidad intrínseca y adquirida en las unidades de paisaje del SAR

MODELO DE MATRIZ PARA VALORAR LA VISIBILIDAD INTRÍNSECA Y ADQUIRIDA						
FACTORES BIOFÍSICOS + VISIBILIDAD ADQUIRIDA (vialidades y población)						
ATRACTIVO (Natural, Cultural y Religioso)		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
	MUY ALTA	5	5	4	3	2
	ALTA	5	4	4	3	2
	MEDIA	5	4	3	2	1
	BAJA	5	4	3	2	1
	MUY BAJA	5	4	3	2	1
	NULA	4	3	2	1	1

Cuadro 113. Matriz para valorar la fragilidad visual paisajística del SAR

MODELO DE MATRIZ PARA VALORAR LA FRAGILIDAD VISUAL PAISAJÍSTICA						
VISIBILIDAD INTRINSECA Y ADQUIRIDA						
VISIBILIDAD RELATIVA (Cuenca visual)		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
	MUY ALTA	5	5	4	3	2
	ALTA	5	4	3	3	2
	MEDIA	5	4	3	2	1
	BAJA	4	3	2	2	1
	MUY BAJA	4	3	2	1	1

Resultados

Para la obtener la valoración de la fragilidad visual paisajística, primeramente se obtuvieron las clases de la visibilidad intrínseca y adquirida y su distribución por unidad inferior (*Cuadro 114, Figura 114*). La clase alta se presentó en la unidad 5 solamente, esta unidad cuenta con la mayor cantidad de población y vialidades por lo que es más accesible a ser vista y por lo tanto más frágil.

La clase media cubre la mayor parte de superficie y de unidades (13), las cuales están ubicadas al centro y sur del SAR, en áreas con mayores elementos naturales como el río y la costa, además de cobertura vegetal de bosque tropical caducifolio y mangle, sin embargo estos recursos naturales hacen más atractivos a la población y a ser vistos ya que además cuentan con vialidades lo que en conjunto les da cierta fragilidad.

La clase baja, de visibilidad intrínseca y adquirida, se tuvo en siete unidades, al centro oeste y norte del SAR, las cualidades físicas como una amplitud altitudinal o movimiento y poca población y bajo atractivo natural y cultural los hacen poco frágiles.

Cuadro 114. Clases de visibilidad intrínseca y adquirida en las unidades de paisaje del SAR

UNIDAD INFERIOR	FACTORES BIOFÍSICOS + ADQUIRIDOS (VIALIDADES Y POBLACIÓN)	ATRACTIVOS (NATURALES, CULTURALES Y RELIGIOSOS)	VISIBILIDAD INTRÍNSECA Y ADQUIRIDA	
	VALOR	VALOR	VALOR	CLASE
1	3	2	3	MEDIA
2	2	2	2	BAJA
3	2	2	2	BAJA
4	2	2	2	BAJA
5	4	2	4	ALTA
6	3	2	3	MEDIA
7	3	2	3	MEDIA
8	2	2	2	BAJA
9	2	2	2	BAJA
10	2	2	2	BAJA
11	2	4	3	MEDIA
12	2	4	3	MEDIA
13	2	4	3	MEDIA
14	2	4	3	MEDIA
15	2	4	3	MEDIA

UNIDAD INFERIOR	FACTORES BIOFÍSICOS + ADQUIRIDOS (VIALIDADES Y POBLACIÓN)	ATRATIVOS (NATURALES, CULTURALES Y RELIGIOSOS)	VISIBILIDAD INTRÍNSECA Y ADQUIRIDA	
	VALOR	VALOR	VALOR	CLASE
16	2	4	3	MEDIA
17	2	2	2	BAJA
18	2	4	3	MEDIA
19	2	4	3	MEDIA
20	2	4	3	MEDIA
21	2	4	3	MEDIA

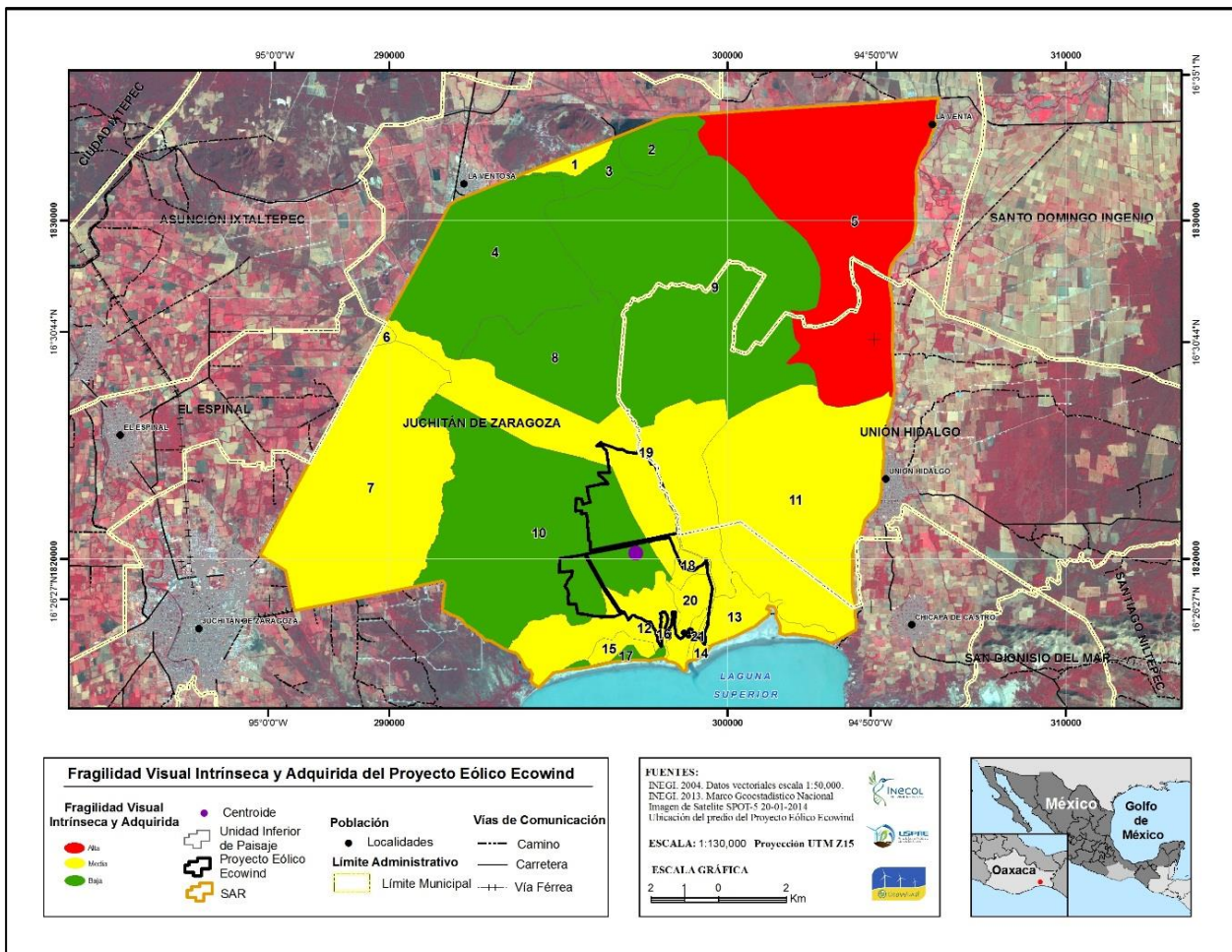


Figura 114. Mapa de fragilidad visual intrínseca y adquirida de las unidades de paisaje del SAR.

En cuanto a la fragilidad visual obtenida mediante la visibilidad relativa (cuenca visual) con alturas de observación de 3 m y 125 m por unidad de paisaje (*Cuadro 115*), se muestra que a una altura de 3 m, las clases muy alta y alta son las de mayor presencia con un total de catorce unidades, y el resto, siete unidades obtuvieron clase media; mientras que para una altura de 125 m, cuatro unidades obtuvieron el valor medio y el resto, diecisiete unidades fueron muy alta y alta. Para ambas alturas de observación no se obtuvo la clase baja, por lo que la visibilidad del Proyecto es prácticamente visible en todo el SAR afectándolo visualmente al paisaje un más con la presencia del aerogenerador.

Cuadro 115. Clase de visibilidad relativa por altura de observación de 3 m y 125 m de las unidades de paisaje del SAR

VISIBILIDAD RELATIVA					
UNIDAD INFERIOR	3 M	125 M	UNIDAD INFERIOR	3 M	125 M
1	ALTA	MUY ALTA	12	MUY ALTA	MUY ALTA
2	MEDIA	MEDIA	13	ALTA	MEDIA
3	MEDIA	ALTA	14	MUY ALTA	MUY ALTA
4	MEDIA	ALTA	15	MUY ALTA	MUY ALTA
5	MEDIA	ALTA	16	ALTA	MUY ALTA
6	MEDIA	ALTA	17	MUY ALTA	MUY ALTA
7	MEDIA	MUY ALTA	18	ALTA	MEDIA
8	ALTA	MUY ALTA	19	ALTA	MUY ALTA
9	MEDIA	ALTA	20	MUY ALTA	MEDIA
10	ALTA	MUY ALTA	21	ALTA	ALTA

Al resultado de fragilidad intrínseca y adquirida se agregó la visibilidad relativa y así se obtuvieron las clases de fragilidad visual por unidad de paisaje (*Cuadro 116*).

La fragilidad visual de las unidades con una altura de 3 m, es decir con la construcción del Proyecto, solo se tuvo una clase alta, en la unidad 5 ubicada al noreste del SAR y a mayor distancia del Proyecto (*Figura 115*), debido a sus condiciones intrínsecas, hacen a la unidad más vulnerable y frágil a los cambios externos. La clase media ocupa la mayor superficie y cantidad de unidades con catorce, principalmente en la parte centro, oeste y sur del SAR, en esta zona está ubicado el Proyecto, a pesar de su cercanía la afectación visual es media debido a las condiciones naturales predominantes en la zona como el Río y la Costa pero con mayor infraestructura vial. La clase baja se dio en seis unidades, al norte del SAR siendo considerable la superficie que ocupan.

La fragilidad visual de las unidades con una altura de 125 m, con la implementación del aerogenerador, ocho unidades obtuvieron clase alta las cuales se localizan prácticamente en los límites del SAR (*Figura 116*), de las cuales, las unidades costeras 12, 15 y 20 y donde se ubica parte del Proyecto, tienen elementos naturales las cuales resultaron muy afectadas visualmente. La clase media se presentó en doce unidades las cuales se encuentran agrupadas al centro, norte y sur del SAR y su superficie es la mayor. Debido al aumento de la fragilidad media, se obtuvo solamente una unidad (2) con clase baja, por su ubicación y condiciones de relieve que la hacen menos vulnerable a los cambios o al Proyecto con aerogenerador.

Cuadro 116. Valores y clases de fragilidad visual paisajística del SAR

FRAGILIDAD VISUAL PAISAJÍSTICA				
UNIDAD INFERIOR	VALORES	CLASES	VALORES	CLASES
	CON 3 M	CON 3 M	CON 125 M	CON 125 M
1	3	MEDIA	4	ALTA
2	2	BAJA	2	BAJA
3	2	BAJA	3	MEDIA
4	2	BAJA	3	MEDIA
5	4	ALTA	4	ALTA
6	3	MEDIA	3	MEDIA
7	3	MEDIA	4	ALTA
8	3	MEDIA	3	MEDIA
9	2	BAJA	3	MEDIA
10	3	MEDIA	3	MEDIA
11	3	MEDIA	4	ALTA
12	3	MEDIA	4	ALTA
13	3	MEDIA	3	MEDIA
14	3	MEDIA	4	ALTA
15	3	MEDIA	4	ALTA
16	2	BAJA	3	MEDIA
17	3	MEDIA	3	MEDIA
18	3	MEDIA	3	MEDIA
19	3	MEDIA	3	MEDIA
20	3	MEDIA	4	ALTA
21	2	BAJA	3	MEDIA

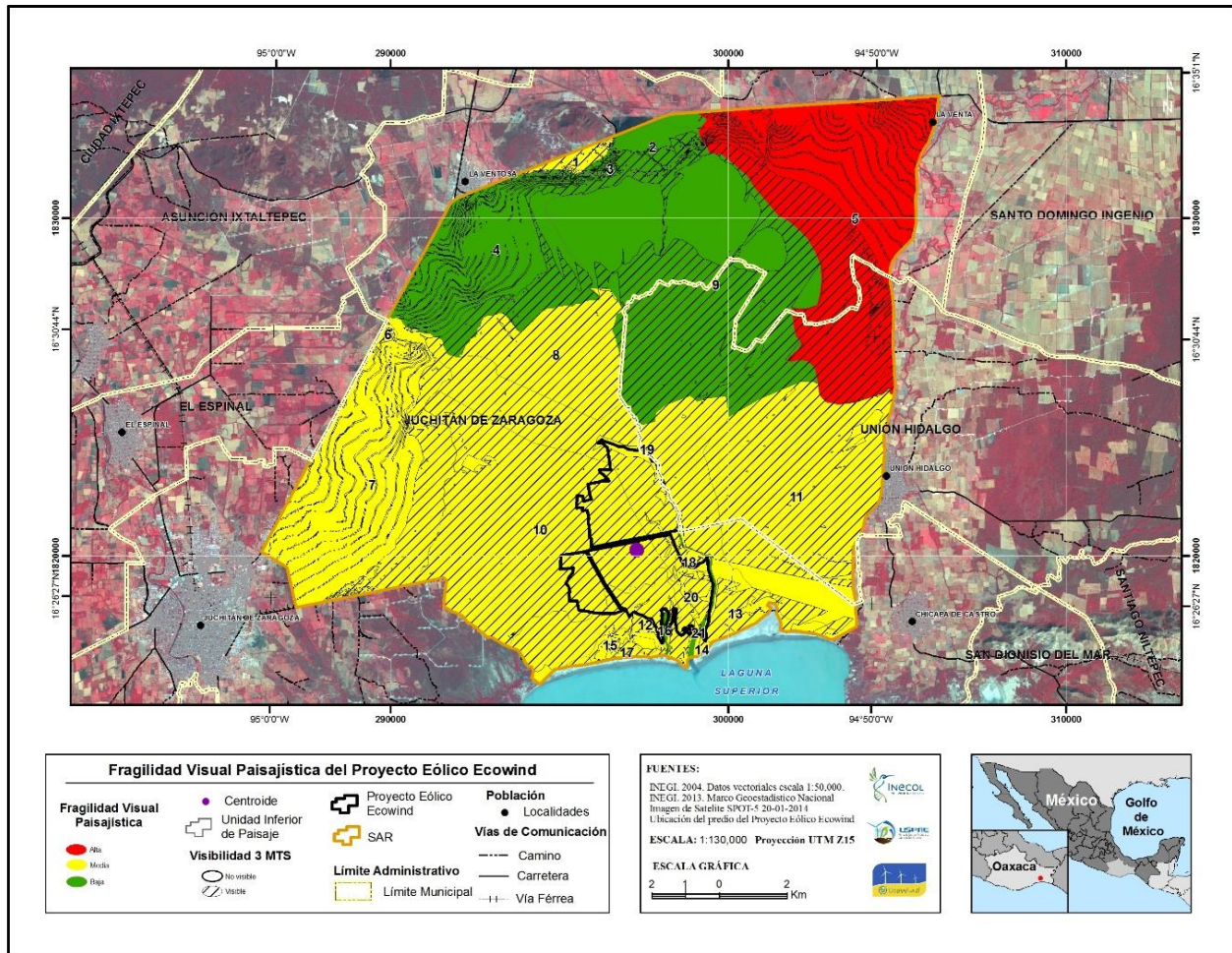


Figura 115. Mapa de la fragilidad visual paisajística (con una altura de observación de 3 m) del SAR.

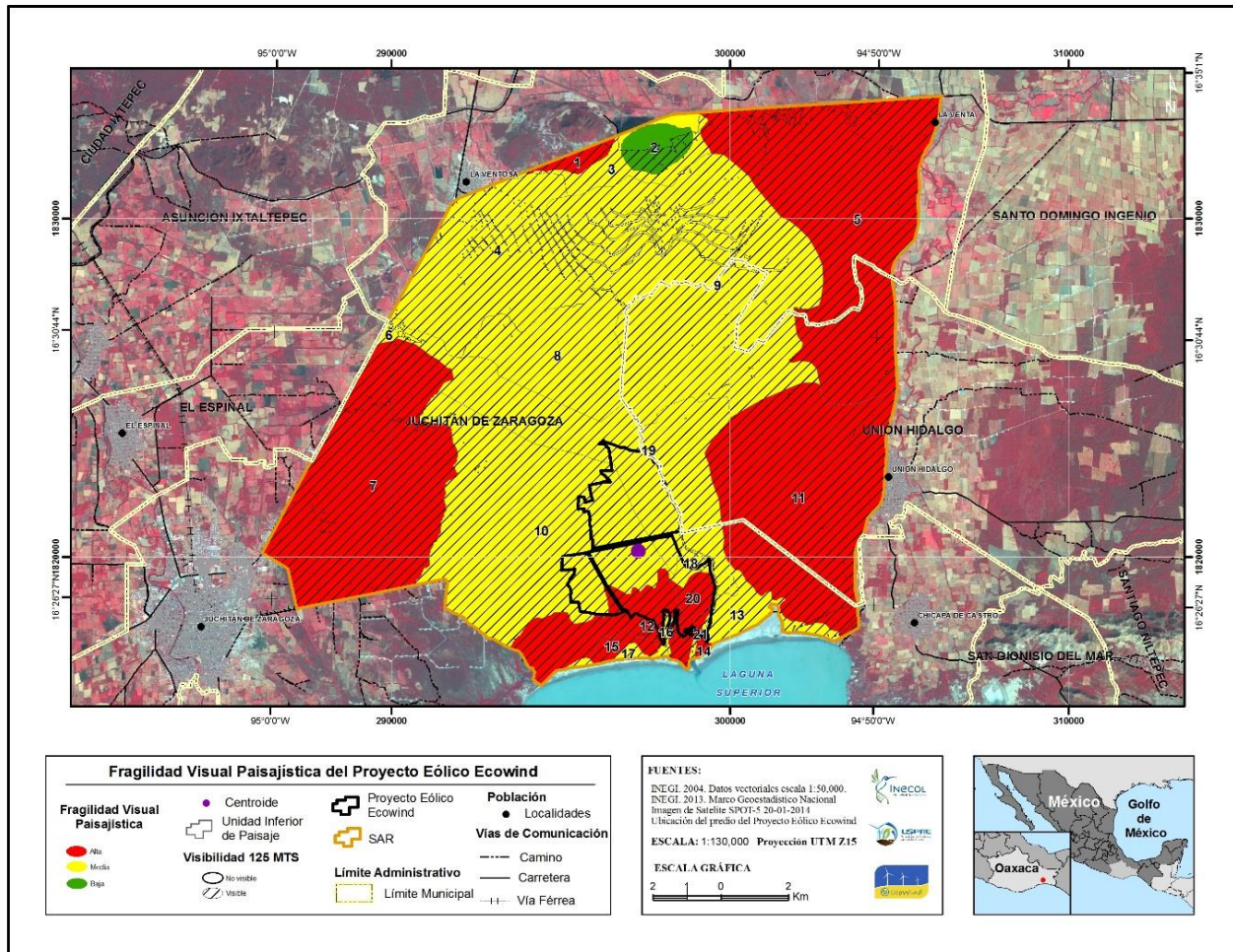


Figura 116. Mapa de la fragilidad visual paisajística (con una altura de observación de 125 m) del SAR.

Conclusión

La influencia en la fragilidad visual paisajística del Proyecto con la etapa de construcción, en la mayoría de las unidades y superficie del SAR, fue de mediana a baja, presentándose en todos los tipos de ambientes: costa, llanuras fluvial y lacustre, y planicies de relieve cárstico. Solo se obtuvo una afectación alta en una sola unidad, al noreste del SAR y lejano al Proyecto, por lo que el Proyecto en la etapa de construcción afecta de manera moderada la fragilidad paisajística del SAR.

Los efectos del Proyecto con el establecimiento del aerogenerador, en la fragilidad paisajística, aumentaron debido a que se presentó una gran superficie y unidades con fragilidad media, aunque se conservaron los ambientes más naturales de llanura fluvial y costa. Además de que los valores altos aumentaron en superficie y unidades, la mayoría en ambientes más antropizados

de llanura lacustre, a excepción de las unidades con ambiente más natural (al sur del SAR), las cuales su fragilidad aumento por el efecto visual del aerogenerador, éstas unidades costeras se encuentran dentro y junto al Proyecto, por lo que se deben tener estrategias para disminuir la fragilidad visual de dichas unidades.

IV.2.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

Contexto Regional

El Sistema Ambiental Regional comprende superficies de los municipios de Juchitán de Zaragoza y Union Hidalgo. De acuerdo con Bassols-Batalla (1990), el proyecto queda inmerso en la Meso Región Oaxaca, perteneciente a la Gran Región 6 Sur, de la Macro Región Sur. Al interior de la Meso Región Oaxaca, el proyecto está ubicado en la Región Media 131 Istmo Oaxaqueño – Salina Cruz, que forma parte del grupo de regiones medias clasificadas en la categoría de “mayor desarrollo relativo” (Bassols-Batalla, 1990); las principales actividades productivas están relacionadas con la agricultura de riego, la ganadería y la prestación de servicios.

Tomando en cuenta las proyecciones poblacionales realizadas por el Consejo Nacional de Población (www.conapo.gob.mx) se observa que Juchitán de Zaragoza tendrá un mayor crecimiento poblacional para el periodo de 2012-2030 a diferencia del municipio de Union Hidalgo (Figura 117).

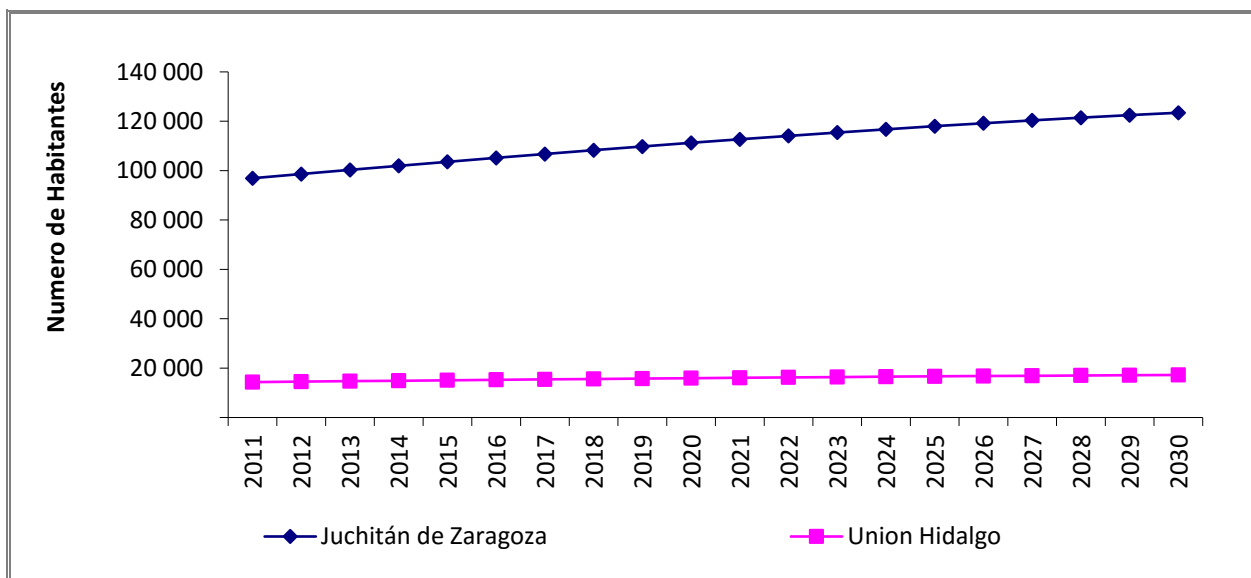


Figura 117. Proyecciones del crecimiento poblacional para los municipios presentes en el SAR (Fuente: CONAPO 2011).

La causa principal de esta realidad se deriva del efecto social de la migración de gran parte de la población económicamente activa hacia las principales ciudades de la Región del Istmo, la capital del estado, ciudades importantes de la región sur del estado de Veracruz, del estado de Tabasco, Campeche, Chiapas, Puebla y Distrito Federal; una mínima parte emigra a los estados de la Unión Americana.

De acuerdo al Prontuario Demográfico de México del 2008 del Sistema Urbano Nacional (www.conapo.gob.mx), las ciudades importantes más próximas al proyecto son Juchitán de Zaragoza y Union Hidalgo (*Cuadro 117*). La ciudad más cercana al sitio del proyecto es Juchitán de Zaragoza, cabecera municipal del municipio del mismo nombre. De las ciudades antes mencionadas, Juchitán de Zaragoza es la que presenta una mayor dinámica poblacional. La ciudad de Juchitán se está convirtiendo en el centro de operaciones de las empresas, tanto nacionales como extranjeras, que están desarrollando los proyectos eólicos en la región.

Cuadro 117.Tasa de crecimiento medio anual de los municipios presentes en el SAR del Proyecto Eólico Ecowind.

CIUDAD	POBLACIÓN					TASA DE CRECIMIENTO (%)			
	1990	1995	2000	2005	2010	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010
Juchitán de Zaragoza	53,666	62,065	64,642	85,869	93,038	0.86	0.96	0.75	0.92
Unión Hidalgo	11957	12910	12140	12983	13970	0.93	1.96	0.94	0.93

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Social (LGDS) la medición de la pobreza debe incorporar al menos los indicadores de ingreso corriente per cápita, rezago educativo promedio en el hogar, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, acceso a los servicios básicos en la vivienda, acceso a la alimentación y el grado de cohesión social. De esta forma, se reconoce el fenómeno de la pobreza como una manifestación multidimensional de carencias en la esfera del bienestar social.

En este sentido, la medición de la pobreza en México por ingresos y rezago social en los niveles estatal, municipal y a nivel de localidades, es llevada a cabo por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) a partir del ingreso corriente per cápita y basada en la metodología de línea de pobreza, el cual se divide en tres niveles (CONEVAL, 2007).

Pobreza alimentaria.- Incapacidad para obtener una canasta básica alimentaria, aún si se hiciera uso de todo el ingreso disponible en el hogar para comprar sólo los bienes de dicha canasta.

Pobreza de capacidades.- Insuficiencia del ingreso disponible para adquirir el valor de la canasta alimentaria y efectuar los gastos necesarios en salud y en educación, aún dedicando el ingreso total de los hogares nada más para estos fines.

Pobreza de patrimonio.- Insuficiencia del ingreso disponible para adquirir la canasta alimentaria, así como para realizar los gastos necesarios en salud, vestido, vivienda, transporte y educación, aunque la totalidad del ingreso del hogar sea utilizado exclusivamente para la adquisición de estos bienes y servicios.

A escala nacional y con base a los resultados presentados por CONEVAL (2010), se puede observar que la entidad con mayor incidencia de pobreza alimentaria es el estado de Chiapas, dado que 32,8% de su población se encuentra en esta situación, le siguen los estados de Guerrero con 28,08%, y en tercer lugar el estado de Oaxaca con 26,6%.

En lo referente a pobreza de capacidades, en primer lugar se encuentra Oaxaca con 39,9 puntos porcentuales reportados, le sigue el estado de Guerrero que reporta 39,6%. Lo mismo ocurre con las estimaciones para la pobreza de patrimonio con los estados de Chiapas, Guerrero y Oaxaca, con 80,96%; 69,5% y 68,6%, respectivamente. Los tres estados se encuentran por arriba del promedio a nivel nacional de la población en situación de pobreza.

Considerando los mapas de pobreza y rezago social 2010 (*Figura 118*), elaborados por CONEVAL el estado de Oaxaca se encuentra dividido en ocho regiones en cuanto a pobreza por ingresos e índice de rezago social. En este sentido, el SAR se encuentra localizado en un grado de rezago social bajo, que a nivel estatal en este grado de rezago se encuentran 85 municipios del Istmo, entre los cuales se encuentra Juchitán de Zaragoza, municipio en donde se pretende desarrollar el Proyecto.

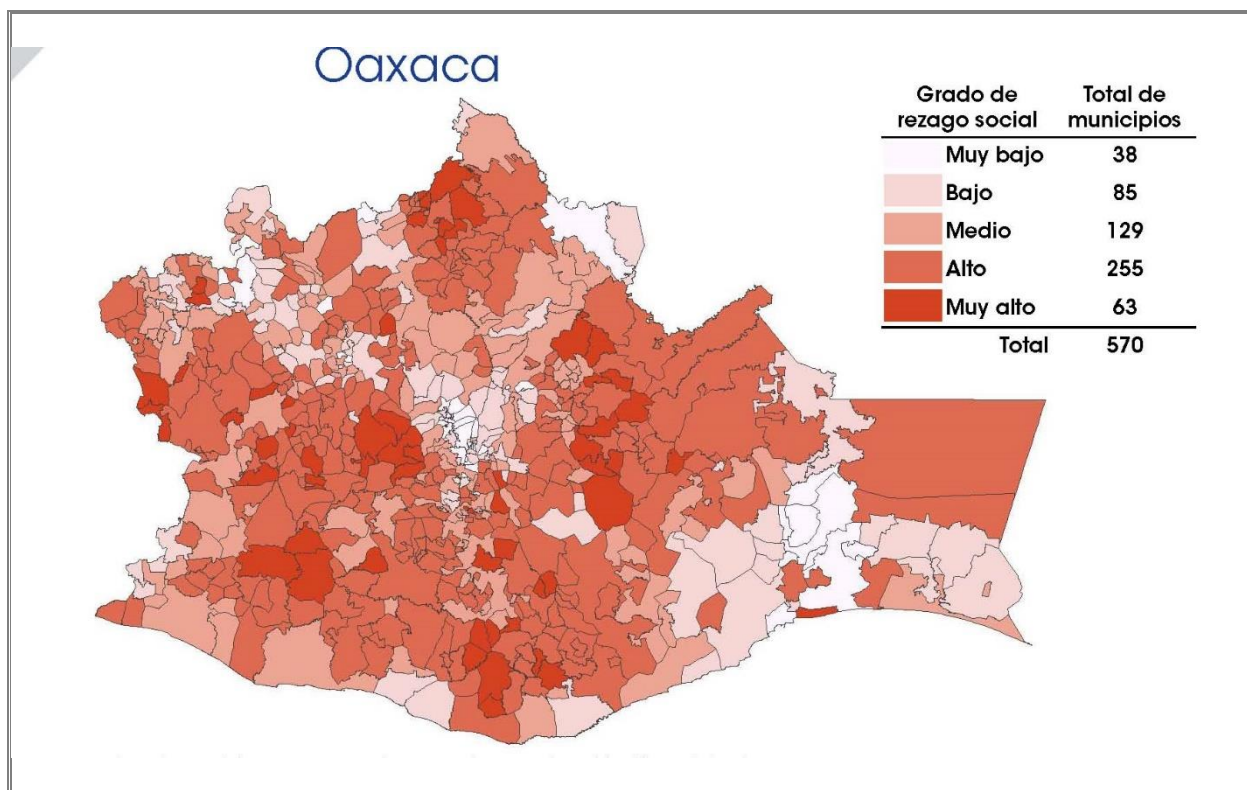


Figura 118. Grado de Rezago Social a nivel municipal. Fuente: Estimaciones del Coneval con base en el XIII Censo General de Población y Vivienda 2010, y la encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares 2010.

A escala municipal y con base en los resultados obtenidos para los tres municipios dentro del SAR del Proyecto, en lo que respecta al porcentaje de la población en condición de pobreza alimentaria, pobreza de capacidades y pobreza de patrimonio se muestran en el *Cuadro 118*.

Cuadro 118. Porcentaje de población en situación de pobreza.

ENTIDAD FEDERATIVA	POBREZA ALIMENTARIA	POBREZA DE CAPACIDADES	POBREZA DE PATRIMONIO
Nacional	24.9	20.6	49.0
Chiapas	32.8	36.5	80.5
Guerrero	28.8	39.6	69.5
Oaxaca	26.6	39.9	68.0
Municipios dentro del SAR			
Juchitán de Zaragoza	32.59	44.17	70.88
Union Hidalgo	19.19	28.7	55.1

El Índice de rezago social, incorpora indicadores de educación, de acceso a servicios de salud, de servicios básicos, de calidad y espacios en la vivienda, y activos en el hogar. Los datos empleados se obtuvieron de los resultados definitivos del XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

En este sentido, el estado de Oaxaca se encuentra entre los cuatro estados con grado de rezago social Muy Alto, ocupando el tercer lugar, apenas debajo de Chiapas y Guerrero. En cuanto a los municipios que se encuentran inmersos en el SAR, el municipio que presenta el menor grado de rezago social es Juchitán de Zaragoza, a pesar que es el municipio en donde actualmente empresas extranjeras se están asentando, por el desarrollo eólico en la región, por lo que sin duda, este tipo de proyectos traerán un mayor desarrollo en el municipio en beneficio de población que se encuentre en condiciones de rezago social y pobreza, y mejores oportunidades de crecimiento para los municipios presentes en el SAR (*Cuadro 119*).

Cuadro 119. Porcentaje de población en situación de pobreza por rezago social.

ENTIDAD FEDERATIVA	LUGAR QUE OCUPA EN EL CONTEXTO NACIONAL	ÍNDICE DE REZAGO SOCIAL	GRADO DE REZAGO SOCIAL	GRADO DE MARGINACIÓN	INDICE DE MARGINACIÓN
Oaxaca	3	2.20	Muy Alto	Muy Alto	2.41
Municipios dentro del SAR					
Juchitán de Zaragoza	1708	-0.63	Muy Bajo	Medio	-0.589
Unión Hidalgo	1,896	-0.84	Muy Bajo	Bajo	-0.82

Aspectos sociales

• Demografía

Con base en los datos del XIII Censo General de Población y Vivienda 2010 del INEGI en el SAR habitan 2 526 en doce localidades pertenecientes a los municipios de Juchitán de Zaragoza y Unión Hidalgo (*Cuadro 120*).

La mayoría de los habitantes (85,55 %) vive en la localidad de La Venta. Se considera que la mayoría de las personas que habitan en estas localidades, no se verán afectados por el establecimiento del Proyecto. Cabe mencionar que las localidades más cercanas al área de influencia del Proyecto son: Estero Guiee, Santa Cruz de los pescadores, Colonia Juquilita y Unión Hidalgo (*Figura 119*). Dentro del área de influencia del Proyecto no se encuentra ninguna localidad inmersa.

Cuadro 120.Localidades y número de personas presentes en el SAR cercanas a este y que podrían verse afectadas por el establecimiento del Proyecto.

CLAVE_LOC	LOCALIDAD	POB. TOTAL	POB. MASCULINA	POB. FEMENINA	MUNICIPIO
Sistema Ambiental Regional					
5	La Venta	2161	1046	1115	Juchitán de Zaragoza
15	Parada San Vicente	102	57	45	Juchitán de Zaragoza
14	Santa Cruz de los Pescadores	101	50	51	Union Hidalgo
9	Santa Rita	35	19	16	Juchitán de Zaragoza
19	Colonia Juquilita	34	15	19	Union Hidalgo
29	El Tamarindo	28	13	15	Juchitán de Zaragoza
124	Colonia Jesus González Cortaza	17	10	7	Juchitán de Zaragoza
158	El Pirul (El retiro)	13	8	5	Juchitán de Zaragoza
105	El Caballero Burro	10	7	3	Juchitán de Zaragoza
21	La Estancia (Santa Cecilia)	9	0	0	Juchitán de Zaragoza
71	Estero Guiee	8	6	2	Juchitán de Zaragoza
24	Piedra Larga	8	5	3	Juchitán de Zaragoza
Total		2526	1236	1281	
Nivel Municipal					
43	Juchitán de Zaragoza	74825	36187	38638	Juchitán de Zaragoza
557	Union Hidalgo	13970	6749	7221	Union Hidalgo
TOTAL		88795	42936	45859	

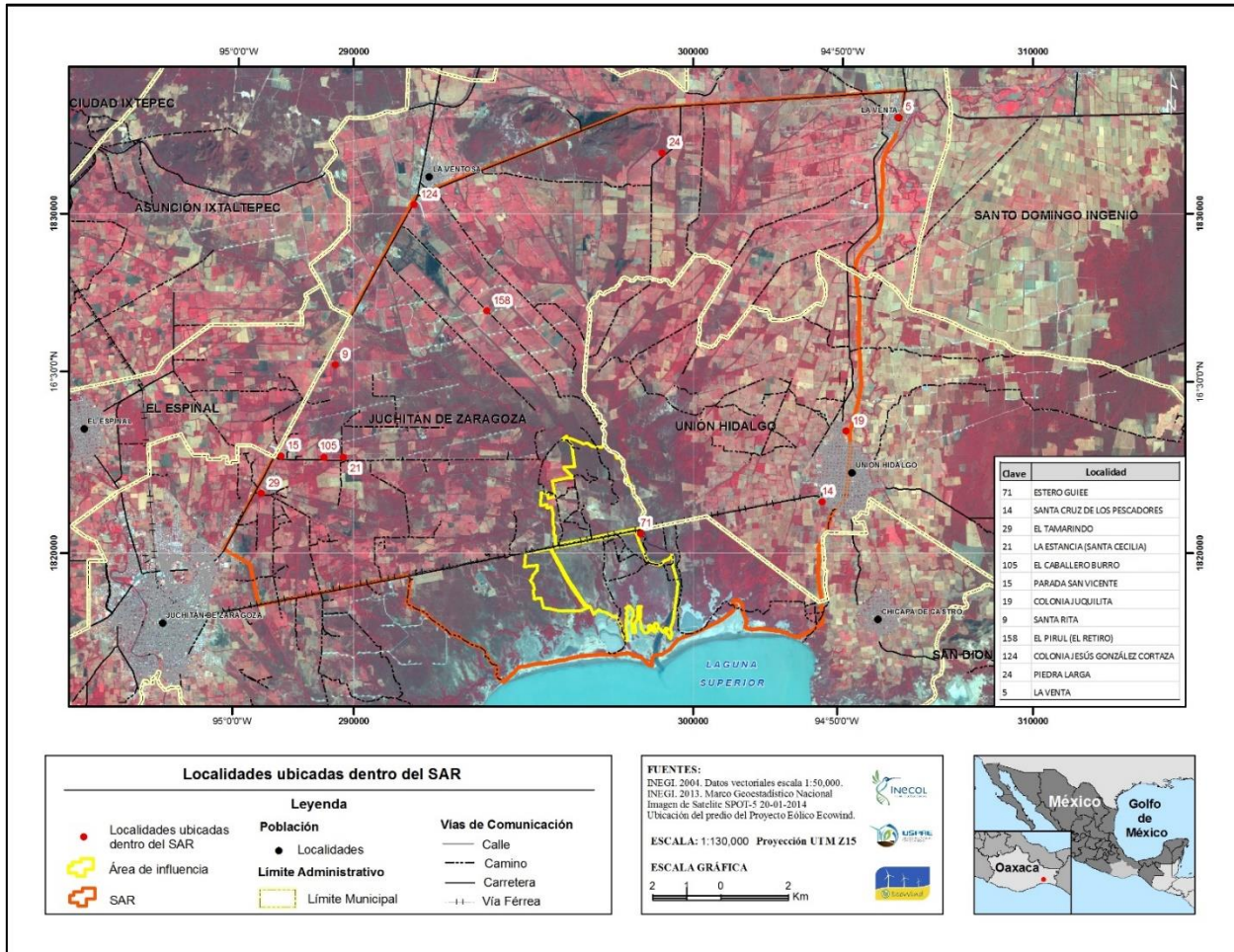


Figura 119. Mapa de las localidades cercanas al SAR del Proyecto.

La distribución de la población por edad y sexo que habita a nivel del SAR se centra en la base de la pirámide de edades lo que indica una población joven (Figura 120). Una población joven representa recurso humano en caso de que se necesite la contratación de mano de obra para la construcción del Proyecto.

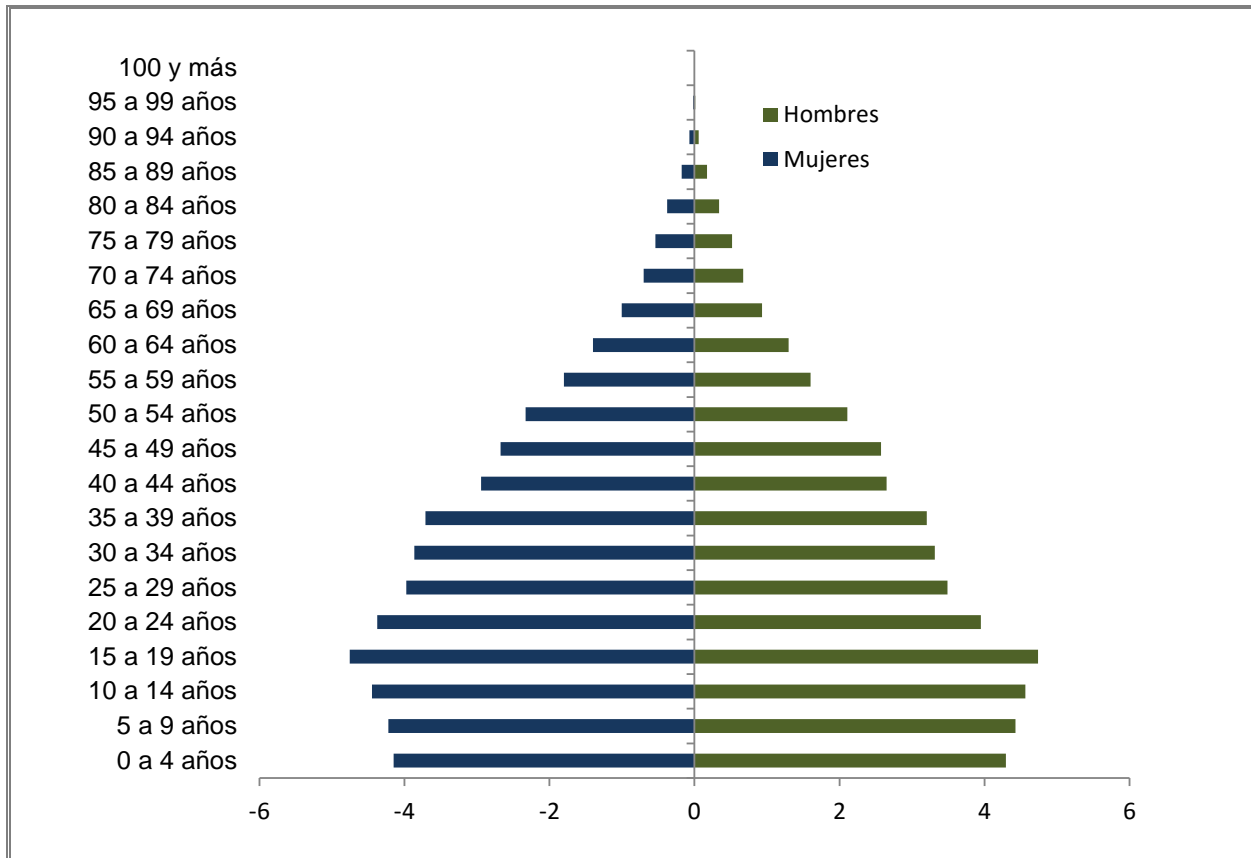


Figura 120. Pirámide de edades de los habitantes presentes en el SAR.

La densidad poblacional en una escala municipal indica que de los dos municipios en los que se encuentra inmerso el SAR, Juchitán de Zaragoza es el que presenta mayor densidad poblacional, inclusive mayor a la densidad calculada a nivel estatal (*Cuadro 121*) Aunque se debe señalar que el mayor porcentaje de población para el caso de Juchitán de Zaragoza el 82,35% se concentra en la cabecera municipal. Para el caso de Union Hidalgo la mayoría de la población 97,94% se concentra en la cabecera municipal, y tiene una densidad de población de 91.40 habitantes por km cuadrado.

Cuadro 121. Densidad demográfica de los municipios presentes en el SAR del Proyecto Ecowind.

MUNICIPIO	SUPERFICIE TOTAL KM2	POBLACIÓN TOTAL DEL MUNICIPIO	DENSIDAD DE POBLACIÓN
Juchitán de Zaragoza	914.418 km 2	93,038	107.75 habitantes/km2
Union Hidalgo	132.69	13,970	91.40 habitantes/ km2

• **Empleo y actividades productivas**

La información sobre la actividad económica y por sector se obtuvo a través del Censo de Población y vivienda 2010, de acuerdo a los principales resultados por localidad (ITER 2010) la información presente en el *Cuadro 122* se indica la población económicamente activa e inactiva, así como el porcentaje de la población ocupada y desocupada de los municipios y localidades presentes en el SAR

La localidad de La Venta, perteneciente al municipio de Juchitán, es una de las principales localidades presentes en el SAR, sin embargo el 44,28% de la población que no realiza ninguna actividad.

Respecto a las localidades más cercanas al área de influencia del Proyecto en Estero Guiee, el 87,5% de la población está ocupada. Para el resto de las localidades inmersas en el SAR el porcentaje del total de la población que se encuentra ocupada se presenta en el *Cuadro 123*.

Cuadro 122. Población económicamente activa de las localidades dentro del SAR, más cercanas al área de influencia del proyecto.

LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN ECO. ACTIVA	POBLACIÓN ECO. INACTIVA	POBLACIÓN OCUPADA	POBLACION DESOCUPADA	% DE LA POBLACIÓN OCUPADA
La Venta	2161	744	957	697	47	32.3
Parada San Vicente	102	30	41	29	1	28.4
Santa cruz de los pescadores	101	30	38	27	3	26.7
Santa Rita	35	14	14	13	1	37.1
Colonia Juquilita	34	10	14	9	1	26.5
El Tamarindo	28	10	14	10	0	35.7
Colonia Jesus González Cortaza	17	6	7	6	0	35.3
El Pirul (El Retiro)	13	7	3	7	0	53.8
El caballero burro	10	4	3	4	0	40.0
La estancia (Santa Cecilia)	9	0	0	0	0	-
Estero Guiee	8	7	1	7	0	87.5
Piedra Larga	8	4	2	4	0	50.0
*Localidades más cercanas al área de influencia del Proyecto.						

En cuanto a la población económicamente activa a nivel municipal, en el *Cuadro 122*, se muestra el porcentaje de la población ocupada en los municipios en los que se encuentra inmerso el SAR.

Cuadro 123. Porcentaje del número de población ocupada a nivel municipal.

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA TOTAL (PEAT)	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE INACTIVA	POBLACIÓN OCUPADA	POBLACIÓN DESOCUPADA EN RELACIÓN A LA PEAT
Juchitán	93,038	36,238	35,196	34,576	1,662 (4,58%)
Unión Hidalgo	13,970	4,588	6,466	4,353	245 (5,34%)

La Población Económicamente Activa (PEA) en los municipios donde se encuentra el SAR, el municipio de Juchitán de Zaragoza muestra que de la población total solo el 34,57% esta ocupada. Para el Municipio Unión Hidalgo de la población total el 4,35% se encuentra ocupada. Sin embargo, de la población económicamente activa en ambos municipios más del 95 % se encuentra ocupada respecto a la PEA Total, lo que demuestra que estos municipios brindan oportunidades laborales que les permite a los pobladores mantenerse ocupada.

Con base en el Sistema de Información Básica Municipal del Estado de Oaxaca, indica que la población económicamente activa para los municipios presentes en el SAR pertenece al sector terciario (*Cuadro 124*).

» Sector primario

El Sector Primario contempla la agricultura, la ganadería y la caza. En el municipio de Unión Hidalgo, se cultiva maíz, frijol, sorgo, melon y sandía. La actividad ganadera es de importancia en la región cuenta con diferentes especies como el ganado bovino, caprino, ovino, equino y aves de corral. Asimismo otra actividad que se lleva a cabo es la pesca, esta actividad es cotidiana con los grupos solidarios de pescadores del municipio, considerandose de gran importancia economica.

Para el Municipio de Juchitán de Zaragoza, se cultiva sandía, maíz, sorgo, frijol, ajonjolí, calabaza, cacahuete, jitomate y chile, se cría ganado vacuno, porcino, caprino y aves de corral; y tambien existen cooperativas pesqueras, grupos solidarios de pescadores solidarios ribereños pescan guachinangos, cazón, bagre, roncador, camarón, jaiba y chacales.

• **Sector Secundario**

En el sector secundario en el municipio de Juchitán esta conformado por la industria, como es el caso de la fábrica de cal, fabrica de refrescos y una comercializadora de mole y chocolate. En el municipio de Unión Hidalgo cuenta con manufacturas de tejido de palmas.

• **Sector terciario**

Del sector terciario se tiene solo dos actividades realizadas en el municipio de Unión Hidalgo, el comercio y servicio educativo.

El municipio cuenta con locales comerciales, en los que se encuentran artículos de primera y segunda necesidad, como son alimentos, calzado, prendas de vestir, muebles para el hogar e industrias pequeñas, aparatos electrónicos, material de ferretería, artículos de papelería, restaurantes y cafeterías.

El secreto de una vida económica desahogada es la aportación que la mujer hace; tradicionalmente se incorporan al comercio conectado con la actividad de su marido, dando valor agregado al producto del trabajo del hombre. En el caso del municipio de Juchitán de Zaragoza las principales actividades son: turismo y comercio.

El turismo es el factor económico importante, los visitantes son atraídos por lo pintoresco de la región, el atractivo de las playas, por las festividades regionales conocidas como las velas en las que la mujeres lucen sus trajes típicos, se celebran bailes de gala y se reparten frutas y cultivos de la temporada, esto se celebra en los meses de mayo y septiembre. Aguas termales al pie del cerro denominado Mazahue situado a 3 kms. de la población hacia el norte existen unos pozos en los que brotan aguas termales.

Juchitán de Zaragoza, está considerado como un centro comercial donde acuden las poblaciones aledañas a realizar sus compras para el abasto de mayoreo y menudo.

Cuadro 124. Porcentaje de la población ocupada por sector de los municipios en donde se encuentra inmerso el SAR.

PEA OCUPADA POR SECTOR DE ACTIVIDAD	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	UNIÓN HIDALGO
Primario	9,69 %	19,44 %
Secundario	31,01 %	25,14 %
Terciario	59,03 %	55,2 %

En el Cuadro 125, se muestra el porcentaje de la población ocupada por sector y rama de actividad.

Cuadro 125. Población ocupada por rama de actividad

SECTOR	ACTIVIDAD	UNION HIDALGO	JUCHITÁN DE ZARAGOZA
Primario		%	
	PEA Agricultura, Ganadería y Caza	26,24	14,1
Secundario			
	PEA Minería	1,49	0,29
	PEA Industrias Manufactureras	15,94	20,3
	PEA Construcción	6,5	9,3
	PEA Electricidad y Agua	0,22	0,46
Terciario			
	PEA Servicios inmobiliarios y bienes muebles	0,06	0,11
	PEA Comercio	13,23	19,92
	PEA Transportes y Comunicaciones	2,05	3,47
	PEA Servicios Financieros	0,19	0,35
	PEA Actividad Gobierno	3,63	4,03
	PEA Servicios de Esparcimiento y Cultura	1,61	0,93
	PEA Servicios Profesionales	0,72	1,33
	PEA Servicios Restaurantes y Hoteles	3,32	5,19
	PEA Apoyo a los negocios	0,19	0,88
	PEA Servicios Educativos	16,41	7,73
	PEA Servicios de Salud y Asistencia Social	0,86	2,06
Sistema de Información básica Municipal del Estado de Oaxaca http://www.oaxaca.gob.mx/?page_id=16920			

• **Servicios Públicos**

La cobertura de Servicios públicos de acuerdo a la apreciación del Ayuntamiento de Juchitán de Zaragoza es el siguiente (Cuadro 126):

Cuadro 126. Cobertura de servicios del municipio de Juchitán.

COBERTURA DE SERVICIOS	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	UNIÓN HIDALGO
Agua potable	90 %	85 %
Alumbrado Público	80 %	90 %
Mantenimiento del Drenaje Urbano	70 %	45 %
Recolección de basura y limpieza de las vías públicas	80 %	65 %
Seguridad Pública	60 %	30 %
Pavimentación	90 %	45 %

En cuanto a medios de comunicación, el municipio de Juchitán de Zaragoza recibe los periódicos nacionales, de la región y del estado de Oaxaca, recibe las señales de estaciones de radio de la localidad, los canales de televisión, cuentan también con antenas parabólicas, tienen los servicios de correos, telégrafos, paquetería, cobertura de servicios telefónicos para cada vivienda y servicio de telefonía celular. En lo concerniente a Vías de Comunicación, el municipio cuenta con infraestructura de carretera pavimentada, que lo comunica con sus localidades, la carretera transístmica y la carretera federal que comunica con la capital del estado, México y además actualmente está en funcionamiento el ferrocarril.

Los servicios para el municipio de Unión Hidalgo, los medios de comunicación son las estaciones de radio, las señales de los canales de televisión. Cuenta también con los servicios de antenas parabólicas, oficina de telégrafos, teléfono y correos. Asimismo, cuentan con dos carreteras revestidas, una comunica a Juchitán, la otra parte de la carretera panamericana en el entronque de La Venta y tiene aproximadamente 12 kms. a la desviación del poblado de Unión Hidalgo a La Venta, que es la principal localidad inmersa en el SAR.

Aunque, no tiene el grado de urbanización que Juchitán de Zaragoza, pero sí comparte características con otras ciudades pequeñas como El Espinal. Respecto a las localidades más cercanas al área de influencia: Estero Guiee, Santa Cruz de los pescadores y Colonia Juquilita son localidades rurales con un grado de marginación alto. Sin embargo en la localidad Estero Guiee cuentan con carretera pavimentada y medio de transporte público. Es probable que con la implementación del PE Ecowind estas localidades que se encuentran cercanas al área de influencia tengan mejores oportunidades de desarrollo.

• **Vivienda y Urbanización**

La disponibilidad de servicios urbanos y el equipamiento de las viviendas particulares, de los servicios básicos y por municipio, se resume en el *Cuadro 127*.

Cuadro 127. Servicios en la vivienda y la urbanización a nivel municipal.

VIVIENDA Y URBANIZACIÓN CNPV 2010	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	UNIÓN HIDALGO
Viviendas particulares habitadas	22,385	3,660
Viviendas particulares que disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda	20,194	3,588
Viviendas particulares que disponen de energía eléctrica	21,744	3,600
Viviendas particulares que disponen de drenaje	21,509	3,596
Promedio de ocupantes por vivienda particular	4.2	3.82
Fuente: INEGI. México en cifras, 2011.		

El sistema de drenaje en Juchitán de Zaragoza en las colonias populares existe deficiencia en los servicios de agua potable, electrificación y drenaje sanitario, ya que estas son de reciente creación y varias de ellas todavía no cuenta con registro requiriéndose a corto plazo la ampliación de redes de distribución. En las agencias municipales en su mayoría no cuentan con este sistema, son principalmente fosas sépticas. Por ello, demandan de una red de drenaje para no afectar los mantos acuíferos ya que la población se abastece de agua mediante pozos profundos.

En el municipio de Unión Hidalgo, no cuenta con sistema de drenaje utilizan fosas sépticas, cuentan con agua potable y electricidad y gran parte de las avenidas y calles faltan de pavimentar. En Unión Hidalgo el 91,6 % de las viviendas disponen de agua entubada, 91,6% y el 98,5 % disponen de energía eléctrica. Se cuenta con 4 bombas de agua con tanque elevado para el suministro del vital líquido a la población.

Los servicios en la vivienda y la urbanización de los municipios donde se encuentra el SAR muestran la disponibilidad de agua por red de distribución municipal, energía eléctrica y drenaje; sin embargo ningún municipio tiene una cobertura total en las viviendas particulares.

Con base en los datos del XIII Censo General de Población y Vivienda 2010 del INEGI, la Cobertura de servicios básicos con los que cuentan las viviendas particulares habitadas más cercanas al área de influencia, solo existen datos para Estero Guiee, y de las viviendas habitadas solo una cuenta con servicios básicos (*Cuadro 128*), distinguiéndose un rezago en los servicios, solo 1 cuenta con servicios. No existen datos para el resto de las localidades.

Cuadro 128. Cobertura de servicios básicos con los que cuentan las viviendas particulares habitadas más cercanas al área de influencia.

LOCALIDAD	TOTAL DE VIVIENDAS HABITADAS	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS QUE DISPONEN DE			
		AGUA ENTUBADA	DRENAJE	ENERGÍA ELÉCTRICA	AGUA Y DRENAJE
Estero Guiee	3	1	1	1	1
Santa Cruz de los pescadores	22	-	22	21	22
Colonia Juquilita	8	1	7	7	7

• **Salud**

La cobertura de los servicios de salud están en función de la población derechohabiente y por lo tanto de que un empleador brinde todas las prestaciones laborales, como la atención a la salud. Los municipios donde se encuentra el SAR cuentan con población derechohabiente (PDH) a la que le corresponde su atención médica en el IMSS o en el ISSTE, el municipio de Unión Hidalgo cuenta con 1 Clínica del ISSSTE, 1 Clínica del IMSS-PEMEX y 1 Centro de Salud de S.S.O.

Para el factor PDH se dispone de información a nivel del SAR y es: Asunción Ixtaltepec (4,209 PDH), El Espinal (6,234 PDH) y Juchitán de Zaragoza (41,498 PDH).

Sin embargo también existe población no derechohabiente (PNDH) que se desconoce a dónde recurre para la atención a su salud. Esta falta de información no es privativa de los municipios donde se encuentra el SAR, ni del estado de Oaxaca, sino que el INEGI no cuenta con un instrumento para su medición. Para los municipios bajo análisis tenemos los siguientes datos. Asunción Ixtaltepec (6,257 PNDH), El Espinal (1,897 PNDH) y Juchitán de Zaragoza (41,092 PNDH).

Para el factor PNDH se cuenta con información a nivel del SAR y es: Asunción Ixtaltepec (3,119 PNDH), El Espinal (1,873 PNDH) y Juchitán de Zaragoza (33,252 PNDH).

Otras opciones para la atención a la salud es recurrir a la Secretaría de Salud del Estado de Oaxaca, al Seguro Popular o en Instituciones de asistencia social, sin embargo no se cuenta con datos estadísticos excepto el total de Familias Beneficiadas por el Seguro Popular, las cuales son: Asunción Ixtaltepec (1,700), El Espinal (977) y Juchitán de Zaragoza (11,557).

- **Educación**

Con respecto a la educación, del número de personas que habitan dentro del SAR presenta rezagos característicos del sector rural de México.

A nivel municipal Juchitán de Zaragoza cuenta con 16 jardines de niños, 49 primarias, 6 telesecundarias, 7 secundarias, 17 centros de capacitación, 3 nivel medio superior, un Instituto Tecnológico del Istmo y una escuela normal superior del Istmo.

La población en edad escolar y la cobertura de los servicios de educación se consideran cubiertos en los municipios donde se encuentra el SAR debido a que cada municipio cuenta con escuelas en educación básica y media superior, con la siguiente distribución Juchitán de Zaragoza (128); así como escuelas primaria indígena.

El municipio de Unión Hidalgo cuenta con 21 instituciones entre el nivel preescolar, primaria, secundaria y preparatoria donde se cursan los primeros niveles de educación. A nivel preescolar existen 7 Jardín de niños, a nivel media básica 9, nivel medio 3, y nivel superior existe el colegio de Bachilleres del Edo. de Oaxaca.

En la actualidad, en Unión Hidalgo se da un alto grado de estudios debido al número suficiente de escuelas, al terminar su nivel preparatoria continúan sus estudios viajando diario a Juchitán o Ciudad Ixtepec o bien emigran a Tuxtepec, la Ciudad de Oaxaca o la Ciudad de México, D.F.

Se puede considerar que la escolaridad y servicios educativos en los municipios donde se encuentra el SAR cuentan con atención para todos los niveles educativos, desde el preescolar al bachillerato; así como una primaria indígena. La educación a nivel profesional y subsiguiente debe buscarse fuera de estos municipios.

Respecto a las localidades cercanas al área de influencia, solo existen datos para Estero Guiee, de los ocho habitantes que radican en esta localidad indican que dos terminaron la primaria y dos no la concluyeron. Asimismo dos habitantes de 15 años y más completó el nivel secundaria y uno no la concluyó. El grado promedio escolar en la localidad de Estero Guiee es de 3,57. NO existen datos para el resto de las localidades. (INEGI 2010).

• **Marginación**

Los índices de marginación se establecen con base al grado de satisfacción de las necesidades básicas de una población y que son satisfechas a través del equipamiento urbano y acceso a la educación y salud con que se cuenta. En la siguiente tabla se muestran los índices de los municipios en los que se encuentra el SAR (*Cuadro 129*).

Cuadro 129. Índice de marginación y grado de marginación de los municipios donde se encuentra el SAR.

MUNICIPIO	ÍNDICE DE MARGINACIÓN	GRADO DE MARGINACIÓN
Juchitán de Zaragoza	-0.73	Bajo
Unión Hidalgo	-0.86	Bajo

Fuente: INAFED-Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Datos preliminares Índice de marginación de los municipios, 2010.

El índice de marginación indica un grado bajo, lo cual es representativo de los municipios del estado e indica un grado de desarrollo desigual a pesar de ser municipios colindantes.

• **Índice de desarrollo humano**

Esté índice toma en cuenta los índices anteriores e incorpora las variables económicas que determinan el ingreso per cápita de la población sin importar el sector de la economía en que se desenvuelven. En la siguiente tabla se resume el índice de desarrollo por municipio en el se encuentra el SAR (*Cuadro 130*).

Cuadro 130. Índice de desarrollo humano de los municipios donde se encuentra el SAR

MUNICIPIO	ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO	GRADO DE DESARROLLO HUMANO	INGRESO PERCAPITA EN DÓLARES (PPC)	TASA DE MORTALIDAD INFANTIL	ÍNDICE DE EDUCACIÓN
Juchitán de Zaragoza	0.740	Medio alto	4,639	24.1	0.739
Unión Hidalgo	0.81	Alto	6,702	11.12	0.794

Fuente: CONAPO

• **Índice de pobreza**

De acuerdo al catalogo de localidades de Sedesol en la región donde se localiza el SAR, el grado de marginación de los Municipios de Juchitán de Zaragoza y Unión Hidalgo es medio y bajo, respectivamente. De las localidades cercanas al área de influencia existen datos para Estero Guiee, Santa Cruz de los Pescadores y para Colonia Juquilita (*Cuadro 131*).

Cuadro 131. Índice y grado de marginación, lugar que ocupa en el contexto estatal y nacional por municipio.

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL	ÍNDICE DE MARGINACIÓN	GRADO DE MARGINACIÓN	LUGAR QUE OCUPA EN EL CONTEXTO ESTATAL	LUGAR QUE OCUPA EN EL CONTEXTO NACIONAL
Estero Guiee	8	- 0.45472	Alto	516	11878
Santa Cruz de los pescadores	101	-1.00	Alto	*	*
Colonia Juquilita	34	-1.00	Alto	*	*

En cuanto al rezago social, a nivel municipal y de acuerdo a los datos del Censo de Población y Vivienda 2010, los municipios presentes en el SAR tienen un rezago social Bajo y muy bajo (*Cuadro 132*).

Cuadro 132. Índice de Rezago social de los municipios presentes en el SAR

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL	INDICADORES DE REZAGO SOCIAL														MARGINACIÓN		
		% de población de 15 años o más analfabeta	% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	% de población de 15 años y más con educación básica incompleta	% de población sin derecho- de salud	habiciencia a servicios	% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	% de viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	% de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública	% de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	% de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	% de viviendas particulares habitadas que no disponen de lavadora	% de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	Promedio de ocupantes por cuarto	Índice de rezago social	Grado de rezago social	Lugar que ocupa en el contexto nacional	Índice de marginación
Juchitán de Zaragoza	85 869	17.36	6.18	55.52	69.52	7.17	6.39	9.23	3.50	3.63	52.91	29.63	0.42	-0.46	Bajo	1543.00	-0.59	Medio
Unión Hidalgo	13 970	14.59	2.52	44.17	39.24	2.14	1.48	1.51	1.10	1.21	42.88	19.59	1.21	-0.89	Muy Bajo	1954	-0.86	Bajo

Respecto a las localidades más cercanas al área de influencia del proyecto solo existe información para Estero Guiee, la cual presenta un índice de rezago social alto.

• **Migración**

El estado de Oaxaca es uno de los principales estados del país donde el fenómeno migratorio se presenta de manera importante como consecuencia del alto grado de marginación. (Cuadro 133.)

Cuadro 133. Migración presente por localidad y por municipio.

LOCALIDAD	POB. NAC. ENTIDAD	POB. NAC. FUERA	POB 5 AÑOS Y MÁS RESIDENTE EN 2005 EN LA ENTIDAD	POBLACIÓN DE 5 AÑOS Y MÁS RESIDENTE EN OTRA ENTIDAD EN JUNIO DE 2005
Estero Guiee	7	1	7	1
Santa Cruz de los pescadores	96	5	90	1
Colonia Juquilita	34	*	31	*
Escala municipal				
Juchitan de Zaragoza	74 950	3 175	68 715	1 200
Unión Hidalgo	13 449	457	12 517	280
Escala estatal				
Oaxaca	3 209 597	205 690	2 923 845	84 172

• **Aspectos culturales y estéticos**

Grupos étnicos y lengua indígena

De acuerdo a los resultados que presento el XIII Censo General de Población y Vivienda en el 2010, en el municipio de Juchitán de Zaragoza, habitan un total de 54,023 personas que hablan alguna lengua indígena. El grupo étnico mayoritario es el Zapoteco, seguido del Mazateco y el minoritario es el Náhuatl.

En lo que respecta al municipio de Union Hidalgo de acuerdo a los resultados que presento el XIII Censo General de Población y Vivienda en el 2010, en el municipio habitan un total de 7,484 personas que hablan alguna lengua indígena.

En él área de influencia el lenguaje que predomina es el zapoteco, sin embargo la mayoría de las personas son bilingües, hablan (español y zapoteco). Esto es congruente con lo que pasa en otras regiones del Istmo de Tehuantepec, en donde el zapoteco aún es hablado por un alto

porcentaje de la población, inclusive en la misma ciudad de Juchitán, la lengua que aún domina en el contexto social es el zapoteco. Sin embargo no es tan evidente la cultura zapoteca como en otros municipios, donde la gente aún conserva, a parte de la lengua indígena, sus tradiciones, usos y costumbres. En el conteo de población y vivienda 2010 no se identificó a ninguna persona que solo hable el zapoteco. En este sentido, la implementación de los proyectos eólicos impacta poco en este aspecto del sistema social.

Religión

A nivel municipal las religiones que predominan son la católica y evangélica.

Equipamiento

Un indicador socioeconómico que sirve para medir el grado de desarrollo de una comunidad es el grado de equipamiento que tienen las viviendas y el sistema productivo. Con respecto al equipamiento en los hogares se tiene que de las viviendas habitadas cercanas al área de influencia, solo existe información para la localidad de Estero Guiee, y solo tres cuentan con radio, dos con televisión y ninguna cuenta con refrigerador ni lavadora.

Con respecto al grado de equipamiento presente en el sistema productivo se comenta lo siguiente. Los predios donde se establecerá el Proyecto son primordialmente para el desarrollo de la ganadería y la pesca. Por supuesto, los mismos problemas que presenta el campo mexicano se presentan a nivel local. No hay la maquinaria suficiente y los insumos necesarios para hacer de estas tierras más productivas son muy caros. Solo recientemente, con el apoyo del gobierno es que algunos ejidatarios han podido apoyarse para invertir en ganado, vender los productos derivados del mismo como leche, quesos, y hacer más rentable su producción.

La ganadería que se practica en todo el área de influencia es rudimentaria y no cuenta con equipo necesario para un mejor manejo del ganado. El ganado generalmente esta al libre pastoreo. Solo recientemente, principalmente en la parte norte y gracias a los beneficios económicos que han acarreado los proyectos eólicos establecidos en la región, los productores lecheros han comenzado a mejorar su infraestructura ganadera con la mejora de prados y creación de sistemas semi estabulados.

Tipos de organizaciones sociales predominantes

El tipo de organización que predomina en las localidades presentes en el SAR se basa en el núcleo ejidal. Todas las decisiones que se toman con respecto al ejido se realizan a través de

una asamblea ejidal constituido por un presidente del comisariado ejidal, secretario y tesorero. Adjunto a estas autoridades comunitarias se encuentra un comité de vigilancia.

Para el caso del Proyecto, se identificó un grupo de pescadores que no son propietarios de los predios en donde se pretende desarrollar el Proyecto y que manifiestan estar en contra del proyecto aún cuando los propietarios de los predios ya han firmado contratos de arrendamiento de sus tierras para la instalación de los ventiladores. Este grupo de pescadores están preocupados por el daño que el proyecto pudiera causar a la actividad pesquera, ya que esta representa su mayor fuente de ingresos. Sin embargo se está teniendo un acercamiento con este grupo a fin de dar a conocer los beneficios ambientales que trae consigo este tipo de proyectos.

Otra organización que se presenta con fuerza en el municipio de Juchitán es el de los transportistas, principalmente las que agrupan a los taxis y mototaxis. Estas organizaciones tienen capacidad de movilización y son capaces de trastornar la dinámica social si no se resuelven sus exigencias a nivel laboral. Su modo de presión para con las autoridades es a través de los bloqueos de las principales carreteras de la región.

Percepción social hacia el Proyecto

En términos generales el Proyecto es aceptado por la mayoría de la población. Ahora, la mayoría de los propietarios de las parcelas en donde se instalarán los aerogeneradores tienen claro que los acuerdos a los que están llegando con la empresa promotora se dan a través de un arrendamiento. Al final, ellos siguen siendo dueños de sus terrenos y pueden continuar desarrollando la actividad que mas les convenga.

La mayoría de los temores para pertenecer a los proyectos eólicos se basaban sobre la incertidumbre de los contratos de arrendamiento. Se tenía la idea de que las empresas estaban comprando a un precio muy bajo las tierras de los ejidos. Pero, tomando como ejemplo lo experimentado por los ejidatarios de La Venta, ahora la mayoría de los dueños de los terrenos presentes en esa parte del municipio desean participar dentro del Proyecto. Los propietarios que ven con cierta decepción como sus parcelas quedan fuera del Proyecto saben que están perdiendo una gran oportunidad para mejorar sus condiciones de vida.

Otro de los argumentos, que con el paso del tiempo y teniendo como experiencia La Venta II y del Parque Eólico “Eurus”, es el de la pérdida de fertilidad de los suelos. Ahora los ejidatarios saben que la instalación de los aerogeneradores no está afectando a las cosechas de los cultivos. Actualmente, ya con los aerogeneradores funcionando, los agricultores están cosechando en

promedio las mismas toneladas por ejemplo de sorgo que antes de que se instalaran las turbinas. Con este tipo de información los propietarios de los predios actualmente están tomando con mayor aceptación los acuerdos. Actualmente la duda no radica en ser o no participe del proyecto mediante el arrendamiento de sus tierras, sino en el costo de arrendamiento de sus tierras y que deben pedir a las empresas por el usufructo del viento dentro de sus parcelas.

Por medio de entrevistas realizadas a personas de las localidades de Estero Guiee y Rancho la Soledad se pudo registrar que la mayoría de los habitantes saben que con la llegada de los “ventiladores” habrá mejores oportunidades de desarrollo y oportunidades de empleo. Una de las actividades más rentables dentro del proceso de construcción de la central eólica, a parte de la generación de empleos, es la que tiene que ver con el servicio de fletes de material. Se realizará un sondeo para que este servicio recaiga en los transportistas de Juchitán de Zaragoza. El municipio de Juchitán de Zaragoza cuenta con importantes banco de material por lo que pueden tener el control de toda esta parte del proceso de construcción que seguramente traerá beneficios económicos, a quienes presten estos servicios. Por tal razón, la mayoría de los pobladores de Juchitán de Zaragoza tienen claro que el establecimiento de las centrales eólicas en su municipio trae grandes beneficios. Y así lo están visualizando en otros municipios, tal es el caso de Asunción Ixtaltepec y El Espinal, en donde ya comienza un auge para la instalación de este tipo de infraestructura y que han sido testigos del desarrollo y crecimiento que ha tenido el Municipio de Juchitán. Estas opiniones se basaron en entrevistas, las cuales fueron representativas de los diversos sectores como ganaderos, agricultores, ganaderos, estudiantes, amas de casa, prestadores de servicios y autoridades ejidales.

Con base en las encuestas realizadas a cierto sector de la población pescadores principalmente, les preocupa la instalación de los “ventiladores”, como ellos los llaman al tener la creencia que este tipo de proyectos podría afectar a actividades como la pesca. Sin embargo, esto se debe a la falta de información de la población, sobre los beneficios ambientales que trae consigo este tipo de desarrollos. En este sentido, es importante llevar a cabo reuniones con las sociedades de pescadores y dueños de los predios en donde se pretenden instalar los aerogeneradores a fin de informarles las ventajas que traería consigo el desarrollo del Proyecto.

Sin embargo, para algunos pobladores, el ver instalados aerogeneradores en sus predios es sinónimo de progreso y oportunidad de desarrollo, a través del ingreso que les genera el arrendamiento de sus tierras, representando para ellos recursos económicos que les permiten tener una mejor calidad de vida.

- Aspectos económicos

Región económica

Los principales indicadores que utiliza el INEGI para desarrollar el mapa de niveles socioeconómicos son: a) Infraestructura de la vivienda; b) Calidad de la vivienda; c) Hacinamiento; d) Equipamiento en la vivienda; e) Salud; f) educación y g) empleo (http://www.economia.com.mx/regiones_socioeconomicas_de_mexico.htm).

Así se puede observar que con base en los indicadores antes mencionados, el estado de Oaxaca se encuentra entre los tres estados más pobres, ocupando el segundo lugar, solamente detrás del Estado de Guerrero.

A una escala municipal, la situación se presenta de manera diferente. El Estado de Oaxaca se divide en ocho regiones. El SAR, se encuentra dentro de una zona económica nivel 5 (ver *Figura 121*) lo que significa que en general sus habitantes cuentan con los servicios básicos que proveen bienestar, como lo son servicios de salud, educativos y cierto nivel de empleo.

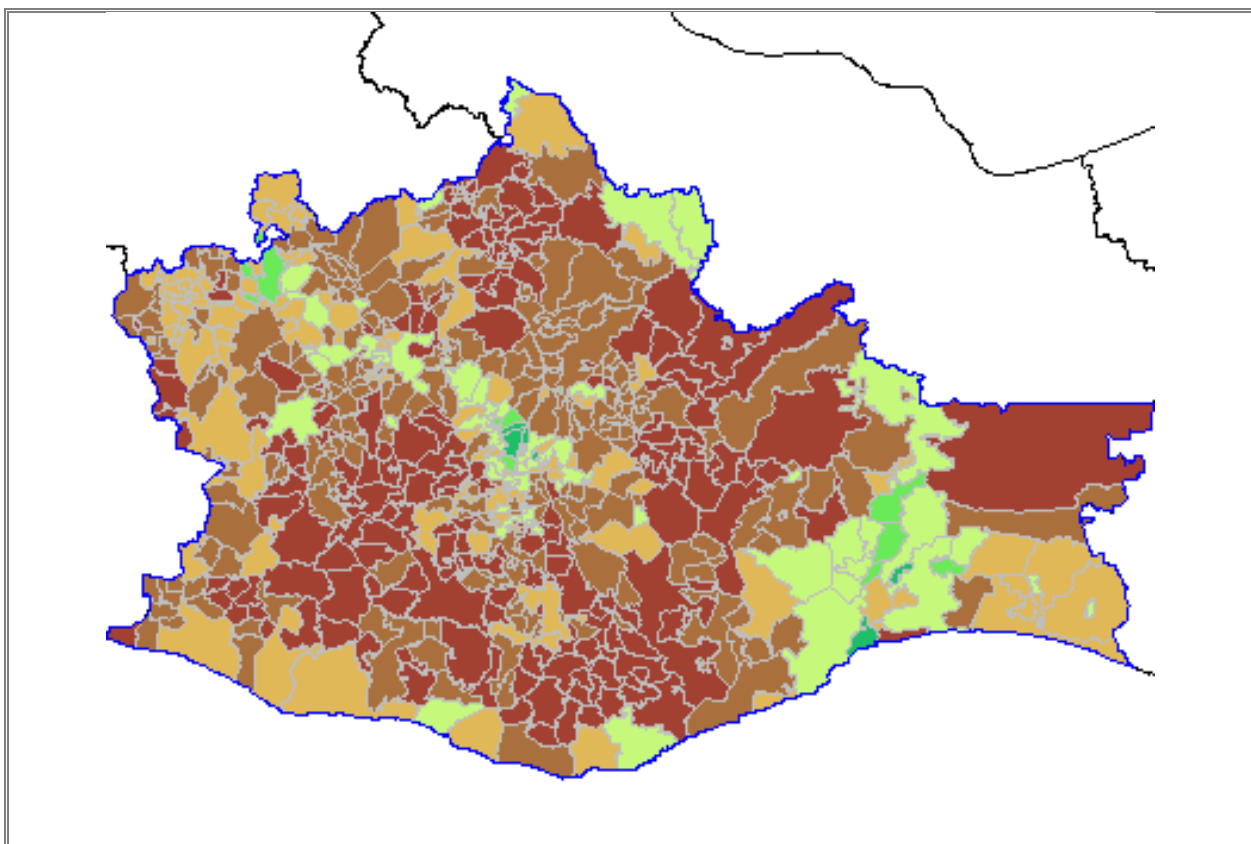


Figura 121.Regiones socioeconómicas del estado de Oaxaca de acuerdo a la clasificación de INEGI (Tomado de: www.inegi.gob.mx)

Principales actividades productivas

Las principales actividades productivas que se desarrollan dentro del SAR, son la ganadería, pesquería (cultivo de camarón, jaiba, mojarra y lisa), y en menor medida la agricultura y la prestación de servicios. Recientemente, en la región del Istmo se ha incrementado la actividad de prestación de servicios con el advenimiento de las centrales eólicas.

Sin embargo, en lo que se refiere al SAR, sin duda las actividades preponderantes son la ganadería y la agricultura.

Ganadería

Una de las principales actividades que se lleva a cabo en el SAR y área de influencia es la ganadería, esta se desarrolla de manera semi-intensiva dentro de terrenos de pastizales inducidos o cultivados a partir de la apertura de la cubierta vegetal, generalmente estas áreas están delimitadas por medio de cercos contenedores, siendo principal el ganado vacuno.

Los ganaderos asentados en esa zona cuentan con ganado vacuno tipo criollo y cebú principalmente. Los productos pecuarios principalmente leche y queso tienen como destino de venta al mercado de Juchitán de Zaragoza. Estos productos tienen un costo en el mercado de 6 pesos x litro de leche y de 50 a 60 pesos x kg de queso. Aunque en la región existen programas de apoyo para ganaderos, la mayoría de las personas entrevistadas, dijeron no contar con apoyo de algún programa del gobierno federal para el mejoramiento de su producción.

El manejo del ganado en el área de influencia es simple. Consiste de libre pastoreo y cuando el ciclo agrícola termina, los productores meten a su ganado a comer el rastrojo de la cosecha recién levantada. Para suplir la alimentación del ganado durante la temporada de sequía los productores tienen que comprar suplementos alimenticios. También, el ganado se destina a la venta de carne y venta de pie de cría. Por ejemplo, un becerro que puede pesar 150 kg puede ser vendido en pie a \$18.00 pesos el kilogramo.

Pesquería

Esta actividad se lleva a cabo en Estero Guiee y en la Laguna Superior, se trata del cultivo de camarón, jaiba, mojarra y lisa y es para venta del producto y autoconsumo. El precio del producto en el mercado local de mojarra por ejemplo oscila entre los 20 y 40 pesos.

Agricultura

Esta actividad se desarrolla dentro de la zona de llanos o valles. La agricultura que se realiza dentro del área de influencia es principalmente del tipo de temporal, teniendo como los cultivos más comunes el maíz (*Zea mays*).

Actividades comerciales

Se trata de actividades incipientes basada en un pequeño establecimiento que oferta servicios de preparación de alimentos, en Estero Guiee y que funciona como atractivo turístico. Con la implementación de los proyectos eólicos en la región, las actividades como la elaboración de alimentos y renta de inmuebles han cobrado importancia, y muchas familias basan su economía en la oferta de este tipo de servicios. Definitivamente, los ingresos de este tipo de actividades se incrementan significativamente durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Ingreso de la población

De acuerdo a la información contenida en el Sistema Nacional Municipal, los habitantes de que radican en las localidades cercanas en el área de influencia viven con dos salarios mínimos o menos para cubrir todas sus necesidades. Es obvio que la falta de una buena fuente de ingresos es la que ocasiona el grado de pobreza en la que se encuentra la mayoría de las personas que viven en las localidades cercanas al área de influencia (Rancho la soledad, Rancho Juanita, Estero Guiee, Rancho Chuvalessa, El Olvido y San Antonio), y en general en toda la entidad. Prácticamente, trabajar en el campo no es redituable por lo que cada vez son menos las personas que se dedican a esta importante actividad económica.

Trabajar en las labores agropecuarias no es redituable por lo que la mayoría de la población joven prefiere dedicarse a otras cosas. El jornal en la región esta entre 80 y 120 pesos por un día laboral de 8 a 10 horas.

En cuanto a los ingresos mensuales por número de salarios, en el siguiente cuadro se muestra el porcentaje de la población que percibe de uno hasta más de 10 salarios mínimos (*Cuadro 134*).

Cuadro 134. Distribución de la población ocupada por ingresos mensuales según sexo, 2000

INGRESOS MENSUALES	REPRESENTA DE LA POBLACIÓN OCUPADA %	
	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	UNIÓN HIDALGO
No recibe ingresos	9,89%	19,79%
Hasta 1 salario mínimo	22,12%	16,63%
Más de 1 hasta 2 salarios mínimos	34,63%	26,93%
Más de 2 hasta 3 salarios mínimos	10,70 %	9,24%
Más de 3 hasta 5 salarios mínimos	11,16 %	15,17%
Más de 5 hasta 10 salarios mínimos	4,70 %	7,25%
Más de 10 salarios mínimos	1,40%	2,19%
No especificado	5.38%	2,80%

Tenencia de la tierra

El tipo de tenencia de la tierra que predomina en el SAR es ejidal.

Utilización de los recursos naturales

La vegetación natural del área de influencia donde se establecerá el Proyecto esta transformada en áreas agropecuarias, bosque tropical caducifolio, acahual, zonas de manglar y suelo desnudo. Esta práctica de cambio de uso del suelo es la principal causa de la degradación del ambiente en la región del Istmo de Tehuantepec. Actualmente solo quedan remantes de lo que otrora fuera un continuo de bosque tropical caducifolio. Es importante señalar que las áreas de manglar, no se verán afectadas por el establecimiento del proyecto, ya que no se desarrollarán obras en dicha zona.

Algunos grupos de fauna sufren fuertes presiones por la cacería furtiva como son las palomas (*Zenaida asiatica*) y chachalacas (*Ortalis poliocephala*) o por la captura para su comercialización ilegal, siendo el grupo de los psitácidos los más afectados.

Ahora el viento es el recurso natural más valioso en la región y con base a su aprovechamiento se espera que la región prospere en la medida de que las centrales eólicas que se instalen comiencen a generar energía eléctrica.

IV.2.5 Integración de indicadores ambientales y establecimiento de su línea base

Una vez que se integró, sistematizó y analizó toda la información para la descripción de cada componente ambiental, se pueden establecer indicadores que describen el estado actual y las tendencias de cambio que describen al SAR. Como lo recomienda la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, es conveniente establecer indicadores que permitan corroborar los resultados del análisis y dar un seguimiento ambiental del Proyecto. Los indicadores ambientales pueden ayudar a valorar la salud o integridad de los ecosistemas de forma tal que sea posible determinar un estado de conservación (línea base) en el tiempo actual.

Los indicadores ambientales se han utilizado a nivel internacional, nacional, regional, estatal y local para diversos fines y modalidades, entre ellos como herramientas para describir el estado del ambiente, para la evaluación del desempeño de políticas ambientales y para el reporte de progresos en la búsqueda de la sustentabilidad ambiental (SEMARNAT 2001).

Los conjuntos de indicadores de un sistema dado están determinados por dos requerimientos:

- 1) Proveer información clave para una imagen clara y completa acerca del estado actual del sistema o fenómeno.
- 2) Proporcionar suficiente información para toma de decisiones que permitan dirigir al sistema hacia los objetivos seleccionados y determinar el grado de éxito de las acciones puestas en práctica.

En otras palabras, los indicadores están determinados tanto por el sistema mismo como por los intereses, necesidades y objetivos que se persiguen. Esto implica: a) tener un conocimiento lo más amplio posible de los conceptos y dinámicas de los fenómenos ambientales y b) tener claridad en los objetivos, intereses y necesidades que se persiguen y que se pretenden alcanzar y monitorear con la ayuda de indicadores.

Con la información generada durante el presente estudio se puede construir un sistema de indicadores ambientales que puede monitorearse en las siguientes etapas del Proyecto. Estos indicadores describen un escenario previo de dos aspectos principalmente. La descripción del estado de la biodiversidad e indicadores que provean información sobre procesos dentro del SAR (incluyendo procesos ecológicos y de cambio).

Con la información contenida en el presente capítulo se establecieron nueve indicadores, de los cuáles siete se refieren a la medición de la biodiversidad del predio y dos se refieren a procesos del ecosistema.

Descripción de los indicadores

• Indicadores de la medición de la biodiversidad

La condición de la biodiversidad es uno de los indicadores ambientales que mejor describen el grado de salud o integridad de los ecosistemas dentro del SAR. Sin lugar a dudas busca medir la importancia biológica del SAR basado en mediciones sobre la biodiversidad que alberga y la identificación de especies que se encuentra en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la normatividad ambiental mexicana y tratados internacionales. En términos de gestión ambiental, estos indicadores son los llamados Indicadores de Estado, que permiten describir el escenario actual y las tendencias del recurso evaluado (OCDE 2001).

Los valores obtenidos durante el desarrollo del presente estudio son los que constituyen la línea base del SAR. Cualquier cambio detectado en estos valores debe proporcionar información rápida y confiable para poder realizar tomas de decisiones eficientes y eficaces que ayuden a mitigar cualquier contingencia ambiental generada por la operación de la central eólica.

• Indicadores de procesos ecológicos dentro del SAR

Son indicadores que describen tendencias de cambio en el paisaje. En esta categoría se incluye a la tasa de cambio de uso de suelo que es considerado como uno de las más útiles para describir los procesos de cambio. Por esta razón es considerado como un indicador estratégico que es de hecho, uno de los que se monitorea para evaluar la gestión ambiental del país. En esta categoría también se incluyen indicadores poblacionales que pueden proveer información sobre la dinámica poblacional antes, durante y después de implementado el Proyecto (*Cuadro 135*).

Cuadro 135. Indicadores ambientales establecidos con la información obtenida y analizada en este Capítulo en el SAR y Área de Influencia.

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	MÉTRICA (UNIDAD DE MEDIDA)	LÍNEA BASE		MÉTODOS
			SAR	ÁREA DE INFLUENCIA	
MEDICIÓN DE BIODIVERSIDAD					
Biodiversidad (Flora y vertebrados terrestres)	Riqueza y abundancia de especies	Número de especies	376	225	Estación de conteo, Redeo, Puntos de conteo, Trampeo e identificación de rastros, Método acústico
Vegetación					
Diversidad de plantas vasculares	Número de especies/Índice de Shannon	No. de Especies	89	88	Cuadrantes y colectas
	Especies dentro de alguna categoría de la NOM-059	Número de especies	3	3	
Aves					
Diversidad de aves	Número de especies/Índice de Shannon	No. de Especies/H'	209/3.77	103/2.9648	Estación de conteo, Redeo, Puntos de conteo, Transectos
	Especies dentro de alguna categoría de la NOM-059	Número de especies (NOM-059)	26	7	
		Número de especies (CITES)	38 (1 Apéndice I, 37 Apéndice II)	1 (Apéndice I) 12 (Apéndice II)	
Importancia del área de influencia en el contexto del fenómeno migratorio	Migración de aves	Número de rutas identificadas	3	2	Estación de conteo de aves
Murciélagos					
Diversidad de murciélagos	Número de especies/Índice de Shannon	No. de Especies/H'	30/1.31	9/87	Redeo, método acústico y búsqueda de refugios
	Número de especies del gremio Insectívoro	Número de especies	19	7	
	Especies dentro de alguna categoría de la NOM-059	Número de especies	1	0	
Fauna terrestre					
Diversidad de mamíferos no voladores	Número de especies/Índice de Shannon	No. de Especies/H'	18/2.5771	16/2.6286	Trampeo e identificación de rastros
	Especies de mamíferos dentro de una categoría de riesgo	Número de especies	2	2	
Diversidad de anfibios y reptiles	Número de especies/Índice de Shannon	No. de Especies/H'	30/2.7485	24/2.7534	Transectos y captura
	Especies de anfibios y reptiles dentro de una categoría de riesgo	Número de especies	10	9	

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	MÉTRICA (UNIDAD DE MEDIDA)	LÍNEA BASE		MÉTODOS
			SAR	Área de Influencia	
PROCESOS ECOLÓGICOS					
Proceso de transformación del paisaje					
Tasa de cambio de uso del suelo	Área cubierta por vegetación original	Numero de ha/% de superficie	13 253.87/56.87%	656.02/42.39%	Percepción remota y muestreos de vegetación
	Tasa	Tasa	-0.67	-	
Tendencia de poblaciones humanas					
Dinámica poblacional	Densidad poblacional (Promedio 3 municipios)	Hab/Km ²	92.59	NA	Censos poblacionales de INEGI
	Tasa de crecimiento poblacional (para Juchitán de Zaragoza)	% de crecimiento poblacional	0.01	NA	

IV.3 DIAGNOSTICO AMBIENTAL

En el presente apartado se presenta el diagnóstico del Sistema Ambiental Regional el cual se encuentra ubicado en los municipios de Juchitan de Zaragoza y Unión Hidalgo, en el estado de Oaxaca, cuyo predio se encuentra dividido en tres partes, la parte norte se divide por la carretera estatal, y la parte sur esta dividida por un canal de riego, las coordenadas geográficas del centro de la parte norte del predio son 94° 54 '10.13" longitud oeste y 16° 28' 10.92" latitud norte, para la parte sureste del predio las coordenadas geográficas del centro son 94° 53' 34.80" longitud oeste y 16° 26' 44.89" latitud norte y para la parte suroeste del predio las coordenadas geográficas del centro son 94° 54' 43.88" longitud oeste y 16° 26' 41.85" latitud norte.

IV.3.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

El diagnóstico está sustentado principalmente por las características del proyecto y por la información recopilada durante las visitas de campo así como en la fase documental, con esta información se genera una descripción concisa del sistema ambiental desde una perspectiva ecosistémica, esto a partir de los resultados obtenidos del análisis en el SIG con las imágenes de satélite, datos vectoriales, información documental impresa y recorridos de muestreo en el sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto. Derivado de este análisis se identificaron las unidades ambientales presentes en el SAR y se realizó una valoración cuantitativa y cualitativa de estas a través del cálculo de indicadores ambientales tomando en cuenta la importancia en la

estructura y función del sistema dada por la presencia de especies de flora y fauna consideradas en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como aquellos componentes de importancia desde el punto de vista sociocultural.

Como se sabe, un factor importante a considerar para elaborar el diagnóstico es la vegetación y uso de suelo, en este sentido cabe hacer mención, como antecedente, que la vegetación y uso de suelo del Estado de Oaxaca ha sufrido cambios a lo largo de los años y las superficies cubiertas por bosques o selvas han disminuido y el uso de suelo agropecuario a aumentado, debido principalmente a la deforestación de los terrenos para dedicarlo a actividades agrícolas como cultivo de sorgo o, en menor medida, para la ganadería. En un estudio realizado por el Instituto de Ecología de la UNAM Unidad Regional Morelia se observó que a lo largo del período de 1970 a 2001 se registró un aumento en la agricultura, asentamientos humanos y una disminución en los Bosques y en las Selvas (*Cuadro 136*).

Cuadro 136. Cambio de Uso de Suelo y Vegetación en el Estado de Oaxaca durante el periodo 1970-2001 (Ordoñez, M.J, 2010).

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	HECTÁREAS			
	1970	1980	1990	2001
Agricultura de riego y humedad	444808	584193	460514	427043
Agricultura de temporal	971295	1078647	1485605	1593439
Area sin vegetación aparente	13900	14481	26489	26489
Asentamiento humano	5224	5224	43715	44226
Bosque de coníferas	2418058	2139635	2143499	2156419
Bosque de latifoliadas	1398042	856150	807241	737685
Bosque mesófilo de montaña	981371	532008	526049	519384
Cuerpo de agua	8571	8571	162017	162017
Matorral xerófilo	43017	56503	52961	46639
Otros tipos de vegetación	20502	42099	49725	49216
Pastizal natural	285483	671847	682583	765387
Plantación forestal	11138	11138	10881	10881
Selva caducifolia y subcaducifolia	2027611	1853864	1754376	1624838
Selva perenifolia y subperenifolia	1773956	1359672	1301247	1195449
Vegetación hidrófila	48407	48144	40896	38897

Estos cambios registrados a nivel estatal se reflejan también a nivel del SAR y por ende en el área de influencia.

Para efectos del presente estudio se realizó un análisis del cambio de uso de suelo en un periodo de 1979 a 2015 el cual ilustra lo comentado anteriormente, este análisis se describe a detalle en el capítulo V.

IV.3.2 DESCRIPCIÓN BREVE DEL SISTEMA AMBIENTAL

La región del Istmo de Tehuantepec, en la cual se encuentra ubicado el SAR, se caracteriza por la presencia de vientos fuertes del Norte mismos que arriban del Golfo de México ingresando por la Cuenca del Río Coatzacoalcos, estos vientos presentan rachas de hasta 216 km/h en las inmediaciones de las poblaciones de La Venta, La Ventosa y Santo Domingo Ingenio y chocan en la región de Istmo con la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre de Chiapas y el extremo Oriental de la Faja Volcánica Transmexicana, creando un embudo eólico conocido como “Paso de Chivela”; estas características eólicas dotan a la región de una particularidad que ha atraído la atención de empresas, instituciones y dependencias gubernamentales de México, Estados Unidos y España, con el afán de aprovechar el potencial eólico en la producción de energía.

El SAR se encuentra ubicado en el Distrito 29 Juchitán, específicamente en los municipios de Juchitán de Zaragoza y Unión Hidalgo, Oaxaca, cuenta con una superficie de 23 303.42 ha, situado en una planicie al norte de la laguna superior cuya elevación va de los 1-100 msnm, presenta un relieve llano y al norte cuenta con algunos lomeríos. El clima del SAR y del área de influencia se considera como cálido (Aw), subhúmedo, según la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1988), con temperatura media anual superior a los 26 °C y la temperatura media del mes más frío nunca inferior a los 18° C. Dentro del SAR se encuentran presentes suelos cabisoles y vertisoles y en el Área de Influencia se presentan solo suelos cambisoles.

El SAR se localiza en la parte oriental de la Región Hidrológica 22 “Tehuantepec” (RH 22), en la cuenca de la Laguna Superior e Inferior, en la subcuenca Espíritu Santo. La hidrología dentro del SAR consiste en canales de riego en la parte norte, en la parte sur se tienen corrientes intermitentes, la corriente hidrológica más cercana es el Río Los Perros al suroeste del SAR, que fluye en dirección NE-SW y atraviesa las poblaciones de Cd. Ixtepec, Asunción Ixtaltepec, El Espinal y Juchitán de Zaragoza, antes de desembocar en la Laguna Superior.

En lo que respecta a la vegetación y uso de suelo el SAR es un mosaico heterogéneo constituido por bosque tropical caducifolio, manglar, vegetación riparia, vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio, uso de suelo agrícola, pastizal en diferentes grados de conservación, zona urbana, suelo desnudo, cuerpos de agua y zona inundable, cabe mencionar que esta clasificación de la vegetación y uso de suelo se obtuvo de imágenes de satélite y del trabajo realizado en campo. El bosque tropical caducifolio, característico de la Región Florística Provincia Costa Pacífica (Rzedowski, 1978) presente en el SAR ha sido alterado en los últimos años, tiene un grado de deterioro muy significativo debido al problema de la deforestación, la cual es ocasionada por el incremento de la frontera agrícola, principalmente para la producción del cultivo de sorgo y en menor medida maíz y el desmonte para obtener leña para uso doméstico, esto principalmente en la parte norte del SAR, ya que en la parte Sur, cerca de la laguna superior, aún existentes algunos remanentes de bosque tropical caducifolio, manglar y un poco de vegetación riparia, como se menciona en el apartado de vegetación.

A pesar de que gran parte del territorio del municipio y del SAR han tenido cambios de uso de suelo drásticos, las áreas de bosque tropical caducifolio, manglar, vegetación secundaria y ripario, presentan un buen grado de funcionalidad ambiental, siendo fuente de alimento y refugio para especies de fauna silvestre.

En lo que respecta a la fauna dentro del SAR se registraron, por medio de registros bibliográficos y de campo, 287 especies, de las cuales 209 corresponden a la avifauna, 48 especies a mamíferos (murciélagos y mamíferos no voladores), 11 especies a anfibios y 19 a reptiles, dentro del área de influencia se registraron 154 especies, de las cuales 103 corresponden a la avifauna, 25 especies a mamíferos, diez especies a anfibios y 16 especies a reptiles (*Cuadro 137*).

Cuadro 137. Especies registradas (totales) a diferentes escalas, que tienen potencial presencia en la región y dentro del SAR y en el Área de Influencia.

TAXA	POTENCIALES (REGIÓN)	REGISTRADAS (SAR)	REGISTRADAS (ÁREA DE INFLUENCIA)
Aves	388	209	103
Mamíferos	114	48	25
Anfibios	26	11	10
Reptiles	99	19	16
Totales	627	287	154

Debe considerarse el hecho de que el elevado número de especies de aves registradas en el SAR es el reflejo de la importancia que tiene la región del Istmo, como paso obligado durante las temporadas de migración, debido a que en el Istmo convergen tres de las cuatro grandes rutas migratorias ornitológicas que provienen de Norteamérica y viajan hacia México, Centro y Sudamérica (Figura 122), otorgándole a la región un valor intrínseco difícil de obviar.

Desde el punto de vista biológico la región del Istmo de Tehuantepec, está reconocida como una de las áreas de especies de aves endémicas (EBA, por sus siglas en inglés) en el mundo (Stattersfield et al; 1998).

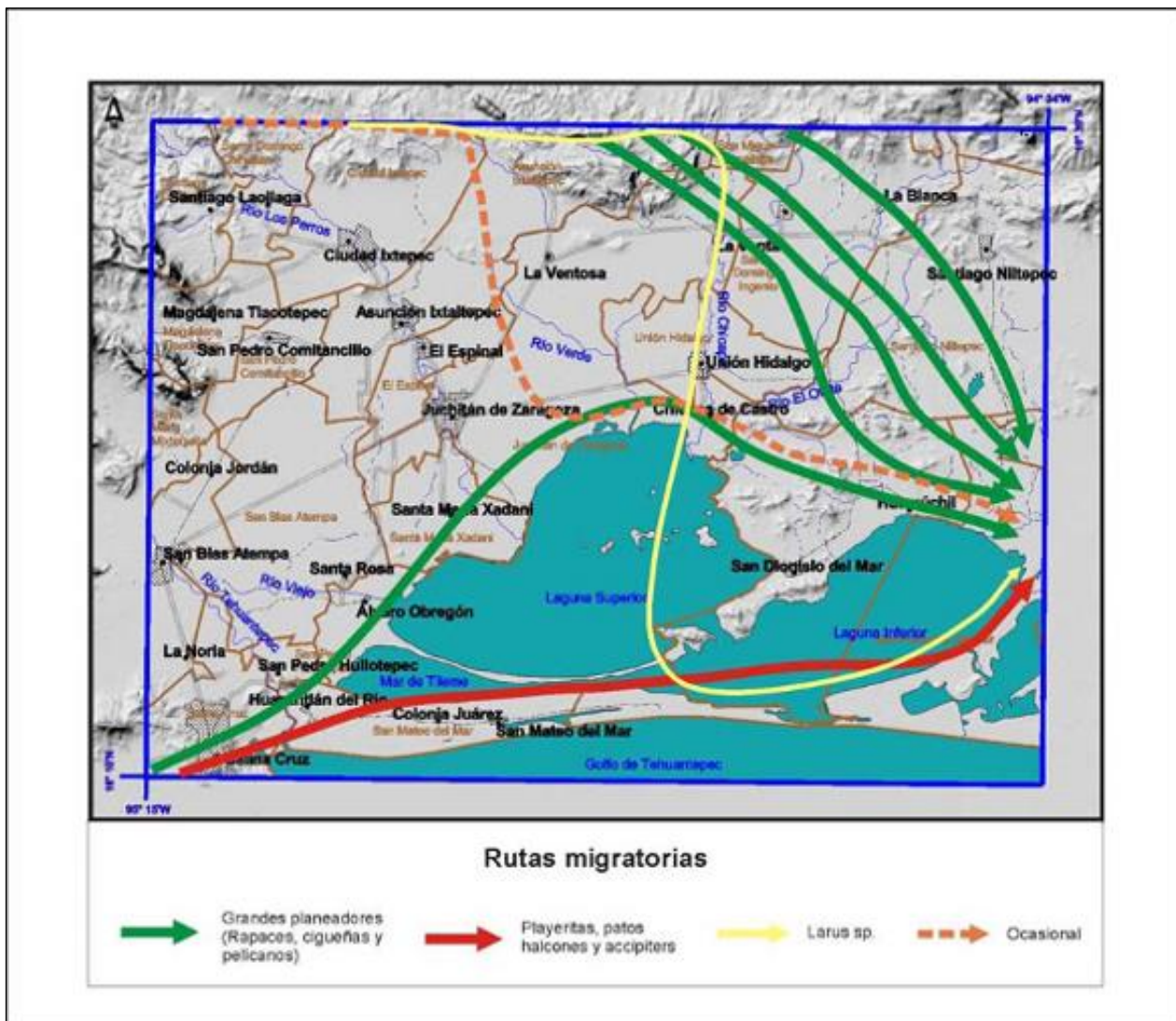


Figura 122. Rutas migratorias ornitológicas del continente americano que convergen en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

En cuanto a los mamíferos, la fauna presente es la típica de las zonas neotropicales, siendo la mayoría especies de amplia distribución en el país; en el SAR fue posible registrar representantes de 48 especies de todos los gremios alimenticios. Cabe destacar dentro del SAR la presencia de dos especies de carnívoros, lo que representa una medida subjetiva de la disponibilidad y abundancia de presas potenciales en el área a pesar de encontrarse bajo fuertes presiones antropogénicas.

La herpetofauna está representada por 30 especies registradas en el SAR y 26 especies registradas en el área de influencia. Este es el grupo más vulnerable a las presiones; el grupo de las serpientes se encuentra en constante peligro por las actividades agropecuarias, donde se presentan mayormente los encuentros con el hombre.

En cuanto a especies que se encuentran registradas en alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 se obtuvo que para aves se tienen 26 especies registradas en el SAR y siete en el área de influencia, mamíferos tres en el SAR y dos en el área de influencia, de herpetofauna diez especies en el SAR y nueve especies en el área de influencia.

La fauna en general se encuentra bajo presiones constantes, a diferentes escalas y niveles, una de ellas es la pérdida de hábitat, debido principalmente al cambio de uso del suelo de superficies de bosque tropical caducifolio, mangle y vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio en área agropecuaria; otra es la depredación que se ejerce sobre el grupo de los reptiles y mamíferos, una tercera es la cacería, principalmente de iguanas, chachalacas y palomas entre otras.

Para flora se registro en el SAR una moderada riqueza de especies (89) mientras que para el área de influencia se registraron 81 especies de las cuales tres especies se encuentran registradas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.3.3 DELIMITACIÓN DE LAS UNIDADES AMBIENTALES

Para efectos del diagnóstico se define como Unidad Ambiental a cada territorio con atributos de vegetación y/o uso de suelo semejante. En este sentido, la definición de las unidades ambientales se hizo con base a los tipos de vegetación y uso del suelo. Para este estudio se determinaron nueve unidades ambientales (*Figura 123*): la primera que se denomina “Bosque tropical caducifolio” (BTC), la segunda Manglar (MG), la tercera *Ripario* (RP), la cuarta “vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio” (VSBTC), la quinta “Agropecuario” (AG) incluye pastizal y uso agrícola, la sexta “área urbana” (AU), la séptima el Medio Acuático (MA), octava Suelo Desnudo (SD) y novena “Zona inundable” (ZI), cuyas superficies se registran en el *Cuadro 138*.

Cuadro 138. Unidades ambientales presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO	HA	KM2	% DEL SAR
Bosque Tropical Caducifolio (BTC)	2847.04	28.47	12,22
Manglar (MG)	402.94	4.03	1,73
Ripario (RP)	475.65	4.76	2,04
Vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio (VSBTC)	9528.24	95.28	40,89
Agropecuario (AG)	9119.57	91.20	39,13
Área Urbana(AU)	276.49	2.76	1,19
Suelo desnudo (SD)	312.09	3.12	1,34
Total	22962.02	229.62	98,53
Otros			
Medio acuático (MA)	113.07	1.13	0,49
Zona inundable (ZI)	228.34	2.28	0,98
Total	341.41	3.41	1,47
Total SAR	23303.42	233.04	100.00

Como podemos observar, el mayor porcentaje de la superficie del SAR lo ocupa la unidad VSBTC con 40,89% del total de la superficie, esta unidad se encuentra distribuida en todo el SAR, la superficie de la unidad ambiental de tipo agropecuario cubre un 39,13% de la superficie total, con una menor superficie se registran remanentes de bosque tropical caducifolio, ripario, mangle, así como suelo desnudo, área urbana, zona inundable y medio acuático, los cuales ocupan un 12,22%, 2,04%, 1,73%, 1,34%, 1,19%, 0,98% y 0,49% de la superficie total respectivamente. Aunque se registran pocos remanentes de bosque tropical caducifolio, mangle y ripario; estas unidades tienen una importancia en base a sus atributos como son la función de hábitat para la fauna, la cual como mencionamos en párrafos anteriores, es muy diversa, así como por sus servicios ecosistémicos que prestan, aunque como se observa, a la fecha están siendo afectados por la expansión agrícola y ganadera.

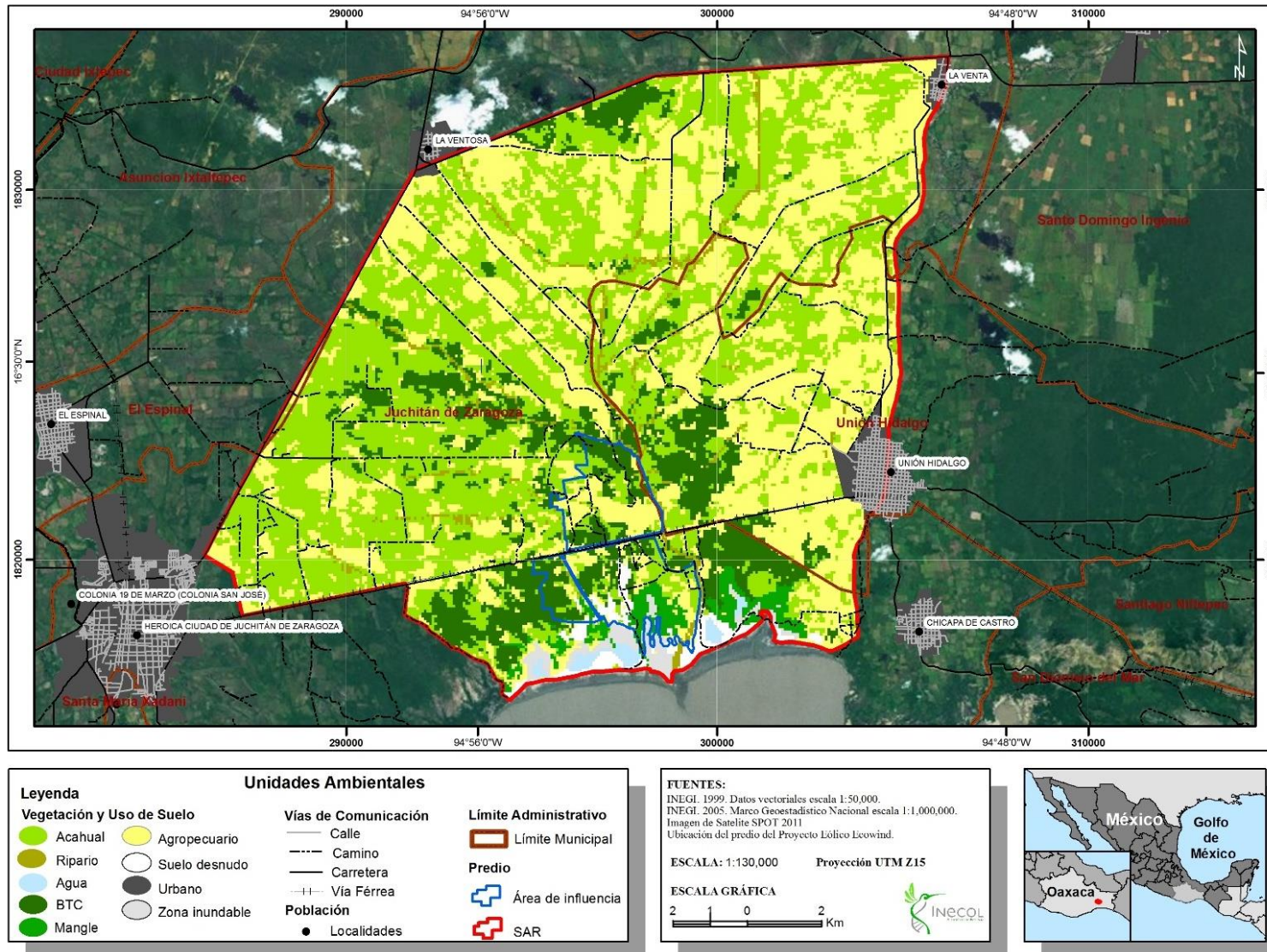


Figura 123. Unidades ambientales identificadas para el SAR.

Para las unidades ambientales de bosque tropical caducifolio, mangle, vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio y agropecuario se calcularon los índices que se describen a continuación, cabe mencionar que para las otras unidades ambientales no se cuenta con suficiente información para el cálculo de los índices.

Evaluación de la criticalidad de las unidades ambientales en función de los servicios ambientales y los intereses sociales para la conservación

La valoración en función de la criticalidad de cada una de las unidades ambientales, se generó construyendo funciones numéricas que estimaron la importancia de las unidades identificadas por el tipo de vegetación que las cubre, estas funciones utilizadas son las propuestas por Pérez-Maqueo (2003). De acuerdo con los servicios ambientales relevantes que proveen estas unidades, se calculó un índice que valora la Importancia de la Unidad Ambiental (IUA). Esta medida está basada, para cada unidad, en la riqueza por grupo faunístico (anfibios, reptiles, aves, mamíferos) que se estimó alberga la calidad del hábitat que proporciona para la fauna.

Índice de importancia de la unidad ambiental “i” según los servicios ambientales

La importancia de las unidades ambientales se determina haciendo un análisis de criticalidad de las áreas potencialmente afectadas por el proyecto y se traduce con el cálculo del índice denominado Importancia de la Unidad Ambiental (IUA).

Ecuación 1:

$$IUA_i = RF_i \times CH_u$$

Donde:

IUA_i = Importancia de la unidad ambiental i como proveedora de hábitat para la fauna

RF_i = Riqueza de fauna, es el número de especies identificadas en la unidad ambiental i

CH_u = Calidad del hábitat que brinda la vegetación en la unidad ambiental u dependiendo de su estado de conservación.

Dicho índice se conforma por dos parámetros, el primero de ellos (RF_i) cuantifica la riqueza por grupo faunístico (anfibios, reptiles, aves, mamíferos) que se estimó para cada unidad ambiental. El segundo parámetro Calidad del hábitat como una medida de la calidad de la unidad ambiental.

Calidad del hábitat

Para evaluar la calidad del hábitat se toma en cuenta la complejidad fisonómica-estructural de la vegetación, que a su vez es indicadora de la disponibilidad de sitios de refugio y recursos alimenticios para cada clase faunística; además se cuantifica en función de la cobertura relativa

(K_i) de cada uno de los estratos (j) de cada tipo de vegetación presente en el área. En el caso de la cobertura relativa de vegetación, los datos corresponden a la descripción de los sitios de muestreo representativos de cada unidad ambiental. Para calcular la calidad de hábitat para la fauna se toman en cuenta dos factores, el primero es la cobertura de la vegetación por estrato (hierbas, arbustos, árboles) y el segundo es la importancia que cada estrato tiene para cada grupo faunístico. La calidad de hábitat para la fauna se calcula entonces con la siguiente expresión:

Ecuación 2

$$CH_i = \sum_g \sum_j K_{ij} Y_{jg}$$

Donde:

CH_i = Calidad del hábitat de la Unidad Ambiental *i*

K_j = Disponibilidad de cuerpos de agua y cobertura del estrato *j* en la Unidad Ambiental *i*

j: =Es el estrato de vegetación en el sitio de muestreo 1= hierbas, 2= arbustos 3= árboles y 4= cuerpos de agua

Y_{jg} = Coeficiente de importancia de disponibilidad de agua y del estrato *j* para la clase *g*

g: = Clase (1...4) 1= anfibios, 2 = reptiles, 3 = aves y, 4 = mamíferos

La importancia del estrato (complejidad estructural) se pondera de acuerdo con los puntajes que se obtienen con base a la opinión de expertos (distribuyendo tres puntos para calificar la importancia de los estratos de vegetación para la sobrevivencia de cada grupo faunístico en el área de estudio). Por lo tanto, la importancia del hábitat se pondera (Y_{jg}) de acuerdo con los puntajes que se obtienen de la opinión de expertos. El Cuadro 139, muestra los puntajes empleados en este análisis.

Cuadro 139. Coeficientes de importancia estructural del hábitat para cada clase.

CLASE	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO
Anfibios	0	2	3
Reptiles	1	2	3
Aves	3	3	0
Mamíferos	2	3	2
Nivel de importancia: 0= mínima, 1= baja, 2= media, 3= alta			

Índice de Importancia por especies

Uno de los parámetros de valoración ecosistémica, es la importancia de las especies que lo conforman (tipo de especies). En la práctica, es justificado hacer grandes esfuerzos para salvar algunas especies (programas de rescate de flora y fauna), se considera que el valor de las especies viene a ser sustituto del valor del ecosistema y estas generalmente se encuentran catalogadas dentro de listas de protección como la NOM-059-SEMARNAT-2010, el CITES (www.cites.org) o la lista roja de la IUCN (www.iucnredlist.org).

Frecuentemente estas listas contienen a aquellas especies de orden mayor en la cadena trófica, las que al tener mayores requerimientos de hábitat, son indicativas de la salud del ecosistema entero (Goulder y Kennedy, 1997). Por lo tanto, la inclusión de las especies NOM como un parámetro de valoración de cada una de las áreas resulta indispensable en el análisis de criticalidad que se realiza en la propuesta. En este sentido, para cada unidad ambiental la estimación se basa, para cada especie, en dos aspectos: el estatus de conservación (s), y la confiabilidad de su presencia en el área (c). En primer lugar, se pondera el status en el que está catalogada cada especie de flora y fauna de acuerdo a la siguiente escala: en peligro de extinción = 3, Amenazada = 2 y Sujeta a protección especial = 1. La información relacionada con el método de identificación de la especie se utiliza como una medida de la confiabilidad en la determinación de la especie. Así, si los individuos fueron colectados, observados u oídos en el estudio se considera altamente confiable y se le asigna un valor de 4. Si la presencia de la especie fue determinada por métodos indirectos en el sitio (huellas, excretas, rascaderos, o echaderos) se considera información confiable y se le asigna un valor de 3. Para las especies que han sido capturadas u observadas en otros estudios en la región se les asigna el valor 2. Finalmente, si la especie sólo ha sido reportada con distribución potencial en el sitio por CONABIO u otra fuente bibliográfica se califica con 1. Con las calificaciones del estatus y la confiabilidad en la determinación de la especie se calcula el índice de importancia por especies NOM (VN_j):

Ecuación 3

$$VN_j = \sum_e s_e c_{ie}$$

Donde:

S_e= es el coeficiente asociado con el estatus (1...4) de la especie e (1, 2, 3,..n)

C_{ie} = es la confiabilidad de la ocurrencia de la especie "e" en la unidad ambiental "j".

g: = Clase (1...4) 1= anfibios, 2 = reptiles, 3 = aves y, 4 = mamíferos

La confiabilidad de la información está dada por el método de identificación y por la forma y tipo de los registros; el método de identificación que es una función directa de la confiabilidad del registro se valora según el tipo de registro de la especie (*Cuadro 140*), basándose en todas las especies catalogadas en la NOM correspondiente, incluyendo plantas.

Cuadro 140. Tipo de registro de la especie “e” en la unidad ambiental “j”.

TIPO DE REGISTRO	DESCRIPCIÓN DE LA CONFIABILIDAD	VALOR
Entrevista	Información indirecta de lugareños de observaciones hechas por los mismos o de individuos colectados por los lugareños.	1
Rastros	Rastros indirectos (Huellas, excretas, rascaderos, echaderos, pelos, piel, caparazón, uñas, cráneos, huesos, nidos, cascarones, vestigios de comida, letrinas)	2
Impreso	Fotografías del espécimen o el registro en libretas de campo hechos de observación directa por el prospector con experiencia considerable.	3
Especimen	Individuo(s) colectados (piel + cráneo), identificación directa de individuos capturados y liberados.	4

Posterior a esta clasificación, según el tipo de registro se reclasifican según su confiabilidad determinada principalmente por la fuente del registro (*Cuadro 141*). Este valor de confiabilidad es el que se utiliza en el cálculo del VN_u para todas las especies en la unidad ambiental correspondiente.

Cuadro 141. Valores ponderados de la confiabilidad de registro (C) de la especie en la unidad ambiental.

CONFIABILIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA CONFIABILIDAD	VALOR
Poco confiable	Especie reportada con distribución potencial por CONABIO, u otra fuente bibliográfica, siempre y cuando no sea información puntual del sitio.	1
Moderadamente confiable	Especies capturadas u observadas en otros estudios en la zona.	2
Confiable	Especie determinada por rastros indirectos en el sitio por el prospector con experiencia considerable.	3
Altamente Confiable	Individuos colectados, observados u escuchados con un rango alto de certidumbre (Método directo)	4

De manera paralela, se ponderó el status en el que está catalogada cada especie de flora y fauna de acuerdo con su estatus de conservación solo tomando en cuenta la normatividad mexicana vigente (*Cuadro 142*).

Cuadro 142. Valores ponderados del estatus de conservación (S_i) según las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ESTATUS DE CONSERVACIÓN	CLAVE	VALOR
Protección especial	Pr	1
Amenazada	A	2
En peligro de extinción	P	3

Valor de importancia para la conservación

El interés de los grupos sociales para la conservación es otro aspecto importante que debe ser considerado. Dicho interés se incorporó en el análisis como una función dentro del área ocupada por el proyecto, la superficie de la unidad ambiental (u) contenida en la propuesta (p) para la conservación (A_p), ponderado por el nivel de compromiso logrado (O_p). La incorporación de las áreas de interés social para la conservación se hizo, integrando la superficie del área ocupada por el proyecto dentro de la *Unidad Ambiental* (i) contenida en la propuesta (p) para la conservación (A_{ip}), ponderado por el nivel de compromiso logrado $\{(O$ vale 2 si la propuesta (p) ha sido legalmente decretada y 1 si sólo está propuesta (p) formalmente y está siendo activamente considerada para su posible reconocimiento oficial) $\}$. Para normalizar el estimador se emplea el área total ocupada por el proyecto (A_i) de la unidad ambiental que contiene al área de protección.

Ecuación 4

$$VIC_i = \frac{\sum_p A_{ip} O_p}{A_i}$$

Donde:

VIC_i= es el valor de importancia para la conservación de la unidad ambiental i .

A_{ip}= Área de cada unidad ambiental i contenida en la propuesta p

A_i= Área que ocupa el proyecto en cada unidad ambiental

p = Propuesta de conservación (1,2,...n)

O_p = Nivel de compromiso O de la propuesta p

O = (1,2) 1 = no decretada, 2 = legalmente decretada

También es importante contabilizar la superficie efectiva de conservación (AC_i) en cada unidad ambiental. En ocasiones ocurre que las propuestas de conservación se traslapan unas con otras en algún grado. Así, este estimador valora exclusivamente la magnitud de la superficie de interés para la conservación, eliminando los posibles traslapes de acuerdo con la siguiente fórmula.

Ecuación 5

$$AC_i = \frac{AI_i}{A_i}$$

Donde:

 AC_i = Área efectiva de conservación AI_i = Área de unidad ambiental *i*-ésima protegida por al menos una propuesta de conservación. A_i = Área que ocupa el proyecto en cada unidad ambiental

Valor de criticalidad de las unidades ambientales

Finalmente, con el objetivo de obtener un solo Valor de Criticalidad (VC_i) de las unidades ambientales analizadas, los índices anteriores se normalizan, se suman y se les asignan a las unidades ambientales dentro del SAR. El valor de criticalidad no toma en cuenta la pérdida de hábitat, por lo que puede considerarse como una medida previa al desarrollo del proyecto y se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 6 $VC_u = IUA_i + VN_j + VIC_i^{N-1}$

La integración de los tres factores anteriores, se puede hacer sencillamente utilizando una suma por cada unidad ambiental por separado como se muestra en la expresión anterior.

Resultados

Riqueza faunística (RF_i) de las unidades ambientales

La mayor riqueza faunística dentro del área de influencia la posee el acahual de bosque tropical caducifolio (89 especies), seguida por la unidad ambiental de bosque tropical caducifolio (84 especies), en tercer lugar el la unidas de uso agropecuario con 79 especies y la unidad con menor riqueza es el manglar (75 especies), de acuerdo con el número de especies registradas durante el trabajo de campo. Como se mencionó anteriormente, la riqueza de especies constituye un elemento importante al considerar la evaluación de los servicios ambientales que puede proporcionar cada unidad ambiental, como puede ser disponibilidad de refugios, sitios de anidamiento y alimentación para la fauna.

Tomando lo anterior en consideración, la unidad ambiental que alberga en su interior el mayor número de especies es la de mayor valor de importancia. En este sentido, la unidad ambiental bosque tropical caducifolio resulta la de mayor importancia (*Cuadro 143*), con mayor riqueza en especies, seguida por la unidad ambiental de acahual de bosque tropical caducifolio, la cual

mantiene un número considerable de especies que se están desplazando entre parches de acahual de bosque tropical caducifolio y el bosque tropical caducifolio, dando pie a que la fauna haga un uso de las áreas agropecuarias como sitios de alimentación (p. ej. sorgo, maíz y cacahuate) es por esto que la unidad ambiental de uso agropecuario ocupa el tercer lugar en riqueza de especies, la unidad ambiental que alberga menor riqueza de especies es la unidad ambiental manglar.

Cuadro 143. Riqueza faunística (Rfi,) encontrada en el Área de Influencia

TAXA	TOTAL DE ESPECIES	RFI POR UNIDAD AMBIENTAL			ESTATUS	
		Bosque tropical caducifolio	Vegetación secundaria de Bosque tropical caducifolio	Manglar	Área agropecuaria	Especies NOM
Anfibios	20	5	7	5	3	1
Reptiles	24	8	11	1	4	8
Aves	274	99	81	93	100	20
Mamíferos	61	20	21	17	3	3
Σ Rfi	379	132	120	116	110	32

La alta riqueza en la unidad ambiental de bosque tropical caducifolio se debe a que las condiciones que ofrece esta unidad ambiental en cuanto a disponibilidad de refugios, alimento y áreas de anidación son las más adecuadas para su distribución además de ser la unidad ambiental con mayor porcentaje de superficie del total del **área de influencia** (,30,79%) (*Cuadro 144*), por otro lado, la unidad con una menor riqueza de especies fue la unidad manglar, lo cual se debe a que el porcentaje del área de influencia que ocupa es menor (9,87%). Un punto importante que se debe tener presente es que el grupo de aves es el que se encuentra mayormente representado en las tres unidades ambientales descritas dentro del área de influencia.

Cuadro 144. Superficie por Unidad Ambiental para el Área de Influencia.

VEGETACIÓN Y USO DE SUELO	HA	% DEL ÁREA DE INFLUENCIA
Bosque tropical caducifolio	445.09	30.79
Vegetación secundaria de BTC	314.44	21.75
Agropecuario	404.73	28.00
Manglar	142.91	9.89
Suelo desnudo	90.60	6.27
Ripario	23.60	1.63
Total	1421.37	98.32
Otros	Ha	% del área de influencia
Zona inundable	24.34	1.68
Total	24.34	1.68
Total Área de Influencia	1445.71	100

Calidad de hábitat (CH_u)

De acuerdo a los valores de cobertura que se encuentran en el *Cuadro 145*, estructuralmente el Manglar obtuvo el valor más alto en el estrato arbóreo, seguido por la unidad de acahual de bosque tropical caducifolio la cual tuvo el segundo valor más alto en el estrato arboreo, pero en el estrato arbustivo y herbáceo la unidad ambiental de agropecuario obtuvo los valores más altos aunque en el estrato arboreo fue la unidad que obtuvo el valor más bajo. De acuerdo con los coeficientes de importancia estructural obtenidos, las unidades ambientales de manglar, acahual de bosque tropical caducifolio y bosque tropical caducifolio favorecen a diversas clases de fauna.

Cuadro 145. Cobertura relativa total de cada estrato en las unidades ambientales.

ESTRATO	VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO (UA)				
	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BOSQUE	MANGLAR	ÁREA AGROPECUARIA	PROMEDIO
		TROPICAL CADUCIFOLIO			
Árboles	13.63	33.33	33.33	0.006	28.25
Arbusto	13.043	10.00	8.33	0.003	7.84
Hierbas	5.65962264 5.65	5.71	6.66	7.14	6.29

Los valores promedio de importancia estructural de los estratos arbustivos y arbóreos, sugieren que a pesar de que las unidades ambientales se encuentran sujetas a constantes presiones, son de importancia relevante para la fauna.

El análisis de calidad del hábitat (CH_u) se realizó aplicando la ecuación 2 en la cual los datos de entrada son los valores de los coeficientes de importancia estructural y los valores de cobertura relativa, e.g. para la unidad ambiental de vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio el cálculo se realiza multiplicando el valor de cobertura de cada uno de los estratos de esta unidad ambiental por la suma del coeficiente del estrato correspondiente a cada clase $[(22.90*(2+3+1))+(10.0*(3+3+2+2))+(5.7(2+0+3+3))] = 283.0$, los valores de (CH_u) se normalizan usando como parámetro de normalización el valor de (CH_u) máximo y cada valor de (CH_u) obtenido se divide entre este parámetro. De los datos normalizados del análisis de calidad del hábitat (CH_u), se observó que el Manglar y VSBTC son las unidades de mejor calidad de hábitat para la fauna (*Cuadro 146*), siendo las áreas de BTC y Agropecuario las que obtuvieron un valor más bajo.

Cuadro 146. Calidad de Hábitat calculado y ponderado para cada UA.

UNIDAD AMBIENTAL	CHU	
	CALCULADO	NORMALIZADO
Manglar	325	1.26
Bosque tropical caducifolio	257.526	0.67
Vegetación secundaria de Bosque tropical caducifolio	345.72	1.0
Área Agropecuaria	57.2194	0.16
ΣCH_u	985.475	3.10

Importancia de la Unidad Ambiental (IUA)

El cálculo de la importancia de las unidades ambientales se realizó aplicando la ecuación 1 considerando riqueza de fauna y calidad de hábitat para bosque tropical caducifolio riqueza de fauna (89 especies) por (CH_u) (260.40) nos da como resultado 23 175.6 se realizó la normalización de los IUA obtenidos calculando la suma total de estos y dividiendo cada uno de los IUA entre el total obtenido (*Cuadro 147*). El valor más alto de *IUA* lo obtuvo el Manglar seguido, con una pequeña diferencia, por la unidad ambiental VSBTC, en tercer lugar esta la unidad ambiental de bosque tropical caducifolio y al final el área agropecuaria. Las áreas de uso agropecuario, obtuvieron una importancia relativa alta, ya que esta unidad ambiental ofrece

algunos recursos a ciertas especies, pudiendo funcionar como conector entre áreas de refugios y de alimentación debido a la cobertura que llegan a proporcionar, incluso son utilizadas como sitio de alimentación y reproducción por algunas especies a pesar de ser áreas bajo afectación antropogénica.

Cuadro 147. Importancia de las unidades ambientales.

UNIDAD AMBIENTAL	IUA I(C)	IUA I (N 0-1)
Mangle	37,700	0.30
Bosque tropical caducifolio	33,993.95	0.27
Vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio	41,487.36	0.33
Área Agropecuaria	12,930.55	0.10
ΣIUA_i	126,111.86	1,00

Índice de importancia por especies

El índice de importancia por especies NOM se calculo utilizando la ecuación 3 y cuyos resultados obtenidos para cada unidad ambiental se normalizan de la misma manera que CH_u . Los índices de importancia por especies NOM, del bosque tropical caducifolio y del área agropecuaria, son los de valores más altos (*Cuadro 148*) debido al número de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que albergan y a que estas dos unidades ambientales comparten varias de las especies registradas, por último tenemos la unidad ambiental manglar, en las cuales se registro menor número de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 148. Índice de Importancia por especies NOM(VNJ).

UNIDAD AMBIENTAL	VNJ(C)	VNJ(N)
Mangle	4.0	0.05
Bosque tropical caducifolio	72	1.00
Vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio	92	1.27
Área agropecuaria	52	0.72
$\Sigma VN_{j,u}$	168	3.05

Valor de importancia para la conservación

Un aspecto mas que se debe considerar, es el interés de los grupos sociales para la conservación. Dicho interés puede incorporarse en el análisis como una función dentro del área ocupada por el proyecto como se ha realizado en otras manifestaciones (INECOL 2003, INECOL 2007) y como

lo recomienda Pérez-Maqueo (2003). Para este proyecto existe una propuesta para conservación de aves endémicas la cual si se incluye en el análisis.

La organización “BirdLife” ha propuesto como área de conservación la región del Istmo de Tehuantepec, esto para el caso específico de aves endémicas, la zona para BirdLife es conocida como EBA 014 (Endemic Bird Area por sus siglas en inglés, Stattersfield *et al.*, 1998). Por estas razones, el interés de grupos sociales se incorpora en el análisis de criticalidad, ya que al igual que las AICAS (Áreas de importancia para la conservación de las aves en México, Arizmendi y Valdelamar, 1998), BirdLife propone como una EBA a todo el Istmo de Tehuantepec (EBA 014 con 6 700 km²) con un nivel de compromiso de valor 1 (como propuestas sin decreto), que pone de manifiesto la relevancia de la región por parte de grupos opositores a los parques eólicos. Los valores de importancia se muestran en el *Cuadro 149*.

Cuadro 149.Valores de importancia para la conservación (VIC_i) y magnitud de la superficie de interés para la conservación (A_{ip}).

P	OP	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	MANGLE	ÁREA AGROPECUARIA
RHP	2	0,00	0,00	0,00	0,00
ANP	2	0,00	0,0	0,0	0,0
RTP	2	0,00	0,00	0,00	0,00
EBA 014	1	318.34	416.13	142.91	509.91
AICAS	2	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ Aip		445.09	314.44	142.91	404.73
A _i		6.85	8.16	0.000	8.05
VIC _i		64.90	38.50	0.00	50.27
VIC^{N-1}_i		1	0.59	0.0	0.77

RHP= Región Hidrológica Prioritaria, ANP= Área natural Protegida,
RTP= Región terrestre Prioritaria, EBA= Endemic Birds Area,
AICAS= áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México.

Valor de criticalidad de las unidades ambientales

De acuerdo a la metodología utilizada, los valores de criticalidad que se presentan en el *Cuadro 150* y *Figura 124*, incorporan la importancia de las unidades ambientales desde el punto de vista funcional y de interés humano, así como la importancia de las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en las unidades ambientales, y el valor de importancia para la

conservación, como se mostró en la expresión de criticalidad. El valor de criticalidad se calcula sumando los valores normalizados de IUA_i , VN_j , VIC_i .

Cuadro 150. Resumen de Índices calculados, valores normalizados y valor de criticalidad (VC) para cada unidad ambiental.

UNIDAD AMBIENTAL	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	MANGLE	ÁREA AGROPECUARIA
IUA_i	33,993.95	41,487.36	37,700.00	12,930.55
VN_j	72.00	92.00	4.00	52.00
VIC_i	64.90	38.50	0.0	50.27
$\sum VC_u$	34,130.85 3	41,617.87	39,133.10	13,032.83
Normalizados				
IUA_i	0.27	0.33	0.30	0.10
VN_j	1.00	1.27	0.055	0.72
VIC_i	1	0.59	0.00	0.77
$\sum VC_uN-1$	2.27	2.19	0.35	1.59

Los resultados muestran al acahual de bosque tropical caducifolio y área agropecuaria como las unidades ambientales más críticas, éstas unidades tienen un valor de criticalidad más alto debido a que albergan mayor número de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como su calidad de hábitat es más alto; en tercer lugar se encuentra la unidad ambiental de bosque tropical caducifolio con respecto a la unidad de acahual de bosque tropical caducifolio tan sólo es 0.09, el valor más bajo en cuanto a criticalidad lo obtuvo la unidad de manglar, esto debido a que es la unidad que tiene una menor riqueza de especies, menor número de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ocupa una menor superficie del área de influencia y no se verá afectada su superficie por las obras.

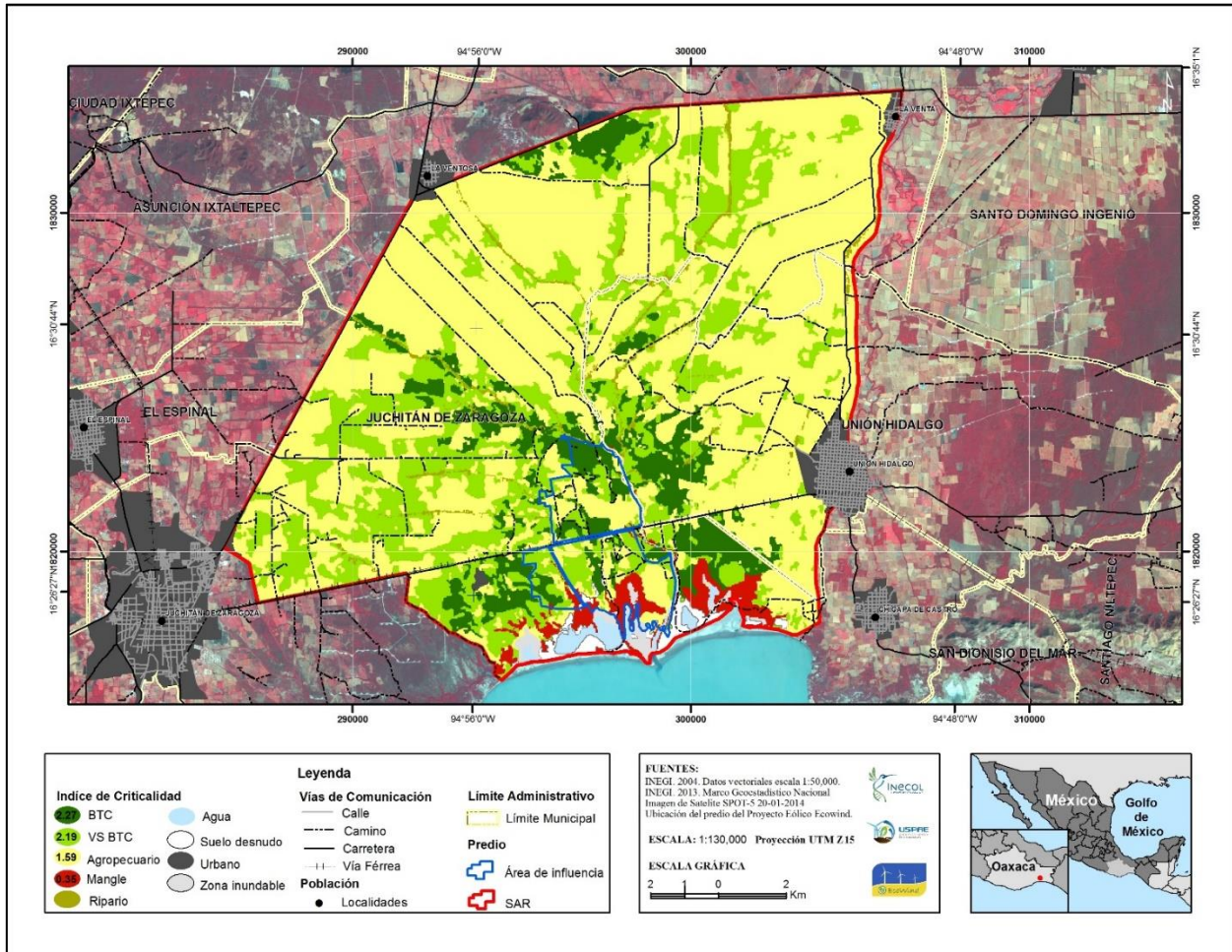


Figura 124. Índices de criticalidad para cada una de las unidades ambientales.

Un aspecto importante a considerar es el hecho de que en el presente análisis no se considera el factor del evento de migración de aves. Este fenómeno biológico se presenta durante la temporada de primavera y otoño, siendo esta última la de mayor importancia por el gran número de aves que sobrevuelan la región. En el otoño un número considerable de especies migratorias hacen uso de estas unidades ambientales para alimento, percheo, etc., lo cual le confiere importancia a estas unidades ambientales.

Valoración de los indicadores ambientales y diagnóstico

Los indicadores ambientales obtenidos en función de biodiversidad se presentaron en el apartado IV.2.5 de éste capítulo y algunos de ellos se utilizaron para el cálculo de los índices de importancia por unidad ambiental, criticalidad, calidad del hábitat, etc.

Para determinar el estado de cada unidad ambiental se evaluaron los índices calculados así como dos indicadores ambientales que son, condición de la unidad ambiental por uso humano (intervención antrópica) y conservación de la unidad ambiental tomando en cuenta su estructura y composición florística, los valores que toma cada índice o indicador ambiental se normalizaron para que se encuentren en una escala de 0 a 1 donde el 1 significa la condición óptima y 0 es la peor situación, la puntuación total óptima es 5. *Cuadro 151.*

Cuadro 151. Valoración del estado de cada unidad ambiental y diagnóstico.

UNIDAD AMBIENTAL	INDICADORES AMBIENTALES						
	Importancia de la Unidad Ambiental	Importancia por especie (NOM-059-SEMARNAT-2010)	Valor de importancia para la conservación	Condición debido al uso humano	Estado conservación composición florística	Condición Final	Diagnóstico
BTC	0.26	1.00	0.82	1	1	4.08	Mas Conservado
VSBTC	0.26	0.94	1.00	0.6	0.6	3.40	Conservado
MG	0.25	0.65	NA	1	1	2.9	Conservado
AG	0.23	1.00	0.92	0.3	0.3	2.75	Perturbado
NA: No afectado, indica que las obras no afectarán a esta unidad, por lo tanto no fue posible realizar el cálculo ya que no hay superficie a afectar.							

Las unidades ambientales de bosque tropical caducifolio y manglar se caracterizan por no tener intervención antrópica, su calidad de hábitat es alta, su composición florística tiene un mayor valor debido a que el estrato arbóreo es mayor a las otras unidades ambientales, por lo tanto se consideran como unidades ambientales conservadas. Las unidades ambientales de bosque tropical caducifolio y acahual de bosque tropical caducifolio albergan una mayor riqueza de especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, albergan una mayor riqueza de especie. Las unidades ambientales de bosque tropical caducifolio y acahual de bosque tropical caducifolio albergan una mayor riqueza de especies que las otras unidades, tienen alto número de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, pero la vegetación secundaria de bosque tropical caducifolio tiene intervención antrópica, su cobertura arbórea es menor que la unidad de mangle pero igual que la unidad de bosque tropical caducifolio, y tiene un mayor valor en cobertura arbustiva, se le considera como una unidad ambiental conservada y por último la unidad ambiental de uso agropecuario, se caracteriza por tener una intervención antrópica alta dada la deforestación que se lleva a cabo, cuenta con cobertura arbustiva y cobertura herbácea, presenta

un menor número de especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de que las otras unidades ambientales. Debido a la intervención antrópica alta, se considera una unidad ambiental perturbada.

Aunado al resultado que nos da la valoración de los indicadores ambientales, en el SAR se observa que existe un número alto de infraestructura ya establecida como es el caso de centrales eólicas las cuales se encuentran dentro del SAR pero **fuera** del área de influencia, CE Iberdrola, CE Bif Stinú, DEMEX, Acciona Eurus y **dentro del área de influencia** se encuentran Vías de Comunicación como la Carretera Juchitán de Zaragoza-Unión Hidalgo, canal de riego, este es un factor que tiene como efecto la fragmentación del ecosistema en el cual se encuentra ubicado el Sistema Ambiental Regional y por ende, el área de influencia del Proyecto.

Otro efecto de la infraestructura es sobre el paisaje, este ya se encuentra modificado debido a la infraestructura existente en el SAR.

Conclusión

Como resultado de la evaluación del SAR del Proyecto, se determinó que ha sufrido el mismo proceso de degradación ambiental que se está presentando en toda la región del Istmo de Tehuantepec. El bosque tropical caducifolio que hasta antes del siglo XIX era la vegetación predominante en toda la región, se ha reducido a pequeños fragmentos. Se ha estimado que los bosques tropicales caducifolios se encuentran entre los tipos de vegetación más amenazados del planeta por presentar una de las tasas de deforestación más altas, solo por debajo de las selvas altas perennifolias (Challegger 1998; FAO 2000).

Particularmente en el SAR, algunas áreas que originalmente eran ocupadas por bosque tropical caducifolio han sido modificadas para actividades productivas ocupando una gran porción del área del SAR, quedando remanentes de esta vegetación dentro del área de influencia.

La presión ejercida por la tala y quema para el cambio de uso de suelo, afecta de manera indistinta a cualquier especie. La degradación que presenta el bosque tropical caducifolio y el mangle tienen como resultado la reducción de sitios de refugio o alimentación para la fauna, sin embargo están manteniendo una importante diversidad de fauna y flora característica de este tipo de hábitat, principalmente en el área de influencia, la mayor perturbación se encuentra en la parte norte del SAR.

Para ponderar la importancia que están teniendo este tipo de fragmentos en el mantenimiento de la diversidad en el SAR y, en general, en el funcionamiento del ecosistema, se utilizó el índice de criticalidad que utiliza información sobre la cobertura vegetal existente por cada unidad ambiental evaluando, diversidad de flora y fauna incluyendo aquellas especies endémicas o que se encuentran dentro de alguna categoría de protección y el valor para la conservación.

Los resultados obtenidos por el índice de criticalidad permiten determinar que la unidad de acahual de bosque tropical caducifolio es la que presentó el valor más alto en el índice de criticalidad (2.17) seguida muy cerca por la unidad de bosque tropical caducifolio que presentó el valor de criticalidad (2.09), en tercer lugar de criticalidad lo obtuvo el área agropecuaria (1.77) y el valor más bajo fue para el manglar (0.90). Su criticalidad se basa principalmente en la diversidad que alberga el acahual de bosque tropical caducifolio y el bosque tropical caducifolio. Uno de los componentes que más aportaron al valor de criticalidad fue el índice del valor de la unidad, que toma a la riqueza de especies como su principal componente de ponderación. En este sentido, la unidad de acahual, obtuvo un valor alto de criticalidad (2.17) debido a que alberga una alta riqueza de especies y presentó más especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de igual manera el bosque tropical caducifolio presentó una alta riqueza en especies de fauna y obtuvo un valor de criticalidad de (2.08), lo anterior está indicando que estas unidades son de relevancia para las especies, además se debe considerar la importancia de estas unidades ambientales ya que son importantes las interacciones ecológicas que pueden tener entre ellas mismas como con áreas agropecuarias, que también obtuvo un valor alto de criticalidad (1.77), lo cual está permitiendo el mantenimiento de la diversidad registrada en el SAR y en el Área de Influencia. Esto puede explicarse como un hábitat fragmentado y con fuertes amenazas de transformación esté albergando una alta riqueza de especies, entre las que se encuentran especies endémicas o que se encuentran incluidas dentro de alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Un rasgo sobresaliente descrito para el SAR es que se ha registrado que lo cruzan tres rutas migratorias, una ruta ocasional y una correspondiente a grandes planeadores al sur del SAR, sobre la línea costera de la Laguna Superior, y otra correspondiente a gaviotas (*Leucophaeus sp.*). Este es un fenómeno biológico de importancia continental que le proporciona un valor biológico al SAR.

En conclusión, el escenario que presenta el SAR antes de ubicar el Proyecto nos indica que cuenta con **áreas conservadas** correspondientes a bosque tropical caducifolio, vegetación

secundaria de bosque tropical caducifolio y mangle presente sólo en la parte sur, estas unidades con una superficie de 2847.04 ha (12,22 % del total de superficie del SAR) para bosque tropical caducifolio, VSBTC con una superficie de 9528.24 ha (40,89% de la superficie total), manglar con una superficie de 402.94 ha (1,73% del total de superficie del SAR) y **áreas perturbadas** correspondientes a la unidad ambiental de uso agropecuario las cuales ocupan una superficie de 9 119.57 ha (39,13% del total de la superficie del SAR), esto se debe a que el SAR se encuentra dentro de un paisaje que, como se menciona en el apartado de consideraciones previas, históricamente parte de sus áreas de vegetación original han sido transformadas a áreas agropecuarias y además el ecosistema se encuentra fragmentado debido a la infraestructura que se ha instalado en los últimos años. A pesar de lo anterior, el SAR sigue presentando componentes naturales que indican una capacidad de resiliencia del sistema ambiental. Esta capacidad de resiliencia, sin duda, esta basada en los fragmentos de vegetación que constituyen el paisaje del SAR, los cuales se encuentran principalmente en el área de influencia.

ESTA HOJA FUE
DEJADA
EN BLANCO
INTENCIONALMENTE

V IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Uno de los aspectos con mayor importancia en un Estudio de Impacto Ambiental, es el análisis de los impactos que determinadas actividades pueden tener sobre los componentes del ambiente.

Este capítulo tiene el objetivo de identificar, describir y evaluar los impactos que resulten de la inserción del Proyecto en el SAR y área de influencia. La información que sustenta este apartado se obtuvo de la descripción de los aspectos técnicos descritos en el capítulo II, el análisis del marco jurídico y normativa ambiental detallado en el capítulo III, así como de los resultados de la caracterización y del diagnóstico ambiental presentados en el capítulo IV.

Se entiende por aspectos ambientales cada una de las intersecciones entre las acciones del proyecto y el ambiente físico, biológico y humano en el que se implantará. Dichos aspectos durante el desarrollo de este capítulo, serán “filtrados” mediante matrices que permitirán determinar qué aspectos serán considerados como impactos ambientales ya sean negativos o positivos.

Finalmente es importante mencionar que la evaluación de la gravedad de los impactos ambientales combina aspectos objetivos y subjetivos, por lo que la metodología a emplear contara con la participación de un equipo de expertos, que en conjunto definirán los criterios adecuados para el Proyecto.

Previo a la identificación de los impactos es importante mencionar que el Diagnostico Ambiental, realizado en el capítulo IV, es un referente sobre el conocimiento del estado en el cual se encuentra nuestra área de influencia, esta línea base servirá para identificar como las acciones del Proyecto pueden potencialmente impactar a los componentes ambientales, en tal manera que se determine la magnitud del efecto por medio de las modificaciones que el Proyecto cause al ambiente.

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

V.1.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Las metodologías de EIA están destinadas a sistematizar y potenciar el proceso de evaluación, sin embargo una metodología, por buena que sea, no excluye la subjetividad presente para algunos aspectos ambientales. En consecuencia es necesario elegir una metodología adecuada a los fines, conocer sus posibilidades y limitaciones y utilizarla para hacer el mejor trabajo.

En apego a lo que sugiere el Instructivo para la MIA-Regional (SEMARNAT, 2010), en cuanto al desarrollo de este apartado, el proceso de identificación y evaluación será desarrollado en tres etapas: la primera consiste en la identificación de las acciones del Proyecto; la segunda corresponde a la selección de los indicadores de impacto que van a ser valorados y finalmente la selección y justificación de la metodología de evaluación.

La fase de identificación de los impactos es muy importante porque una vez conocidos los efectos se pueden valorar las consecuencias, con más o menos precisión por diferentes sistemas, en este caso se utilizó una herramienta de identificación útil en las primeras etapas del Proyecto, una Lista de Control elaborada particularmente para el Proyecto la cual incluye, todas las acciones del Proyecto susceptibles de dar lugar a impactos. El listado fue proporcionado a los especialistas en campo para descartar factores innecesarios o precisar información, lo que permitió contar con un listado evolutivo de impactos para el área de estudio, previo al procesamiento de datos de campo.

Para el caso de la evaluación de impactos ambientales producto de las actividades del proyecto materia de esta investigación, se ha considerado como metodología de identificación de impactos, el Análisis Matricial Causa-Efecto, modificada, adaptándola a las condiciones de interacción entre las actividades de los procesos del proyecto y los factores ambientales, permitiendo identificar y ponderar los impactos de la actividad generados por el proyecto en el área de influencia.

En este sentido se ha elaborado una matriz de evaluación Causa-Efecto en la cual se analizan las interacciones entre las acciones del Proyecto y los factores ambientales posiblemente afectados. Por otro lado se elaboró una matriz de calificación de impactos ambientales que se genera producto del desarrollo del Proyecto.

Para la aplicación de la metodología de evaluación fue necesario definir los indicadores de impacto con respecto a los efectos potenciales sobre el medio durante las distintas etapas de ejecución del Proyecto.

Finalmente la metodología a seguir considerara:

- Identificación de las acciones del Proyecto
- Factores generadores de Impacto
- Componentes ambientales e indicadores de impacto
- Identificación las interacciones proyecto-medio
- Valoración de criterios de los impactos potenciales
- Valoración y Evaluación cualitativa de los impactos potenciales
- Ponderación absoluta y relativa de impactos potenciales
- Descripción cualitativa de impactos relevantes

V.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES DEL PROYECTO

Las acciones del Proyecto se definen como aquellas actividades y operaciones que a partir de la naturaleza de la obra se desarrollan, y se infiere tendrán un potencial de generar impactos ambientales y/o sociales.

Este apartado se elaboró de acuerdo a la descripción del proyecto (capitulo II) en donde se han considerado las siguientes acciones con potencial de generar impactos ambientales (*Cuadro 152*):

Cuadro 152. Lista de Acciones del Proyecto

ETAPA	ACCIONES
Preparación del sitio	Desmante del terreno
	Despalme del terreno
	Excavaciones y cortes
	Rellenos
	Caminos y obras provisionales
Construcción	Cimentaciones: cimbra, armadura de acero y colado de plantillas
	Instalación del bus: zanja, cableado y registros
	Obra civil
	Montaje: góndola, aspas, etc.
	Obras pluviales: cunetas, alcantarillado, drenaje, etc.
	Construcción de caminos
Operación y mantenimiento	Puesta en marcha y operación
	Mantenimiento preventivo y correctivo de aerogeneradores, cableado y caminos

V.1.3 INDICADORES DE IMPACTO

Según Canter (1998) los “indicadores” se refieren a medidas simples de factores o especies biológicas, bajo la hipótesis de que estas medidas son indicativas del sistema biofísico o socioeconómico.

La selección de indicadores en este apartado cubre el propósito de medir el desempeño del medio ambiente y la dimensión de los efectos que podrían producirse como consecuencia de la inserción del Proyecto, tanto cualitativa como cuantitativamente.

Los indicadores seleccionados cumplen con el criterio de utilidad obedeciendo a las características de representatividad, relevancia y además fueran excluyentes, cuantificables y de fácil identificación.

V.1.3.1 Lista indicativa de indicadores de impacto

La siguiente lista, elaborada con base en lo recomendado por Canter (1998), Conésa-Fernández (2010) y el Instructivo de la SEMARNAT (2010), presenta los indicadores de impacto considerados, o sea los elementos del medio ambiente afectados, o potencialmente afectados por las acciones del proyecto. A los indicadores se les asigna un valor de importancia, expresado en Unidades de Importancia (UIP), que resulta de la distribución de 1000 unidades asignadas al total de los indicadores ambientales (Bolea, 1984 citado en Conésa-Fernández, 2010. No obstante, la cantidad de UIP distribuidas entre los indicadores ambientales pueden ser modificadas por un panel de expertos, de acuerdo a la descripción del medio ambiente descrito en el capítulo IV. Estas UIP son utilizadas para una posterior ponderación de relevancia de los impactos ambiental (*Cuadro 153*).

Cuadro 153. Identificación de indicadores de impacto

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADOR DE IMPACTO	UIP
Medio físico	Medio abiótico	Atmósfera	Emisión y dispersión de gases	20
			Emisión de partículas a la atmósfera	20
			Incremento en los niveles de ruido	20
		Geomorfología	Estabilidad geomorfológica (deslaves)	65
		Edafología	Estabilidad edáfica (erosión)	45
			Calidad del suelo	45
			Calidad de agua superficial (potencial de contaminación)	25

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADOR DE IMPACTO	UIP	
		Agua (hidrología superficial y subterránea)	Calidad de agua subterránea (potencial de contaminación)	25	
			Infiltración	25	
			Modificaciones a la escorrentía superficial	50	
	Medio biótico	Flora (terrestre)	Fauna terrestre y voladora (vertebrados terrestres)	Cobertura vegetal (superficie intervenida)	120
				Pérdida de individuos (por cacería y atropellamiento)	50
		Paisaje	Colisión de aves y murciélagos con aerogeneradores y LAT	50	
			Potencial afectación a especies NOM-059-SEMARNAT-2001 (pérdida de individuos)	50	
			Hábitat significativo	45	
	Medio perceptual	Paisaje	Visibilidad	20	
			Fragilidad	20	
Calidad escénica			30		
Medio socioeconómico-cultural	Medio socioeconómico	Economía y población	Generación de empleos	70	
			Incremento en la derrama económica	70	
			Servicios e infraestructura	70	
			Aceptación	65	
Medio ambiente (total)				1,000	

V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

V.2.1 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

Los criterios y metodologías de evaluación de impactos ambientales se definen considerando los elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto u obra: basándose en la identificación de indicadores de impacto se genera la matriz de impactos potenciales, lo que permite determinar las relaciones causales entre las acciones del Proyecto y los indicadores de impacto (*Anexo V-1*). Se colocan las actividades por etapas en las columnas y los indicadores ambientales en las filas. Posteriormente se consulta a un panel de expertos para la identificación de interacciones de las acciones del Proyecto con los componentes del medio ambiente, así como la modificación de los indicadores ambientales, según las características del Sistema Ambiental Regional (SAR).

V.2.2 CRITERIOS

Después de haber identificado las interacciones dentro de la matriz, se hace una valoración cualitativa del impacto potencial respecto al componente afectado. Los criterios utilizados para esa calificación fueron tomados de Conesa-Fernández (2010), y están presentados con su valoración en la siguiente lista (*Cuadro 154 y Cuadro 155*):

Naturaleza (NA): Indica si las acciones del proyecto deterioran o mejoran las características del atributo ambiental, es decir, si es benéfico o adverso. Esta característica se denota por los signos positivo (+) o negativo (-).

Intensidad (IN): Se refiere al grado de incidencia de la acción, sobre el factor en el ámbito específico en que actúa. El rango de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresara una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre esos 2 términos reflejarán situaciones intermedias.

Extensión (EX): Se refiere al área de extensión teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el impacto). Si la acción produce un impacto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su graduación, como impacto parcial (2) y extenso (4).

Momento (MO): El plazo de manifestación del impacto, alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t_0) y el comienzo del efecto (t_j) sobre el factor del medio considerado. Así cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año será corto plazo, asignándole en ambos casos un valor (4). Si es un periodo de tiempo que va de 1 a 10 años, este será mediano plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 10 años, el periodo será largo plazo (1).

Persistencia (PE): Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, será temporal (2); y

si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente, asignándole un valor de (4). La persistencia es independiente de la reversibilidad.

Reversibilidad (RV): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Si es corto el plazo se le asigna un valor (1), si es a medio plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos son los mismos asignados en el parámetro anterior.

Recuperabilidad (MC): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Así, si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) o (2), según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente el efecto es mitigable y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la humana) le asignamos un valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

Sinergia (SI): Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción, actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Acumulación (AC): este atributo se refiere al incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continua o reiterada a la acción que lo genera. Así, cuando una acción no genera efectos acumulativos (acumulación simple) el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

Efecto (EF): Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando en este como una acción de segundo orden. Este término toma el valor (1) en el caso de que el efecto sea secundario y el valor (4) cuando sea directo.

Periodicidad (PR): se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular).

Cuadro 154. Criterios en la valoración temporal (Conesa-Fernández 2010)

Manifestación de los efectos	Atributos								C	
	Momento		Persistencia		Reversibilidad		Recuperabilidad			
	Tipo	V	Tipo	V	Tipo	V	Tipo	V		
t=0	Inmediato	4	Efímero o fugaz	1	Inmediato	1	Inmediato	1	Temporales, reversibles y/o recuperables	
t<1 año	Corto plazo	3	Momentaneo o de corto plazo		Corto plazo		Corto plazo	2		
1<t<10 años	Medio plazo	2	Temporal, transitorio o de medio plazo	2	Medio plazo	2	Medio plazo	3		
10<t<15 años	Largo plazo	1	Pertinaz, persistente o duradero	3	Largo plazo	3	Largo plazo	4		Permanentes
t>15 años			Estable o Permanente	4	Quasi irreversible / reversible		Recuperable / irrecuperable			
t>>15 años			Constante	4	Irreversible		4			
Indistinta	Crítico	(+1) a (+4)	-	-	-	-	Mitigable / compensable / sustitutorio / contraprestación	-	Otros	

Cuadro 155. Criterios de valoración del Impacto potencial (Conesa-Fernández 2010)

NATURALEZA (±)	V	INTENSIDAD (IN)	V	EXTENSIÓN (EX)	V
Impacto beneficioso	+	Baja	1	Puntual	1
Impacto perjudicial	-	Media	2	Parcial	2
		Alta	4	Amplio	4
		Muy alta	8	Total	8
		Total	12	Crítico	(+4)
MOMENTO (MO)	V	PERSISTENCIA (PE)	V	REVERSIBILIDAD (RV)	V
Largo plazo	1	Efímero	1	Corto plazo	1
Medio plazo	2	Momentáneo	1	Medio plazo	2
Corto plazo	3	Temporal	2	Largo plazo	3
Inmediato	4	Persistente	3	Irreversible	4
Crítico	(+4)	Permanente	4		

SINERGIA (SI)	V	ACUMULACIÓN (AC)	V	EFEECTO (EF)	V
Sin sinergismo o simple	1	Simple	1	Indirecto	1
Sinergismo moderado	2	Acumulativo	4	Directo	4
Muy sinérgico	4				
PERIODICIDAD (PR)	V	RECUPERABILIDAD (MC)	V	IMPORTANCIA	
Irregular	1	Inmediato	1	$I = \pm [3 IN + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	
Periódico	2	Corto plazo	2		
Continuo	4	Medio plazo	3		
		Largo plazo	4		
		Mitigable, sustituible y compensable	4		
		Irrecuperable	8		

V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

V.3.1. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SELECCIONADA

De acuerdo con Conesa Fernandez. (2010), los valores de relevancia se obtienen utilizando el índice de importancia del impacto. Se realiza un modelo matemático cuyos valores son calculados a partir de la calificación de la matriz, con base en los valores expuestos anteriormente. La ecuación 1 presenta ese modelo matemático para calcular el impacto potencial (I), donde el signo indica la naturaleza del impacto (negativo o adverso [-] y positivo o benéfico [+]).

$$I_p = \pm (3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC) \quad \text{Ecuación 1}$$

Luego, la matriz es depurada por segunda ocasión, agrupando los valores potenciales de afectación más relevantes (Cuadro 156). Con base en este razonamiento, se cuenta con los elementos necesarios para generar las matrices respectivas y su posterior análisis.

Cuadro 156. Valores de relevancia de Impacto (Conesa-Fernández 2010)

<i>Valor cualitativo</i>	<i>Interpretación</i>	<i>Clave</i>
ENTRE + 76 Y +100	IMPACTO BENÉFICO MUY ALTO	C
ENTRE +51 Y +75	IMPACTO BENÉFICO SIGNIFICATIVO	S
ENTRE +26 Y +50	IMPACTO BENÉFICO MODERADO	M
ENTRE +13 Y +25	IMPACTO BENÉFICO IRRELEVANTE	I
0	NO SE ESPERA QUE OCURRA UN IMPACTO	N
ENTRE -13 Y -25	IMPACTO ADVERSO IRRELEVANTE	I
ENTRE -26 Y -50	IMPACTO ADVERSO MODERADO	M
ENTRE -51 Y -75	IMPACTO ADVERSO SEVERO	S
ENTRE - 76 Y -100	IMPACTO ADVERSO CRITICO	C

V.3.1.1 Proceso de calificación

Se seleccionan las relaciones causa-efecto de la matriz de impactos, las cuales son generadas entre las acciones e indicadores de impacto. Posteriormente se califican siguiendo los criterios anteriormente descritos, obteniendo el valor de importancia absoluta del impacto (*Anexo V-2 Tabla de criterios de impacto*).

No obstante, este valor debe ser considerado de forma tanto absoluta como relativa para formar un análisis de los indicadores más afectados y las acciones más agresivas a nivel componente, subsistema, sistema y medio ambiente. Este proceso funciona como premisa al orden de prioridad de las medidas de mitigación descritas en el capítulo VI.

Para el cálculo de ponderación de los valores absolutos y relativos de los impactos ambientales se consideraron las ecuaciones propuestas por Conesa Fernández (2010) que se muestran en el *Cuadro 157, Cuadro 158, Cuadro 159 y Cuadro 160*.

Cuadro 157. Ecuaciones para calcular la importancia absoluta ponderada al Medio Ambiente (Conesa-Fernández 2010)

Importancia absoluta de los efectos producidos por cada una de las acciones	
Sobre el...	Ecuación representativa
Factor j	$I_{ij} = \pm(3IN_{ij} + 2EX_{ij} + MO_{ij} + PE_{ij} + RV_{ij} + SI_{ij} + AC_{ij} + EF_{ij} + PR_{ij} + MC_{ij})$
Componente m	$I_{i(m)} = \sum_j I_{ij}$
Subsistema x	$I_{i(x)} = \sum_m I_{i(m)}$
Sistema a	$I_{i(a)} = \sum_x I_{i(x)}$
Medio Ambiente	$I_{i(MA)} = \sum_a I_{i(a)}$

Cuadro 158. Ecuaciones para calcular la importancia absoluta ponderada a las acciones del Proyecto (Conesa-Fernández 2010)

Importancia absoluta de los efectos producidos por la actividad	
Sobre el...	Ecuación representativa
Factor j	$I_j = \sum_i I_{ij}$
Componente m	$I_{(m)} = \sum_i I_{i(m)} = \sum_j I_j$
Subsistema x	$I_{(x)} = \sum_i I_{i(x)} = \sum_m I_m$
Sistema a	$I_{(a)} = \sum_i I_{i(a)} = \sum_x I_x$
Medio Ambiente	$I = \sum_i I_{i(MA)} = \sum_a I_a$

Cuadro 159. Ecuaciones para calcular la importancia relativa ponderada al Medio Ambiente (Conesa-Fernández 2010)

Importancia relativa de los efectos producidos por cada una de las acciones	
Sobre el...	Ecuación representativa
Factor j	$I_{Rij} = I_{ij} * P_j / \sum_j P_j$
Componente m	$I_{Ri(m)} = \sum_j I_{ij} * P_j / \sum_j P_j$
Subsistema x	$I_{Ri(x)} = \sum_m \sum_j I_{ij} * P_j / \sum_m P_m$
Sistema a	$I_{Ri(a)} = \sum_x \sum_m \sum_j I_{ij} * P_j / \sum_x P_x$
Medio Ambiente	$I_{Ri(MA)} = \sum_a \sum_x \sum_m \sum_j I_{ij} * P_j / \sum_a P_a$

Cuadro 160. Ecuaciones para calcular la importancia relativa ponderada a las acciones del Proyecto (Conesa-Fernández 2010)

Importancia relativa de los efectos producidos por la actividad	
Sobre el...	Ecuación representativa
Factor j	$I_{Rj} = \sum_i I_{ij} P_j / \sum_r P_r = I_j P_j / \sum_a P_a$
Componente m	$I_{Rm} = \sum_i I_{Ri(m)} * \sum_j P_j / \sum_a P_a = \sum_j I_{Rj}$
Subsistema x	$I_{Rx} = \sum_i I_{Ri(x)} * \sum_m P_m / \sum_a P_a = \sum_m I_{Rm}$
Sistema a	$I_{Ra} = \sum_i I_{Ri(a)} * \sum_x P_x / \sum_a P_a = \sum_x I_{Rx}$
Medio Ambiente	$I_R = \sum_i I_{Ri(MA)} = \sum_x I_{Ra}$

Dicha ponderación de los impactos ambientales debe llevarse a cabo en las tres etapas que constituyen al proyecto, lo cual proporciona una visión desagregada de los impactos ambientales en la fase de preparación del sitio, fase de construcción y fase de operación y mantenimiento (*Anexo V-3 Matriz de importancia con valores absolutos y relativos*).

V.3.2 EVALUACIÓN CUALITATIVA DEL IMPACTO POTENCIAL

Una vez que se determinó el valor de relevancia en la matriz depurada, a continuación se describen los posibles impactos ambientales identificados en el medio físico, biológico y socioeconómico.

Una vez que se determinaron los valores de importancia absolutos y relativos de los impactos en la matriz, a continuación se describen los posibles impactos ambientales identificados en el medio físico, biológico y socioeconómico.

Se identificaron un total de 170 impactos ambientales generados por el Proyecto los cuales se pueden desglosar por la etapa del Proyecto y por su grado de intensidad. Durante la etapa de preparación del sitio se prevé la generación potencial de 17 impactos benéficos y 64 impactos adversos; en la etapa de construcción se considera la presencia de 16 impactos benéficos y 54 impactos adversos; mientras que para la etapa de operación y mantenimiento se identifica el posible desarrollo de 6 impactos benéficos y 13 adversos (*Cuadro 161*). La mayoría de los impactos ambientales identificados son de naturaleza adversa; sin embargo, de manera individual son menores a los impactos benéficos debido a que los indicadores afectados por éstos tienen un mayor peso en el medio socioeconómico-cultural que en el medio físico.

Cuadro 161. Impactos identificados durante el Proyecto

IMPACTOS	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	TOTAL DEL PROYECTO
Críticos benéficos	0	0	0	0
Severos benéficos	8	8	6	22
Moderados benéficos	9	8	0	17
Irrelevantes benéficos	0	0	0	0
Total de impactos benéficos	17	16	6	39
Irrelevantes adversos	22	20	4	46
Moderados adversos	39	34	6	79
Severos adversos	4	1	3	8
Críticos adversos	0	0	0	0
Total de impactos adversos	65	55	13	133
Total de impactos	82	71	19	172

Con base en los valores obtenidos se considera que puede desarrollarse un impacto potencial negativo, aunque moderado, sobre el medio físico durante las tres etapas del Proyecto; así como un impacto potencial positivo, también de forma moderada, sobre el medio socioeconómico-cultural sobre las etapas involucradas en el Proyecto.

Durante la etapa de preparación del sitio se identificó al despalme como la actividad con mayor potencial agresivo para el medio físico, y la creación de obras y caminos provisionales como la actividad destacable para el medio socioeconómico cultural. En cuanto a nivel medio ambiente, el despalme presentará ser la actividad con mayor efecto relativo de carácter adverso.

Respecto a la etapa de construcción, la actividad de mayor potencial de impacto ambiental respecto al medio físico es la construcción de obras pluviales (instalación de cunetas), y hacia el medio socioeconómico cultural fueron las actividades de la instalación del bus y el montaje de los aerogeneradores. En cuanto a nivel de medio ambiente, el montaje de los aerogeneradores resultó ser la actividad de mayor relevancia, siendo de carácter positivo.

Para la etapa de operación y mantenimiento se prevé a la puesta en marcha como la actividad con mayor potencial en contra del medio físico, así como en el medio socioeconómico-cultural. Sin embargo, a nivel medio ambiente, el mantenimiento de los aerogeneradores, caminos y buses se mantiene como la actividad con una mayor importancia de carácter benéfico.

Durante la etapa de preparación del sitio se prevé que todos los componentes son afectados por el Proyecto, así como en la etapa de construcción, pero durante la etapa de operación y mantenimiento se identifican impactos potenciales hacia los componentes en general a excepción de la geomorfología, edafología, hidrología y flora. Finalmente, con la evaluación, de los impactos potenciales, fue posible identificar las actividades que se prevé puedan generar cambios para el área de influencia y en alcance al SAR.

V.3.3 DESCRIPCIÓN CUALITATIVA DE IMPACTOS RELEVANTES

En este apartado se describen los impactos provocados a los respectivos componentes y etapa del Proyecto de manera general. Al término de cada etapa descrita, se señalan los impactos más importantes sobre los indicadores empleados, el indicador más afectado y las acciones más agresivas.

La manera de señalar los impactos más importantes es en determinar la importancia (I) promedio de los impactos previstos durante la etapa de cada componente; dejando como destacables a aquellos que obtuvieron una importancia mayor a la del promedio de su propio componente en su respectiva etapa. El indicador más afectado del componente se señaló en función del valor relativo máximo derivado de la ponderación de los impactos sobre los indicadores; así del mismo modo se señaló la acción más agresiva, retomando la ponderación del valor relativo máximo de los impactos sobre las acciones.

Cabe señalar que la metodología de carácter cualitativo empleada para este estudio no expresa concisamente la realidad medioambiental pero guarda una estrecha relación con ella; del mismo modo deben considerarse los resultados de la misma.

V.3.3.1 Impactos en el medio físico

Atmosfera

Este componente será afectado en todas las etapas del Proyecto y por todas las acciones en sus tres indicadores pero todos estos impactos son catalogados como irrelevantes, resultados de los criterios utilizados en la metodología de evaluación.

a) Impactos en la etapa de preparación del sitio

Durante esta etapa se desarrollarán varios impactos al componente atmósfera debido a la utilización de vehículos y maquinaria, la cual implica la emisión de gases, partículas y ruido; no obstante, estos impactos de naturaleza adversa son irrelevantes.

Impactos destacables sobre los indicadores: ninguno

Indicador afectado destacable: ninguno destaca

Acciones destacables: ninguno destaca

b) Impactos en la etapa de construcción

Durante la etapa de construcción se identifican una cantidad considerable de impactos a la atmósfera debido a las emisiones por parte de los vehículos y maquinaria utilizada; sin embargo, dichos impactos adversos son irrelevantes.

Impactos destacables sobre los indicadores: ninguno

Indicador afectado destacable: ninguno destaca

Acciones destacables: ninguna destaca

c) Impactos en la etapa de operación y mantenimiento

Durante esta etapa se identifican impactos adversos irrelevantes hacia el componente atmósfera por parte de las emisiones generadas por vehículos durante el mantenimiento y generación de ruido provocado por los aerogeneradores y vehículos.

Impactos destacables sobre los indicadores: ninguno

Indicador afectado destacable: incremento en los niveles de ruido (C)

Acción destacable: mantenimiento preventivo y correctivo de aerogeneradores, cableado y caminos (13).

Geomorfología

Dentro del SAR y área de influencia, el terreno es generalmente plano a excepción del límite norte del SAR, en donde se observa una mayor pendiente y ligeros lomeríos; no obstante existen acciones que darán lugar a impactos dentro de la geomorfología a un nivel reducido dentro del área de influencia.

a) Impactos en la etapa de preparación del sitio

Durante esta etapa se identifican impactos moderados de naturaleza adversa en el cambio de la estabilidad geomorfológica generado por el despalme, cortes, rellenos y obras provisionales, las cuales implican la nivelación de la superficie adecuada al proyecto, a pesar de contar con un relieve llano.

Para dar cabida a estas acciones se prevé realizar el desmonte y despalde que afectará aproximadamente a 41.34 ha de manera permanente y 3.24 ha de manera temporal, lo que podría afectar la estabilidad del suelo.

Impactos destacables sobre los indicadores: D03 y D04

Indicador afectado destacable: estabilidad geomorfológica (D)

Acción destacable: excavaciones y cortes (03) y rellenos (04)

b) Impactos en la etapa de construcción

La geomorfología se verá afectada por la construcción de las zapatas de los aerogeneradores, implicando la alteración de las formas naturales del área de influencia de manera directa.

Impactos destacables sobre los indicadores: D06

Indicador afectado destacable: estabilidad geomorfológica (D)

Acción destacable: cimentaciones (06)

c) Impactos en la etapa de operación y mantenimiento

No existen impactos identificados.

Edafología

El SAR presenta en distintas proporciones tipos de suelos, siendo estos el cambisol, vertisol, regosol, feozem y solonchak; mientras que el área de influencia sólo afecta al cambisol. Dicho suelo será afectado por las acciones del proyecto durante las etapas de preparación y construcción respecto al potencial de erosivo (estabilidad edáfica) y calidad del suelo.

a) Impactos en la etapa de preparación del sitio

El desmonte y despalde de las áreas donde se ubicaran las obras y estructuras civiles afectarán la estructura de la vegetación, generan vulnerabilidad en las tierras remanentes a la erosión fluvial y eólica, permitiendo que los suelos se laven más fácilmente, aunque debemos considerar que debido a las características edáficas, estos suelos presentan una permeabilidad poca o nula por lo que son vulnerables a saturarse hídricamente, generando zonas inundables, estos factores alteran los horizontes más superficiales del suelo, los cuales juegan un papel preponderante en el desarrollo de la vegetación. Sin embargo, los rellenos enriquecidos por la materia orgánica proveniente del desmonte, dará lugar a un efecto benéfico hacia este componente.

Impactos destacables sobre los indicadores: E02, E03, F02 y F03

Indicador afectado destacable: estabilidad edáfica (E)

Acción destacable: despalme del terreno (02)

b) Impactos en la etapa de construcción

Los suelos se verán afectados en su calidad y estabilidad debido a la instalación de la zapata de los aerogeneradores, la plataforma de obras, construcción de caminos y obras pluviales por la posible compactación de los suelos generada por la maquinaria y obras que operen en el proyecto.

Impactos destacables sobre los indicadores: E11, F06 y F11

Indicador afectado destacable: calidad del suelo (F)

Acciones destacables: construcción de caminos (11)

c) Impactos en la etapa de operación y mantenimiento

No se identifican impactos al componente durante esta etapa.

Hidrología

La hidrología dentro del área de influencia del Proyecto está formada principalmente por escurrimientos intermitentes con actividad solamente en la temporada de lluvias, el cauce de estas corrientes intermitentes comienza a descender de manera natural por las escorrentías en la parte norte hasta finalizar en la parte Sur desembocando en la Laguna Superior, las características de cauce (profundidad y taludes) indican que al ser una corriente intermitente es un flujo laminar de baja consideración. Sin embargo existe un flujo determinado y considerado parte de la red de riego del distrito, en donde el agua esta encausada mediante un canal, tomando en cuenta este aspecto y su cruce en el límite del predio al lado oeste, no se considera que exista alguna interferencia tanto en el flujo ni en el aspecto de contaminación. En la Fase de Construcción el flujo de algunas escorrentías se verá modificado por el establecimiento de caminos, alcantarillas y colectores pluviales, sin embargo y considerando intermitentes los cauces, el efecto se considera moderadamente significativo ya que la mayoría de los escurrimientos florecen en temporadas de lluvia, disminuyendo la posibilidad de verse afectados por las obras; por otro lado es importante mencionar que algunas obras como los sistemas de drenaje, tendrán la función de mantener los flujos que estuvieran a su paso, lo que minimiza la modificación a las escorrentías.

Considerando dentro de los límites del área de estudio, en la parte Sur del polígono, este colinda con la Laguna Superior. Es de suma importancia señalar que el Proyecto no tendrá ninguna interacción con este cuerpo de agua además de coincidir con la zona de restricción con el Manglar, por lo que ninguna obra modificara la calidad del agua.

a) Impactos en la etapa de preparación del sitio

Se identifican posibles cambios en la escorrentía superficial e infiltración debido a las acciones realizadas durante la preparación del sitio, cuyos efectos serán persistentes incluso durante la etapa de construcción. Esto debido a la remoción de suelo durante el despalme y remoción de la cubierta vegetal durante el desmonte, causando una reducción en la retención de humedad superficial, disminuyendo la infiltración de agua durante la temporada de lluvias y, consecuentemente, aumentando el nivel y dirección de la escorrentía superficial.

Impactos destacables sobre los indicadores: I02, I03, I04, J02, J03 y J04

Indicador afectado destacable: escorrentía (J)

Acción destacable: despalme de terreno (02)

b) Impactos en la etapa de construcción

En la etapa de construcción, el flujo de algunas escorrentías se verá modificado por el establecimiento de obras pluviales, las cimentaciones, la instalación del bus, la obra civil y la construcción de caminos; sin embargo, considerando intermitentes los cauces, el efecto se considera moderadamente significativo; dichos escurrimientos florecen en temporadas de lluvia, disminuyendo la posibilidad de verse afectados por las obras; por otro lado es importante mencionar que algunas obras como los sistemas de drenaje, tendrán la función de mantener los flujos que estuvieran a su paso, lo que minimiza la modificación a las escorrentías.

Impactos destacables sobre los indicadores: I06, I08, I10, J06, J08 y J10

Indicador afectado destacable: escorrentía (J)

Acción destacable: obras pluviales (10)

c) Impactos en la etapa de operación y mantenimiento

No se identifican impactos ambientales hacia la hidrología durante esta etapa.

V.3.3.2 Impactos en el medio biótico

Flora

Para el ecosistema, la vegetación constituye el componente estructural más importante, principalmente porque permite caracterizar el paisaje y condiciona la existencia de la biodiversidad, así como los diversos procesos bio-geoquímicos existentes en ella. La vegetación puede describirse en términos de su composición florística (cantidad de especies) y a lo que refiere el impacto potencial de afectación de especies NOM-059-SEMARNAT-2010 y; cobertura vegetal (superficie intervenida), siendo estos a su vez, buenos indicadores de la diversidad de especies y distribución espacial en un lugar determinado. Sin embargo, el único indicador utilizado durante este estudio es la cobertura vegetal, esto debido a que las especies NOM-059-SEMARNAT-2010 a pesar de encontrarse en el área de influencia, no se encuentran en las áreas destinadas al desmote del Proyecto.

a) Impactos en la etapa de preparación del sitio

Los efectos producidos por el desmote serán más evidentes en las áreas de vegetación cubierta por vegetación secundaria de BTC, pastizal y Bosque Tropical Caducifolio. De la misma manera, el despalle removerá toda la vegetación que no haya sido removida durante el desmote. No obstante, también se verá afectada la vegetación a causa de la implementación de caminos provisionales en caso de no ser adecuados los caminos ya existentes.

De acuerdo al análisis realizado para el SAR en este se presentan diferentes condiciones ecológicas, lo que propicia el establecimiento de distintos usos de suelos para el SAR: 1. vegetación secundaria de BTC, 2. Bosque tropical caducifolio (BTC), Manglar, 3. Pastizal, 4. vegetación riparia, 5. Agrícola, 6. Suelo desnudo y además se registraron cuerpos de agua y zona inundable.

En el caso particular del área de influencia, en el listado florístico se registraron 89 especies contenidas en 74 géneros y 49 familias de plantas vasculares. El total de la superficie del área de influencia es de 1,445.66 ha, actualmente 416.13 ha (28.78%) de la vegetación constituye vegetación secundaria de BTC, 318.34 ha (22.02%) corresponde a BTC, 5.27 ha (0.36%) pertenece a Ripario, 144.48 ha (9.99%) a manglar (vegetación que no será removida por las obras), 509.91 ha (35.27%) a pastizal, 23.73 ha (1.64%) a suelo desnudo, 7.25 ha (0.50%) a cuerpos de agua y finalmente 20.55 ha (1.42%) corresponde a zona inundable (*Cuadro 162*).

Cuadro 162. Vegetación y uso de suelo presentes en el Área de Influencia.

VEGETACIÓN Y USO DE SUELO	HA	KM2	% DEL ÁREA DE INFLUENCIA
Bosque tropical caducifolio	318.34	3.1834	22.02%
Manglar	144.48	1.4448	9.99%
Ripario	5.27	0.0527	0.36%
Vegetación secundaria	416.13	4.1613	28.78%
Pastizal	509.91	5.0991	35.27%
Suelo desnudo	23.73	0.2373	1.64%
Total	1417.86	14.1786	98.08%
Otros			
Cuerpo de agua	7.25	0.0725	0.50%
Zona inundable	20.55	0.2055	1.42%
Total	27.8	0.278	1.92%
Total Área de Influencia	1,445.66	14.46	100.00%

El análisis realizado de vegetación, indica que la unidad ambiental que sufrirá mayor afectación, con la instalación del Proyecto, resulta ser la vegetación secundaria de BTC con un porcentaje del 0.89% (12.96 ha) del total de área de influencia, seguido por el pastizal con un 0.86% (12.44 ha) del total del área de influencia y en tercer lugar el BTC con 0.70% (10.12 ha) del total de área de influencia. Como se hace mención en el capítulo IV, las unidades ambientales conformadas por vegetación secundaria de BTC y Bosque tropical caducifolio presentan rasgos de deterioro notorio, por las actividades de aprovechamiento como la agricultura y ganadería a nivel del SAR. Se puede inferir que el porcentaje estimado de afectación para BTC a causa de la obra, puede tener menor impacto al que se deriva del cambio a uso agropecuario, esto con el reforzamiento de las medidas de mitigación, planteadas en el Capítulo VI.

De manera temporal serán afectadas 12.61 ha (3.26 ha de BTC, 4.39 ha de pastizal, 4.79 ha de vegetación secundaria y 0.17 ha de suelo desnudo), derivadas de la instalación de buses y plataformas como obras temporales; de manera permanente serán afectadas 23.58 ha (6.86 ha de BTC, 8.05 ha de pastizal, 8.17 ha de vegetación secundaria y 0.51 ha de suelo desnudo) derivadas de la construcción de caminos, cunetas, zapatas y subestación eléctrica como obras permanentes (*Cuadro 163 y Cuadro 164*). Las afectaciones a cada unidad ambiental derivadas de las obras que implica el Proyecto se presentan en forma detallada en los cuadros a continuación:

Cuadro 163. Afectaciones temporales en unidades ambientales detalladas por tipo de obra.

OBRA	USO DE SUELO	ÁREA (M ²)	ÁREA (HA)
Bus	BTC	17522.77	1.75
	Pastizal	23381.38	2.34
	Suelo desnudo	1665.50	0.17
	Vegetación secundaria	23482.19	2.35
	Total	66051.84	6.61
Plataforma	BTC	15131.51	1.51
	Pastizal	20487.47	2.05
	Vegetación secundaria	24381.01	2.44
	Total	59999.99	6.00
TOTAL		126051.83	12.61

Cuadro 164. Afectaciones permanentes en unidades ambientales detalladas por tipo de obra.

OBRA	USO DE SUELO	ÁREA (M ²)	ÁREA (HA)
Caminos	BTC	34377.13	3.44
	Pastizal	45534.68	4.55
	Suelo desnudo	3392.00	0.34
	Vegetación secundaria	45295.45	4.53
	Total	128599	13
Cuneta	BTC	17106.13	1.71
	Pastizal	22692.69	2.27
	Suelo desnudo	1683.46	0.17
	Vegetación secundaria	22571.28	2.26
	Total	64054	6
Subestación	BTC	7973.90	0.80
	Vegetación secundaria	26.09	0.00261
	Total	7999.99	0.80
Zapata	BTC	9122.42	0.91
	Pastizal	12276.90	1.23
	Vegetación secundaria	13764.44	1.38
	Total	35163.76	3.52
TOTAL		235816.57	23.58

Impactos destacables sobre los indicadores: K01

Indicador afectado destacable: cobertura vegetal (K)

Acción destacable: desmonte (01)

b) Impactos en la etapa de construcción

El impacto identificado durante esta etapa es la creación de obras pluviales, las cuales afectarán indirectamente al desarrollo de la cobertura vegetal del BTC, vegetación secundaria de BTC, mangle y ripario debido al encausamiento de las escorrentías dentro del área de influencia; sin embargo, este impacto será mitigado durante las medidas correctivas del Capítulo VI.

Impactos destacables sobre los indicadores: K10

Indicador afectado destacable: cobertura vegetal (K)

Acción destacable: obras pluviales (10)

c) Impactos en la etapa de operación y mantenimiento

No se identifican impactos ambientales hacia el componente durante la etapa de construcción.

Fauna

Dentro del medio biótico se encuentra el componente fauna, el cual representa a los individuos para las poblaciones de aves, quirópteros, reptiles, anfibios y mamíferos terrestres (excluyendo a la fauna acuática) que pueden ser afectados por la instalación del Proyecto. Para este estudio, fue desglosado en cuatro indicadores:

1. Pérdida de individuos (por cacería y atropellamiento). Haciendo referencia a aquellas muertes potenciales de fauna terrestre causadas por atropellamiento o cacería durante las acciones del proyecto.
2. Colisión de aves y murciélagos con aerogeneradores. Este indicador hace referencia a la muerte potencial de avifauna y quiropterofauna ocasionada por colisiones con los aerogeneradores.
3. Especies NOM-059-SEMARNAT-2010. Se retoman las bajas de individuos pertenecientes a especies protegidas, provocadas por el Proyecto.
4. Hábitat significativo. Hace referencia a los espacios en que se desenvuelven los individuos, siendo unidades ambientales de origen natural para la fauna terrestre (incluso para aves y murciélagos), así como el espacio aéreo interrumpido por los aerogeneradores para la fauna voladora.

a) Impactos en la etapa de preparación del sitio

Una de las características que identifica y distingue a la fauna de otros órdenes, ciertamente es la movilidad o desplazamiento al que están habituados con la finalidad de responder a sus ciclos biológicos y ante sus necesidades (reproducción, alimentación, anidación, etc.). Ante la inserción del Proyecto, la fauna resulta uno de los grupos potencialmente afectados durante el desarrollo de las fases a realizar (preparación del sitio, construcción y operación); principalmente el desmonte y despalme, presencia de personal, uso y tránsito de maquinaria y vehículos. En este contexto y con base en información biológica relacionada con los ámbitos hogareños de las especies se prevé que el grupo más vulnerable sea el de los anfibios y reptiles, el cual incluye varias especies normadas, seguido por los mamíferos; cabe resaltar que esta afectación es diferencial y directa, ya que al intervenir la cobertura vegetal, los individuos se verían expuestos a ser depredados por otras especies. Ante este escenario se consideran efectos adversos y significativos, los cuales serán tratados por las medidas propuestas del capítulo posterior, con el objetivo de disminuir el impacto a este grupo.

Impactos destacables sobre los indicadores: L01, L02, N01, N02, O01, O02, O03 y O04

Indicador afectado destacable: especies NOM-059-SEMARNAT-201 (N)

Acciones destacables: despalme (02)

b) Impactos en la etapa de construcción

Durante esta etapa se prevé la generación de impactos adversos hacia la fauna local debido al potencial de atropellamiento y cacería durante la construcción de las zapatas de aerogeneradores, la instalación del bus, la creación de los caminos y sus obras pluviales. En este componente se destaca la afectación hacia los reptiles, seguida por los mamíferos terrestres con grado de protección NOM-059-SEMARNAT-2010.

Impactos destacables sobre los indicadores: L10, L11, N07, N10 y N11

Indicador afectado destacable: especies NOM-059-SEMARNAT-2010 (N)

Acción destacable: obras pluviales (10) y construcción de caminos (11)

c) Impactos en la etapa de operación y mantenimiento

Durante la operación y mantenimiento del Proyecto, se prevé afectaciones hacia los indicadores que integran este componente. La pérdida de individuos por atropellamiento es causada por el tránsito de vehículos durante el mantenimiento de los caminos, bus y aerogeneradores; la colisión

de aves y murciélagos con los aerogeneradores se deriva de la presencia de los mismos; del mismo modo, existe una consecuencia hacia las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el deterioro del hábitat para las especies terrestres, por la presencia de los caminos y zapatas, y voladoras, por la presencia de los aerogeneradores.

Las especies con un grado de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en el SAR son *Peucaea sumichrasti*, *Aramus guarauna*, *Mycteria americana*, *Falco peregrinus*, *Amazona albifrons*, *Psittacara holochlorus*, *Psittacara strenuus*, *Glaucidium griseiceps*, *Amazilia viridifrons*, *Geothlypis tolmiei*, *Passerina rositae*, *Tachybaptus dominicus*, *Chondrohierax uncinatus*, *Rostrhamus sociabilis*, *Buteogallus anthracinus*, *Eupsittula canicularis*, *Campephilus guatemalensis*, *Egretta rufescens*, *Heliomaster longirostris*, *Micrastur semitorquatus*, *Cynomops mexicanus*, *Leptonycteris yerbabuenae*, *Bassariscus sumichrasti*, *Herpailurus jagouaroundi*, *Incilius coccifer*, *Lithobates berlandieri*, *Iguana iguana*, *Salvadora lemniscata*, *Kinosternon scorpiodes*, *Staurotypus salvini*, *Leptophis diplotrophis*, *Thamnophis marcianus*, *Ctenosaura pectinata*, *Coluber mentovarius*, *Boa constrictor*, *Heloderma horridum* y *Coleonyx elegans* como las más importantes .

Impactos destacables sobre los indicadores: L13, M12, N13

Indicador afectado destacable: especies NOM-059-SEMARNAT-2010 (N)

Acciones destacables: puesta en marcha y operación (12)

Susceptibilidad de fauna voladora a colisionar con aerogeneradores en el sitio del Proyecto Eólico Ecowind

Avifauna

De acuerdo a los análisis realizados para el SAR, podemos nombrar a la Avifauna como el grupo de mayor diversidad y presencia en todo el SAR y por ende para el área de influencia. En total se registraron 223 especies de aves en el SAR, el Área de Influencia arrojó un índice de riqueza con 170 especies, diferenciando con otros sitios de muestreo como los parques que circunden al Proyecto (Bii Stinú y CE Iberdrola). Para los sitios de muestreos descritos en el capítulo IV, apartado de Avifauna; se encontraron 30 especies incluidas en alguna de las categorías de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, destacando como protegida y endémica el zacatonero istmeño (*Peucaea sumichrasti*) el cual se encuentra en las cercanías de la sierra Tolistoque.

Otro de los datos significativos en este análisis fue la riqueza de especies, utilizando el índice de Shannon fueron comparados los sitios de muestreo mediante la prueba de t-Shannon, la cual indico que existe una diferencia significativa en la diversidad de especies entre los sitios.

Considerando la diversidad de especies para el SAR, también resulto importante identificar las rutas migratorias que pueden interactuar con el área de influencia particularmente sobre el espacio aéreo. Mediante estudios previos en la región (INECOL, 2009), dentro del SAR existen dos rutas migratorias, una que es ocasional, por lo que en esporádicas ocasiones presenta flujo de aves migrando y otra ruta de grandes planeadoras que se considera perenne que recorre por la parte Sur del SAR sobre la Línea Costera de la Laguna Superior. Conforme a estos datos, podemos inferir que solo la ruta considerada como ocasional y la cual atraviesa el área de influencia de Norte-Sur, tendrá una interacción directa con las obras a instalar, principalmente con los aerogeneradores; por otro lado, la ruta identificada en la parte Sur, ruta perenne conformada por grandes planeadoras (rapaces, cigüeñas y pelicanos) queda fuera del alcance de las obras del Proyecto, debido a que cruza la zona de restricción ambiental delimitada para el Proyecto; sin embargo ante la ocasión de presentar riesgos de colisión por las alturas de vuelo, el Promovente ha sugerido medidas de prevención y mitigación para atender este impacto.

Como se había mencionado, para el área de influencia se registró un total de 170 especies, representando un 42.92% de las especies que potencialmente se distribuyen en la región del Istmo, las cuales pueden dividirse en dos grupos: especies especialistas que mayormente forrajean dentro del bosque tropical caducifolio y especies generalistas.

El orden Passeriformes es el más representativo con 69 especies; la familia mejor representada es Scolopacidae y; finalmente las especies registradas frecuentemente dentro del área de influencia fueron: el arrocero americano (*Spiza americana*), el zopilote común (*Coragyps atratus*), la paloma alablanca (*Zenaida asiática*), la garza ganadera (*Bubulcus ibis*), el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) y el perico frente naranja (*Aratinga canicularis*).

Considerando las 170 especies registradas dentro del área de influencia, 95 son residentes y el orden Passeriformes como el más abundante, además de reconocerse como el grupo más vulnerable para el desarrollo de un Proyecto; el Promovente hará énfasis en las medidas de prevención y mitigación propuestas en el Capítulo VI, de esta manifestación. Ya como medida inicial, el aprovechamiento de caminos existentes, diseño y distribución de los aerogeneradores con mayor beneficio en el entorno, tratando de mitigar cualquier impacto adverso a estos organismos.

Para el área de influencia la mayor riqueza de especies se presentó en las áreas categorizadas como vegetación secundaria de BTC. Solo ocho especies están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, destacando el zacatonero istmeño (*Peucaea sumichrasti*), carao (*Aramus guarauna*), cigüeña americana (*Mycteria americana*), el gavilán caracolero (*Rosthramus sociabilis*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), entre otros ya descritos en el apartado de Avifauna correspondiente al capítulo IV.

Siguiendo el objetivo de este capítulo –evaluación de los impactos potenciales- consideramos que el área de influencia es en donde se espera que las acciones del Proyecto, tengan mayor atribución en los componentes ambientales identificados para dicha área; por lo tanto el siguiente análisis corresponde a la posibilidad de afectación principalmente en aves para este estudio. Es importante recalcar que debido a la relación del SAR dentro del área de influencia no será menospreciada la interacción que pudieran fijarse entre estos dos sitios, aunque con base a los resultados de los muestreos en el SAR, el potencial de riesgo para rutas migratorias se considera bajo, ya que una de las rutas identificadas mediante el método de Radar se detectó a 6.7 km aproximadamente del área de influencia.

Las rutas migratorias detectadas para el área de influencia están representadas por aves denominadas grandes planeadoras, la cual es perenne y una ruta considerada ocasional utilizada por aves rapaces en forma intermitente, dentro de este grupo se pudo observar durante el monitoreo aproximadamente 300 individuos de la cigüeña americana (*Mycteria americana*), grupo asociado a la ruta ya establecida durante el monitoreo realizado por INECOL (2009), registrándose en la parte Sureste dentro del área de influencia del Proyecto, por lo que se estima que el riesgo de colisión sea mínimo.

Estimación de la proporción de vuelos por categoría de altura de vuelo y las probabilidades de colisión contra las aspas de los aerogeneradores.

De acuerdo a las alturas estimadas por el método de Radar; en su modo vertical se registraron 4,419 blancos, del total de individuos detectados, 2% voló en alturas de riesgo (< 130 metros sobre el nivel del suelo) y más del 60% lo hizo entre los 200 y 800 msns. Por otro lado, el promedio de alturas de vuelo de los grupos registrados fue de 705.1 msns; el 40.3% de los blancos vuela por debajo de 500 msns, por lo que la mayor concentración de la actividad migratoria ocurre por arriba de esa altura y sólo el 2% lo hace por debajo de 130 metros que se consideran alturas de vuelo de riesgo.

Uno de los aspectos a considerar para el impacto de colisión de aves, es el ensamble de especies descritas para el Proyecto y los datos que se conocen sobre colisión en otros parques eólicos; uno de los referentes importantes para la región son los monitoreos realizados en CE La Venta II; una de las especies que ha presentado mayor registro en cuanto a colisión es el zopilote aura (*Cathartes aura*), considerada entre las grandes planeadoras, sin embargo esta especie se descarta para el estudio presente, debido a que su presencia en el área de influencia no fue significativa, no así para las Passeriformes de las cuales se sabe que son el grupo más vulnerable en cuanto al desarrollo de Parques eólicos, aunada su temporalidad (permanente en la mayoría de especies) y abundancia para la región.

Como ya se mencionó anteriormente, respecto a las alturas estimadas por el método de Radar, la mayoría de los individuos dentro del área de influencia vuela a alturas fuera de riesgo; solo un grupo conformado por *Mycteria americana* fue detectado en los monitoreos realizados, sin embargo el cruce de este grupo al Sureste del área de estudio descarta el riesgo de colisionar; además de conocer que algunas especies del grupo de grandes planeadoras han tendido a modificar su patrón de vuelo para evitar colisiones con la infraestructura eoloeléctrica, lo que disminuye el potencial de impacto de colisión.

Quiropteros

Para el grupo de murciélagos dentro del SAR se obtuvo un registro conformado por 63 especies agrupadas en 38 géneros y siete familias, esto bajo los métodos de redeo y detección ultracústica. Estos datos en cuanto a riqueza representan el 23.80% de las especies potenciales para la región del Istmo de Tehuantepec. El 63% de las especies son insectívoras seguidas de las frugívoras y nectarívoras con el 17%, sin embargo también se cuenta con una individuos de la especie *Noctilio leporinus*, murciélago pescador.

Solo una especie en el SAR se encuentra incluida en la categoría de protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Cynomops mexicanus*.

La abundancia de individuos representa la probabilidad de riesgo para los murciélagos, en este caso de colisión. El factor de alturas de vuelo corresponde a los hábitos que presentan las especies, principalmente alimenticios; así se tiene un registro de 14 especies con vuelo arriba de 40 m; sin embargo especies insectívoras y con alturas de vuelo de arriba de 15 m tienen gran relevancia dentro del contexto, ya que estas especies tienen mayor probabilidad de tener colisiones con los aerogeneradores.

La unidad ambiental con mayor riqueza de especies y número de individuos fue la vegetación secundaria de BTC, sin embargo respecto a la composición de especies por unidad ambiental estas resultaron totalmente diferentes.

Por lo tanto podemos inferir que para el grupo de los quirópteros, es el gremio de los insectívoros, al que pertenecen familias como Mormoopidae, Phyllostomidae, Molossinae, etc. presentes en el área de influencia los que debido a su abundancia y distribución resultarán más vulnerables por el establecimiento del Proyecto; sin embargo si consideramos las alturas de vuelo de aquellas especies que sobrevuelan de 0 a 6 m o bien en el “sotobosque” hasta una altura de 15 m los que potencialmente colisionan. Aunado a esto y con referencia en estudios realizados por el INECOL en la Central Eólica La Venta II en donde los datos de colisiones con mayor número de individuos corresponde a *Pteronotus davyi*, podemos asumir que aquellos individuos con alturas de vuelo cerca del sotobosque tendrán mayor probabilidad de colisionar que los que realizan el vuelo arriba del dosel (+40 m), sin embargo no se descarta el riesgo de colisión para otras especies, debido a que la altura máxima de la infraestructura del Proyecto, en este caso los aerogeneradores es de 125 m.

Sitios potenciales de atropellamiento de fauna

Este impacto se considera desde el inicio de la obra, principalmente por la introducción de maquinaria y la construcción de caminos de acceso, sin embargo una vez finalizada tanto la etapa de preparación como constructiva el riesgo de atropellamiento disminuirá, presentándose una posibilidad de ocurrencia sólo durante los mantenimientos aplicados a la maquinaria (aerogeneradores) en la etapa de operación. Los grupos más afectados en este sentido son los anfibios, reptiles y mamíferos no voladores. Los anfibios y reptiles son más vulnerables dada su poca capacidad de desplazamiento.

El atropellamiento de fauna silvestre se debe principalmente a dos factores: la velocidad del automóvil y el grado de visibilidad que tienen los animales para detectar a tiempo un vehículo en movimiento. Este último aspecto, la visibilidad se ve influenciada por la cobertura vegetal presente en los caminos. En los tramos de los caminos que cruzan áreas de cultivo la visibilidad será mayor que en aquellas áreas donde los caminos atraviesan fragmentos de vegetación. En estos tramos, los animales pueden toparse con un vehículo y darse cuenta justo cuando se está presentando la colisión. El criterio de visibilidad respecto a la cobertura vegetal o ausencia de esta, nos permite identificar los caminos donde existe una mayor probabilidad de que se presente un atropellamiento de fauna.

El impacto por atropellamiento de la fauna es probable que ocurra principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Sin embargo, ese hecho no significa que las especies dejen de desplazarse en etapas posteriores. La etapa de operación presentará una baja circulación de vehículos debido a las actividades de operación y vigilancia que se realizarán dentro del parque, el efecto de este impacto en las demás etapas será verificado y desplazado por su temporalidad. En las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, la única afectación al grupo de las aves y mamíferos medianos y grandes es la latente amenaza de cacería para consumo, para mantener como mascotas o por la aversión hacia algunas especies.

Por otra parte la avifauna también presenta riesgo de atropellamiento aunque de manera aislada. Los atropellamientos se ocasionan por el exceso de velocidad en tramos de camino por donde transitan especies corredoras como el alcaraván americano (*Burhinus bistriatus*), correccaminos tropical (*Geococcyx velox*), codorniz cotuí (*Colinus virginianus*).

V.3.3.3 Impactos en el medio perceptual

Paisaje

La importancia de analizar el impacto al paisaje radica en que éste permite evaluar desde una perspectiva visual los efectos de los procesos de deterioro en los sistemas naturales; generalmente el paisaje es evaluado por tres atributos, la visibilidad, la calidad paisajística y fragilidad del paisaje; para el análisis que nos ocupa, será la calidad paisajística el atributo que nos permita realizar una estimación de la magnitud con que el Proyecto contribuya a la modificación de la calidad sobre el paisaje. Del mismo modo, la fragilidad paisajística dispone los criterios para determinar cuánto puede absorber el paisaje las acciones que se lleven a cabo sobre éste.

La visibilidad implica la característica de ser observables las acciones del Proyecto desde el un punto o zona determinada, que en este caso será el SAR; para lo cual se divide en dos: la visibilidad para las acciones de baja altura (máximo 3 metros) y las acciones que involucran una altura considerable, que en este caso son el montaje y la operación de los aerogeneradores (125 metros).

a) Impactos en la etapa de preparación del sitio

La visibilidad de las acciones durante esta etapa serán visibles desde el 68.21% (15,895.9 ha) del SAR debido a la extensión de visibilidad y altura en que se llevan a cabo estas actividades.

Durante el desmonte, despalme, excavaciones y cortes se prevé una afectación alta a la calidad paisajística debido a la presencia de unidades de paisaje de media, alta y muy alta calidad. Esto obtendrá como consecuencia, un degradado de la calidad paisajística y por ende, aumentando la fragilidad de las unidades inferiores en donde se realicen las actividades.

La fragilidad paisajística dentro del área de influencia será afectada durante el desmonte, despalme, excavaciones y cortes en distintos niveles debido a que las obras se ubicarán en cinco unidades inferiores de paisaje (unidades 10, 12, 18, 19 y 20) con grados bajos, medios (ambos como grados de fragilidad predominantes) y altos (en menor medida) de fragilidad. La unidad inferior afectada mayormente será la número 18 a causa de que posee una extensión relativamente pequeña en relación a las demás.

Impactos destacables sobre los indicadores: P01, P02, P03, P04, P05, R01, R02 y R03

Indicador afectado destacable: visibilidad (P)

Acción destacable: despalme (02)

b) Impactos en la etapa de construcción

La construcción de las zapatas (cimentaciones), obras provisionales e instalación del bus serán visibles desde el 68.21% (15,895.9 ha) del SAR a causa de la extensión en donde es visible, y la baja altura de las obras; no obstante el montaje de las estructuras podrá ser observada desde un 98.19% (22,882.4 ha) del SAR debido a la altura de 125 metros con que cuentan las estructuras de los aerogeneradores.

La calidad paisajística del paisaje será afectada por las acciones de la obra civil (infraestructura de la subestación) y la construcción de caminos que serán desarrolladas en unidades inferiores de mediana, alta y muy alta calidad; esto implica la degradación de las mismas que provocará el aumento de la fragilidad de las unidades inferiores 10, 12, 18, 19 y 20.

Durante esta etapa, al igual que en la etapa de preparación del sitio, se afectará la fragilidad de paisaje en distintos niveles dependiendo de las unidades inferiores en que se desarrollen las obras. Sin embargo, al presentarse como una segunda etapa, involucrando una previa antropización de las unidades inferiores afectadas, se prevé un menor grado de afectación que en la etapa de preparación del sitio.

Impactos destacables sobre los indicadores: P06, P07, P08 y P09

Indicador afectado destacable: visibilidad (P)

Acción destacable: obra civil (08)

c) Impactos en la etapa de operación y mantenimiento

Durante esta etapa, la puesta en marcha y operación de los aerogeneradores tendrán un efecto adverso a su visibilidad, la cual será alcanzada por el 98.19% (22,882.4 ha) del SAR a causa de la altura de 125 metros que poseen los aerogeneradores.

La calidad paisajística del paisaje será afectada por la operación del proyecto que será desarrollada en unidades inferiores de media, alta y muy alta calidad; esto implicará una degradación de las unidades 10, 12, 18, 19 y 20.

La fragilidad del paisaje será afectada por la operación del Proyecto sobre distintas unidades inferiores de paisaje con diferentes grados de fragilidad a causa de la presencia de los aerogeneradores; no obstante, debido a los impactos previos de las dos etapas anteriores (etapa de preparación del sitio y etapa de construcción), se espera un impacto menor hacia el componente paisaje.

Impactos destacables sobre los indicadores: P12 y R12

Indicador afectado destacable: visibilidad (P)

Acción destacable: puesta en marcha y operación (12)

V.3.3.4 Impactos al medio socioeconómico cultural

Economía y población

En este componente se identifican impactos potenciales significativos de naturaleza benéfica debido al desarrollo económico de los municipios de Juchitán de Zaragoza y Unión Hidalgo, derivado del Proyecto.

a) Impactos en la etapa de preparación del sitio

Durante esta etapa se señalan impactos potenciales hacia los indicadores de generación de empleos e incremento de la derrama económica local son generados por el desmonte, despalle, excavaciones, cortes, rellenos y obras provisionales generados por mano de obra local; los servicios se verán ligeramente mejorados en el área de influencia por los caminos provisionales; por su parte, la aceptación social será positiva debido a la visión positiva que tiene la población de los municipios de Unión Hidalgo y Juchitán de Zaragoza respecto a los parques eólicos debido al antecedente de otros parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec.

Impactos destacables sobre los indicadores: T01, T02, T03, T05, V01, V02, V03 y V05

Indicador afectado destacable: generación de empleos (S)

Acción destacable: caminos y obras provisionales (05)

b) Impactos en la etapa de construcción

Durante la construcción del Proyecto, la generación de empleos y la derrama económica serán favorecidas por el contrato de personal local para la construcción de las cimentaciones, instalación del bus, construcción de la obra civil perteneciente a la subestación, obras pluviales y caminos, así como el montaje de las estructuras de los aerogeneradores. Los servicios e infraestructura se beneficiarán debido a la generación de caminos y los obras pluviales (cunetas) pertenecientes a dichos caminos. La aceptación social se verá favorecida como consecuencia de la generación de empleos e incremento de la derrama económica local.

Impactos destacables sobre los indicadores: S08, T06, T07, T08, T09, T10, T11, V07 y V09

Indicador afectado destacable: incremento en la derrama económica local (T)

Acciones destacables: instalación del bus (07) y Montaje (09)

c) Impactos en la etapa de operación y mantenimiento

Con esta etapa del Proyecto, la generación de empleos se favorecerá con la contratación de mano de obra local durante la operación y mantenimiento de la infraestructura perteneciente al proyecto. Por su parte, la derrama económica no sólo se beneficiará de la derrama económica, sino de la renta de las parcelas a ejidatarios para mantener el predio del Proyecto. Los servicios e infraestructura tendrán un impacto benéfico a causa de la creación de caminos que pueden ser usados por los ejidatarios para el desarrollo de sus actividades. La aceptación del Proyecto se observará favorecida a causa del incremento económico generado por el Proyecto.

Impactos destacables sobre los indicadores: T11, T12 y V11

Indicador afectado destacable: incremento en la derrama económica local (T)

Acción destacable: puesta en marcha y operación (12)

Incremento en la derrama económica

La derrama económica puede ayudar a que los propietarios mejoren su sistema productivo y de esta manera incrementar los beneficios económicos de la renta de tierras. Para ejemplificar el beneficio que la operación del Proyecto podría mejorar el sistema productivo, se muestra un ejercicio donde se consideran los precios que se presentan para el 2014. En este contexto, el

costo por sembrar una hectárea (ha) de sorgo fue de \$3,000.00 pesos (*Cuadro 165*). Si se toma en cuenta que en promedio una ha produjo 5 toneladas de sorgo y que el precio en el mercado es de \$2,200.00 pesos por tonelada el agricultor logró de la venta de su producto la cantidad de \$10,000.00 pesos por ha. Restando los costos de producción al final le queda una ganancia neta de \$7,000.00 pesos por ha. Nótese que en los costos de producción no se incluye el costo de mano de obra. Un aspecto importante dado que el agricultor invierte casi 8 horas diarias o la contratación de mano de obra, para atender su labor durante todo el ciclo del cultivo. Por lo general un agricultor promedio tiene entre 3 y 10 ha. Así, un agricultor que sembró 10 ha de sorgo, en un ciclo productivo tuvo en total cerca de \$70,000.00 pesos lo que indica que en promedio tiene un gasto mensual de \$5,833.00 pesos, una cantidad apenas suficiente para subsistir.

Cuadro 165. Costos de producción por hectárea sembrada

ACTIVIDAD	COSTO
Barbecho	\$ 600.00
Rastreo	\$ 350.00
Siembra	\$ 350.00
Semilla	\$ 240.00
Fertilizantes	\$ 1,800.00
Cosecha	\$ 600.00
Costos de producción	\$ 3,940.00

Para tener una idea del impacto que representara la instalación del Proyecto sobre la economía local, se plantea el siguiente escenario hipotético. Por citar un ejemplo específico, el costo-beneficio de un agricultor que fuera dueño de 10 ha. Se estimó, que ese agricultor al final de un ciclo anual le quedaba aproximadamente \$70,000.00 de ganancia por la venta de su producto. Suponiendo que, ese productor hipotético, sus parcelas entran dentro del polígono del proyecto y que se instalan dos aerogeneradores, el beneficio que obtendría, de acuerdo a los pagos que se están ofertando en la región, sería de \$106,000.00 (*Cuadro 166*) pesos anuales, es decir una ganancia superior que lo que obtiene con mucho esfuerzo con el cultivo de sorgo.

Cuadro 166. Beneficios económicos generados por el establecimiento del Proyecto Ecowind, utilizando un caso hipotético. Los precios unitarios se establecieron con base a la información obtenida con propietarios de las poblaciones cercanas y puede variar dependiendo de la empresa promotora del proyecto (2008).

TIPO DE PAGO	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Pago por aerogenerador instalado	Aerogenerador	\$ 18,000.00	2	\$ 36,000.00
Pago por derecho de viento	Hectárea	\$ 6,000.00	10	\$ 60,000.00
Pago por infraestructura instalada*	Hectárea	\$ 1,000.00	10	\$ 10,000.00
Total				\$ 106,000.00

Esto ofrece un horizonte de futuro prometedor para los ejidatarios que estén dentro de este tipo de proyectos. Estos ingresos pueden representar una plataforma ideal de desarrollo que puede originar un aumento en la calidad de vida de todos los habitantes de la región. Una estrategia que incrementaría los beneficios en las poblaciones, son las inversiones al mediano y largo plazo, realizando optimización en sus procesos o modernización en los sistemas productivos, comprando y mejorando su ganado, estos beneficios generados por las Centrales Eólicas pueden multiplicarse sobre todo en largo plazo.

Percepción social

Este impacto se considera moderadamente significativo, retomando el análisis que implicó la evaluación del medio social, mediante la aplicación de encuestas, existe la posibilidad dentro del ámbito sociocultural, de que los efectos originados por la inserción del Proyecto represente alteraciones en cuanto al grupo de habitantes y usuarios representantes de la zona. Esto se debe al historial que se ha registrado conforme a la incertidumbre o diferencias respecto al desarrollo de las Centrales Eólicas.

Uno de los aspectos en los que se hace referencia a este factor, son las encuestas aplicadas, con esta herramienta podemos asumir la postura que la población toma respecto a la inserción del proyecto dentro de su localidad.

En términos generales el Proyecto es aceptado por la mayoría de la población. Ahora, la mayoría de los propietarios de las parcelas en donde se instalaran los aerogeneradores tienen claro que los acuerdos con los que están llegando con la empresa promotora se dan a través de un arrendamiento, cuestión de suma importancia, puesto que siguen siendo dueños de sus terrenos y pueden continuar realizando la actividad que más les convenga.

Por medio de entrevistas realizadas a personas de la localidad se pudo registrar que la mayoría de los habitantes de las localidades saben que con la llegada de los “ventiladores” (como localmente les llaman a los aerogeneradores) habrá oportunidades de empleo y desarrollo en la región. Hay una gran expectativa para que las empresas inicien el proceso de contratación. Sin embargo, es importante mencionar que los propietarios de predios sin participación en el Proyecto ven con cierta decepción que están perdiendo una oportunidad para mejorar sus condiciones de vida.

V.4 IMPACTOS RESIDUALES

De acuerdo a la definición establecida en el Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, el impacto residual se define como *el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.*

Considerando el análisis realizado para la identificación de los impactos acumulativos, en el diagrama de interacciones por componente se pudo identificar aquellos efectos residuales potenciales en el desarrollo del Proyecto, a continuación y derivado de los resultados de dichos diagramas se realizara una descripción para cada componente afectado.

Es importante mencionar, que en la evaluación de los efectos acumulativos se consideraron acciones pasadas y presentes que han ejercido presión a los componentes identificados dentro del área de influencia, generando efectos residuales debido a las actividades ya desarrolladas, es por eso que la inserción del Proyecto en un sistema perturbado por sí solo no genere efectos residuales directos, salvo algunos componentes como el paisaje que por las características particulares del Proyecto resulta difícil establecer medidas de mitigación óptimas o viables para atenderlo.

V.4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS RESIDUALES IDENTIFICADOS

V.4.1.1 Cobertura vegetal

Este aspecto ya ha sido analizado, considerando que en la evaluación de los impactos la pérdida de la cobertura vegetal resulto un efecto adverso Moderadamente Significativo, esto debido a la intervención de superficies con importancia debido a los servicios ambientales que representa la vegetación dentro del ecosistema. Sin embargo al considerar un porcentaje mínimo de desmonte y la suma de medidas correctivas hacia la vegetación, se estima que los efectos no tengan el impacto que puede ocasionar otro tipo de acciones con potencial de deterioro, como

aquellas previas al establecimiento del proyecto (agricultura, ganadería, etc.). Si bien el efecto residual recae ante la imposibilidad de recuperar aquellas zonas desmontadas y limitar la expansión natural de la vegetación, por el establecimiento de las obras del Proyecto, las medidas compensatorias como la reforestación incrementa la posibilidad de restaurar el ambiente a una calidad aceptable que permita en sí mantener los servicios ambientales que se obtienen de este recurso.

V.4.1.2 Paisaje

El efecto residual se manifiesta cuando el Paisaje visual considera la estética y la capacidad de percepción por un observador. Según Lowenthal 1962, González 1981, Benayas 1992, el paisaje puede determinarse como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos. Considerando que dentro del paisaje podemos encontrar los elementos antes mencionados, y es el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales. Ante esta situación la inmersión de elementos ajenos a la naturalidad del paisaje –aerogeneradores, torres anemométricas, sub-estación- debido al desarrollo del Proyecto, las estructuras que difícilmente se integran a esta naturalidad, como los aerogeneradores, son un factor que el paisaje en sí no es capaz de absorber, debido a esto y ante la falta de medidas eficaces para mitigar o anular este impacto visual, se considera que existe un efecto residual por dicha acción. Por lo tanto será pertinente adecuar en lo mejor posible las estructuras a instalar y que por sus características modifiquen la percepción visual del entorno.

V.4.1.3 Perdida de individuos

Uno de los mayores impactos atribuibles a los Parques eólicos ha sido la pérdida de individuos por colisión, principalmente con las estructuras como torres anemométricas, aerogeneradores y obras asociadas como líneas de transmisión y caminos.

A pesar de la implementación de medidas preventivas y de mitigación, la pérdida de individuos (por colisión y/o atropellamiento) implica un efecto residual ya que aún con la ejecución de las medidas sigue existiendo el riesgo de colisión de individuos y la obtención de datos por muertes a causa de colisiones principalmente. No obstante, la ejecución de monitoreos biológicos previos a la instalación del Proyecto (realizado por el INECOL durante un ciclo anual) y durante su operación permiten generar información sobre la interacción proyecto-avifauna misma que es utilizada para implementar estrategias que disminuyan el riesgo de colisiones, por ejemplo, en el

capítulo VI de esta Manifestación se propone la ejecución de un Plan de Contingencia con el objetivo de prevenir la colisión de la avifauna con las aspas de los aerogeneradores.

V.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS

En este apartado, se elaboró un análisis de aquellos impactos que en la matriz de valoración se calificaron bajo el criterio de efecto acumulativo, sin embargo, para determinar la presencia de impactos acumulativos durante el desarrollo del Proyecto se llevó a cabo una evaluación de las acciones que potencialmente generan un impacto acumulativo, así como de los componentes en que recae el impacto.

Derivado de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, el Reglamento en Materia del Impacto Ambiental define a los impactos acumulativos de la siguiente manera:

“El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente”.

Con el objetivo de identificar y evaluar los impactos potenciales que se generan en el Sistema Ambiental Regional y que podrían verse incrementados por el establecimiento del Proyecto. En primera instancia se realizó un análisis bibliográfico de técnicas y métodos que permitieran identificar y caracterizar a los impactos acumulativos. Para el caso que nos ocupa, se eligió seguir el método sugerido por Eccleston Charles H. (2001) y lo propuesto por la Guía de Profesionales en el Análisis de Impactos Acumulativos de la Agencia Canadiense de Evaluación Ambiental (CEEA).

Las metodologías dichas en el párrafo anterior se adaptaron a las características particulares del Proyecto, así como a los componentes ambientales identificados para el Sistema Ambiental Regional.

El proceso de identificación y evaluación de los impactos acumulativos para el presente estudio, se desarrolló con base a los siguientes puntos derivados de las metodologías antes mencionadas:

- Efectos que se prevén durante la ejecución de las etapas que componen al proyecto y su alcance a nivel del Sistema Ambiental Regional.
- Identificación y selección de aquellos componentes valorados para el ecosistema.

- Identificación y análisis de otras fuentes de impacto, considerando una escala de tiempo en el pasado, presente y futuro.
- Determinación de la Significancia resultado de la interacción entre los impactos potenciales del proyecto y otras fuentes de impacto.

V.5.1 METODOLOGIA

Delimitación y descripción del Sistema Ambiental Regional

La delimitación ambiental para el análisis de los impactos acumulativos está en función de su escala geográfica y alcance de los impactos ambientales identificados. La metodología aplicada para definir el SAR que es el área geográfica sobre la que incidirá directa e indirectamente la construcción y operación del Proyecto, es decir la zona en la que puede originarse un efecto positivo o adverso, además de la interacción que resulte entre el Proyecto y otras actividades (fuentes de impacto); en este caso, se utilizó el SAR delimitado y descrito en el capítulo IV de esta manifestación.

Identificación de componentes de interés dentro del SAR

La identificación de cuestiones o problemas de interés dentro del SAR, generalmente pueden conocerse a través de la población local, así como de interesados en las regiones que componen a dicho Sistema (poblaciones o comunidades próximas al sitio del Proyecto); mucho del conocimiento del SAR también se obtiene de actores que en ésta operan, por ejemplo, industria, organizaciones públicas, gobierno, etc. Por otra parte información referente a los efectos ambientales sobre temas regionales de interés (componentes ambientales), puede obtenerse mediante la consulta a especialistas con el conocimiento científico y las bases adecuadas para identificar efectos ambientales que puedan originarse en el SAR.

De acuerdo al párrafo anterior, se decidió con base al diagnóstico ambiental elaborado y las encuestas aplicadas a las poblaciones o comunidades como herramienta de evaluación social, identificar y determinar aquellos aspectos de interés dentro del SAR, principalmente componentes ambientales que interaccionan a diario con el desarrollo de ésta, y en todo momento con el Proyecto.

Selección de Componentes Valorados del Ecosistema (CVEs)

Los componentes del ecosistema que pueden considerarse valiosos, tanto del mundo natural como humano, se identificaron y seleccionaron mediante la participación de expertos en los diferentes ámbitos que se presentan, así como en un proceso de revisión bibliográfico como lo sugiere Beanlands and Duinker 1983. Los valores atribuidos a los CVEs, pueden ser derivados de una importancia social, ambiental, económica, estética o ética.

Durante el desarrollo de los apartados que componen a este capítulo, se han aplicado una serie de métodos, matriciales principalmente, que han permitido en primera instancia identificar las posibles interacciones proyecto-ambiente, es decir, mediante la confrontación de actividades por etapa del proyecto y los componentes ambientales del SAR se pudieron identificar aquellos impactos relevantes y no relevantes resultado de dicha interacción y que potencialmente ocurran durante el desarrollo del Proyecto.

Ahora bien, la funcionalidad de la matriz de cribada (causa-efecto) permite un tamizado para identificar aquellos componentes que se verán afectados de manera significativa por el Proyecto, aunado a esto, la evaluación de la matriz de impactos permitió considerar el efecto acumulativo que recae sobre algunos componentes, los cuales para esta evaluación se llamarán Componentes Valorados del Ecosistema, “CVEs” de aquí en adelante. Otro factor importante en la identificación y selección de CVEs es la línea base ambiental, la cual se desarrolló en el diagnóstico del capítulo IV, de donde parte el estado actual en el que se encuentra nuestro SAR.

Algo importante de los CVEs lo atribuye a su función como indicadores, lo cual permite su análisis y valoración de manera cualitativa y cuantitativa.

Identificación de Límites Espaciales y Temporales

Establecer límites es el proceso de realizar una delimitación de la zona y el periodo de tiempo examinado en una evaluación. Existen dos tipos de límites que fueron establecidos para la evaluación de los impactos acumulativos: espacial y temporal. Límites espaciales se refieren al área de estudio del Proyecto (SAR), mientras que los límites temporales estarán relacionados con actividades desarrolladas en las diferentes regiones que abarca el SAR y que han sido motivo de cambios, repercutiendo en componentes ambientales.

V.5.2 RESULTADOS

El Sistema Ambiental Regional en que se basó el análisis de los impactos acumulativos, corresponde al área delimitada en el capítulo IV de esta manifestación la cual se determinó bajo la integración de criterios sugeridos en la Guía regional para estudios ambientales emitida por SEMARNAT. Los criterios seleccionados alimentaron al programa de Sistemas de Información Geográfica (SIG) dando como resultado un polígono irregular con una superficie de 23, 303.42 Ha.

En cuanto a la determinación de límites espaciales y temporales, se determinaron las siguientes escalas:

Escala espacial

El límite espacial para el análisis de los impactos acumulativos es el Sistema Ambiental Regional delimitado para el Proyecto. La delimitación del SAR involucra aspectos naturales (orografía, hidrología, vegetación, etc.), así como aspectos relacionados con la actividad humana (vías de comunicación, poblados, instrumentos de regulación territorial, etc.) que de manera conjunta estarían interactuando con el Proyecto.

Escala temporal

Para establecer un límite de tiempo, como primer referencia se consideró el programa general de trabajo, del cual se deriva la duración de las etapas para el desarrollo de la obra y la vida útil del proyecto. Por otra parte, se consideraron otras actividades presentes en el SAR y que se infiere han estado presentes o por establecerse a través del tiempo.

Como ya se mencionó, las metodologías utilizadas para la evaluación de los impactos acumulativos, consideran otras fuentes o actividades presentes en el SAR y que han impactado a través del tiempo a los componentes ambientales.

La identificación de cuestiones o problemas de interés a nivel regional (SAR) generalmente pueden conocerse a través de la población local, así como de interesados en la región; mucho del conocimiento de la región también se obtiene de actores que en ésta operan, industria, organizaciones públicas, gobierno, etc.

Con base a información recaba mediante el SIG, se pudo identificar la presencia de fuentes potenciales de impacto que de alguna manera han modificado a través del tiempo a los componentes ambientales identificados en el SAR, inclusive de manera razonablemente previsible se consideraron

otras acciones que tienen el potencial de establecerse dentro del SAR y que en combinación con las presentes pueden originar impactos acumulativos.

Es importante mencionar que el arreglo del Proyecto no se ubica en ningún área de conservación o restauración ecológica, tampoco incide en regiones prioritarias o de conservación para la fauna silvestre.

La relación del proyecto con otras fuentes de impacto presentes o previsibles para el SAR que de alguna manera modifican los componentes ambientales, está ligada a la presencia de actividades humanas, las cuales se enlistan a continuación:

- Central Eólica Bií Stinú (estudio ambiental realizado)
- Central Eólica Bií Hioxo (estudio ambiental realizado)
- Línea de Transmisión Eléctrica de 115 kV (en operación)
- Central Eólica Iberdrola (en operación)
- Central Eólica Bii Nee Stipa II (en operación)
- Central Eólica Zapoteca de Energía (en proceso de evaluación)
- Basurero municipal Juchitán (en operación)
- Vías de comunicación
- Red de canales de riego

Selección de componentes valorados para el ecosistema

Con base a la identificación de los impactos ambientales y los componentes que recibirán el efecto adverso o positivo, aunado a la información resultado del diagnóstico ambiental para el SAR incluyendo la verificación y propuestas de expertos en cada tema o componente, se definieron los componentes valorados para el ecosistema (*Cuadro 167*).

Cuadro 167. Temas y componentes seleccionados

COMPONENTE AMBIENTAL	TEMAS REGIONALES DE INTERÉS	COMPONENTES VALORADOS DEL ECOSISTEMA
Cobertura vegetal	Alteración del hábitat	Tasa de transformación de hábitat
Fauna silvestre	Perdida de individuos por colisión	Aves y murciélagos

Identificación y evaluación de vínculos

Para cada componente ambiental se evaluó la interacción que se prevé tenga con las fuentes de impacto identificadas. Los vínculos resultantes se validaron de acuerdo a su pertinencia y posibilidad de ocurrir. Sólo se consideraron válidos aquellos vínculos que fueron pertinentes y que presentaron una probabilidad de ocurrencia mayor a 50%. Con base a los criterios del Cuadro 168 se evaluaron los vínculos identificados:

Cuadro 168. Criterios de valoración de vínculos

ATRIBUTOS	OPCIONES	DEFINICIÓN
Signo	Positivo	Efecto benéfico sobre el VEC
	Neutral	No hay cambios en el VEC
	Negativo	Efecto adverso en el VEC
Magnitud	Baja	Efecto mínimo
	Media	Efecto medible en el mediano plazo con esperanza de recuperación a condiciones pre-proyecto
	Alta	Efecto medible a lo largo del proyecto con recuperación limitada
Duración	Corto plazo	Efectos menores a 1 año
	Mediano plazo	Efectos de 1-10 años
	Largo plazo	Efectos mayores a 10 años
Frecuencia	Única	Ocurre solo una vez
	Continua	Ocurre regularmente y en intervalos regulares
	Discontinua	Ocurre raramente y en intervalos irregulares
Probabilidad de ocurrencia	Baja	Menor a 25%
	Media	Entre 25-50%
	Alta	Mayor al 50%

Determinación de la significancia de los vínculos

Una vez identificados los vínculos, el siguiente paso es determinar la significancia de estos. La significancia de un vínculo (y el efecto consecuente) es una función de su magnitud, duración, frecuencia y confianza de ocurrencia. Se definen como significativas aquellos vínculos que: 1) presentan media o alta magnitud; 2) presentan mediano o largo plazo; 3) presentan frecuencia discontinua o continua; y 4) presentan media o alta probabilidad en su ocurrencia. Los vínculos no significativos no alcanzan estos criterios y no causarán efectos perceptibles sobre algún componente ambiental.

Durante la determinación de los vínculos significativos se ha considerado si las vías asociadas al proyecto, cuando se les considera en combinación con otras acciones pasadas y razonablemente previsibles estimadas en el análisis, podrían dar como resultado impactos acumulativos sobre los CVEs.

Para determinar si un efecto es acumulativo, se ha considerado si la magnitud o el alcance del efecto aumentará en forma significativa en caso se produzca una combinación con otros efectos dentro del límite espacial considerado (SAR).

En esta fase es importante considerar que los potenciales efectos acumulativos, están ligados al aporte potencial generado por las acciones del Proyecto sobre las otras actividades identificadas, y no entre el resto de las acciones entre sí.

El análisis para la identificación de los vínculos identifico once actividades en el SAR con potencial de generar efectos directos y la posibilidad de interactuar entre sí, dando paso a impactos secundarios. Los impactos se dividieron para su análisis en dos niveles: de primer orden, los cuales se generan de manera directa por el desarrollo de las actividades indicadas; y de segundo orden, cuya aparición está asociada a la combinación de efectos individuales y no necesariamente a las actividades entre sí.

Cobertura vegetal

De acuerdo al resultado del diagrama causa-efecto (*Figura 125*), podemos observar considerando para esto las actividades principales de la zona, que existen vínculos con potencial de modificación al entorno. El *Cuadro 169* resume la valoración de los vínculos indicados. De los 45 vínculos identificados, 27 son válidos.

Para este análisis se tomaron en cuenta siete actividades en la zona (incluyendo el Proyecto) que generan efectos que pueden relacionarse entre sí. Los efectos observados se dividen, a su vez, en dos niveles: cinco de primer orden, los cuales pueden ser potencialmente generados por las actividades identificadas y; dos de segundo orden, cuya generación está asociada a la combinación de otros efectos y no necesariamente a las actividades entre sí.

Fauna

El resultado del diagrama causa-efecto (*Figura 126*) indica los vínculos existentes considerando para esto las actividades principales de la zona. El *Cuadro 170* resume la valoración de los vínculos indicados. De los 36 vínculos identificados, 23 son válidos.

El análisis identifica siete actividades en la zona (incluyendo el Proyecto) que generan efectos que pueden relacionarse entre sí. Los efectos observados se dividen, a su vez, en dos niveles: cuatro de primer orden, los cuales pueden ser potencialmente generados por las actividades identificadas y considerarse impactos directos y; dos de segundo orden, cuya generación está asociada a la combinación de otros efectos y no necesariamente a las actividades en sí (impacto indirecto).

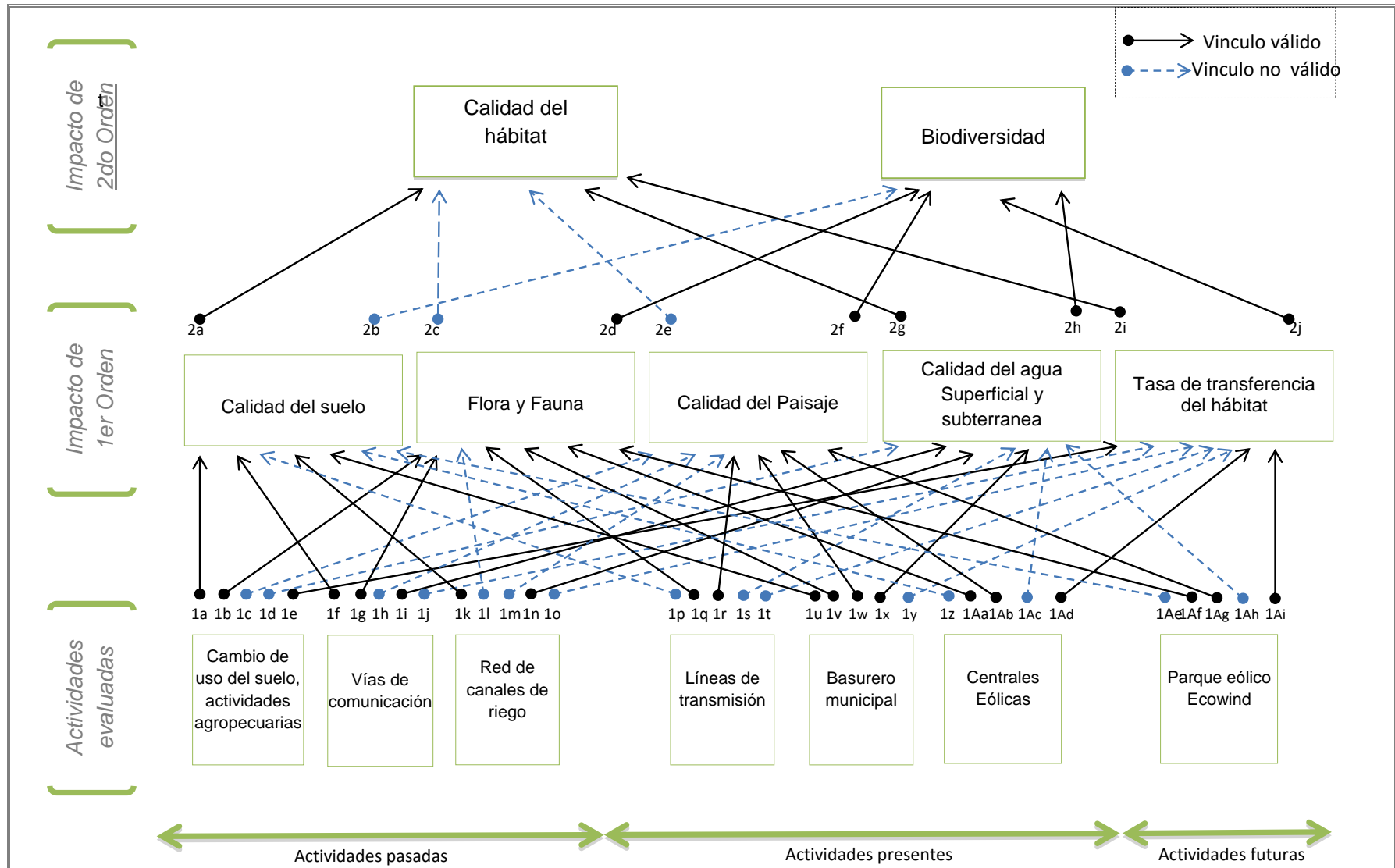


Figura 125. Diagrama de vínculos potenciales del componente Vegetación.

Cuadro 169. Evaluación de los vínculos potenciales identificados para el componente Vegetación

VECs	Vínculo	Signo	Magnitud	Duración	Frecuencia	Probabilidad de ocurrencia	Significancia	Efecto residual	Efecto acumulativo
Calidad del suelo	1a,2a	-	Media	Mediano plazo	Continua	Media	Si	No	No
	1f,2a	-	Media	Largo plazo	Discontinua	Media	Si		
	1k,2a	-	Baja	Corto plazo	Discontinua	Baja	No		
	1u,2a	-	Alta	Largo plazo	Continua	Alta	Si		
Flora y Fauna	1b,2d	-	Media	Mediano plazo	Continua	Media	Si	Si	Si
	1g,2d	-	Media	Mediano plazo	Discontinua	Media	Si		
	1q,2d	-	Baja	Mediano plazo	Discontinua	Media	Si		
	1v,2d	-	Media	Mediano plazo	Discontinua	Baja	Si		
	1Aa,2d	-	Media	Largo plazo	Única	Media	Si		
	1Af,2d	-	Media	Largo plazo	Discontinua	Media	Si		
Calidad del paisaje	1r,2f	-	Media	Largo plazo	Única	Media	Si	No	No
	1w,2f	-	Media	Mediano plazo	Continua	Alta	Si		
	1Ab,2f	-	Baja	Largo plazo	Única	Media	No		
	1Ag,2f	-	Baja	Largo plazo	Única	Media	No		
Calidad del agua superficial y	1i,2g,2h	-	Baja	Corto plazo	Discontinua	Baja	No	No	No
	1n,2g,2h	-	Media	Mediano plazo	Continua	Media	Si		
	1x,2g,2h	-	Alta	Largo plazo	Continua	Alta	Si		
Tasa de transferencia de habitat	1e,2i,2j	-	Alta	Mediano plazo	Continua	Alta	Si	No	Si
	1Ad,2i,2j	-	Media	Corto plazo	Única	Baja	No		
	1Ai,2i,2j	-	Media	Corto plazo	Única	Media	Si		

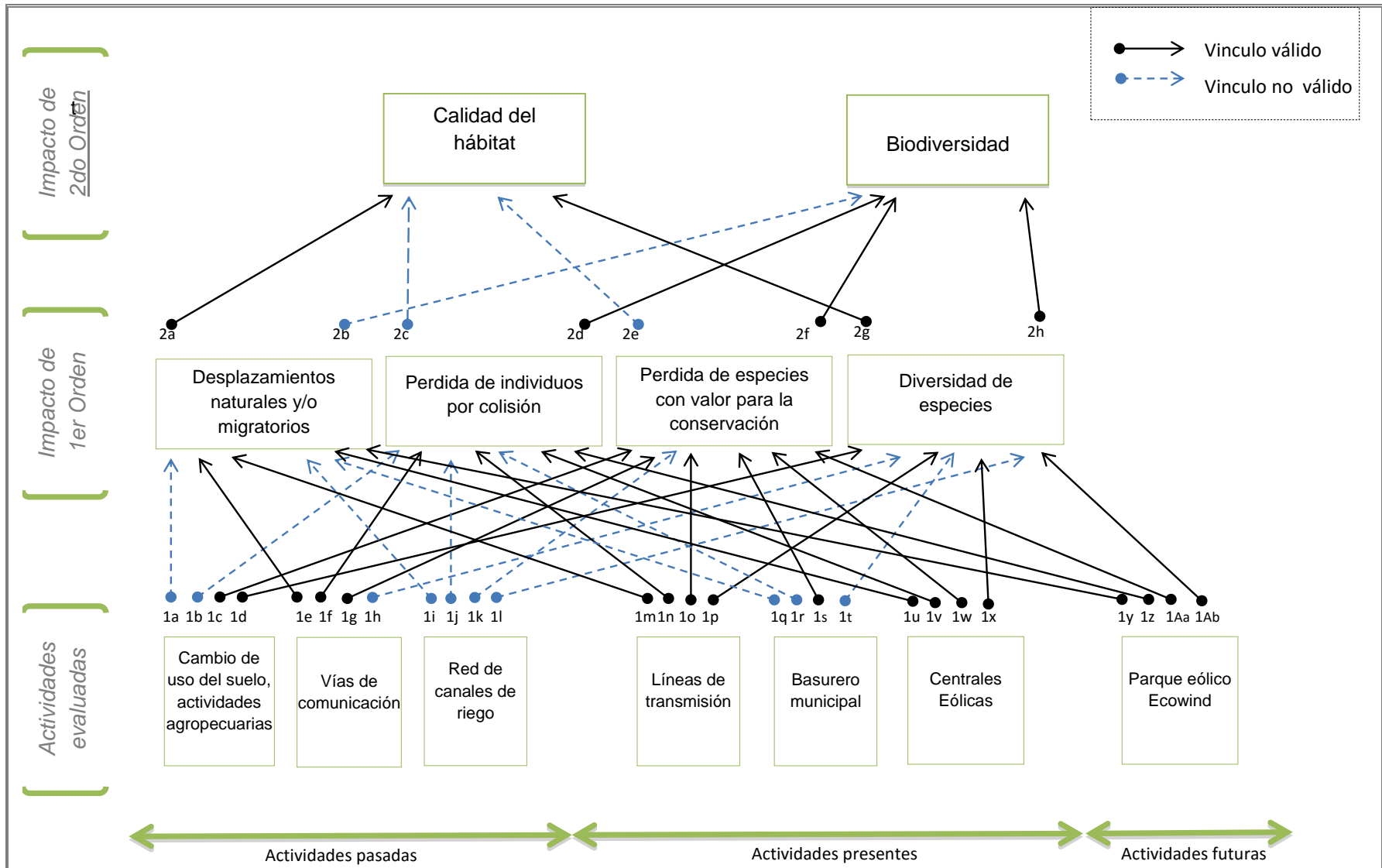


Figura 126. Diagrama de vínculos potenciales del componente Fauna.

Cuadro 170. Evaluación de los vínculos potenciales identificados para el componente Fauna

VECs	Vínculo	Signo	Magnitud	Duración	Frecuencia	Probabilidad de ocurrencia	Significancia	Efecto residual	Efecto acumulativo
Desplazamientos naturales y/o migratorios	1e, 2a	-	Media	Largo plazo	Continua	Media	Si	Si	Si
	1m, 2a	-	Media	Largo plazo	Continua	Alta	Si		
	1u, 2a	-	Media	Largo plazo	Continua	Alta	Si		
	1y, 2a	-	Media	Largo plazo	Continua	Alta	Si		
Pérdida de individuos	1f, 2d	-	Alta	Largo plazo	Discontinua	Alta	Si	Si	Si
	1n, 2d	-	Media	Largo plazo	Discontinua	Media	Si		
	1v, 2d	-	Alta	Largo plazo	Discontinua	Alta	Si		
	1z, 2d	-	Media	Largo plazo	Discontinua	Media	Si		
Pérdida de especies con valor para la conservación	1c, 2f	-	Alta	Mediano plazo	Única	Media	Si	Si	Si
	1g, 2f	-	Media	Largo plazo	Discontinua	Alta	Si		
	1o, 2f	-	Media	Largo plazo	Discontinua	Media	Si		
	1s, 2f	-	Alta	Mediano plazo	Discontinua	Media	Si		
	1w, 2f	-	Media	Largo plazo	Discontinua	Media	Si		
	1Aa, 2f	-	Media	Largo plazo	Discontinua	Media	Si		
Diversidad de especies	1d, 2g-2h	-	Alta	Corto plazo	Discontinua	Alta	Si	No	No
	1p, 2g-2h	-	Baja	Corto plazo	Discontinua	Baja	No		
	1x, 2g-2h	-	Baja	Corto plazo	Única	Baja	No		
	1Ab, 2g-2h	-	Baja	Corto plazo	Discontinua	Baja	No		

Finalmente una vez identificados y evaluados los impactos acumulativos con potencial de ocurrir durante el desarrollo y la vida útil del Proyecto, se describe a continuación un análisis de cada componente valorado del ecosistema relacionado con los indicadores de impacto, pérdida de la cobertura vegetal y pérdida de individuos de fauna silvestre. Con lo anterior, se propone detallar la contribución de las fuentes de impacto identificadas en el SAR, incluyendo el proyecto respeto al efecto derivado de los impactos acumulativos.

V.5.3 ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN SOBRE LA TASA DE TRANSFORMACIÓN PARA EL SAR

V.5.3.1 Metodología

Imágenes de satélite empleadas

Para determinar el Uso de Suelo y Vegetación del SAR se analizaron cuatro escenas de distintas fechas las cuales fueron obtenidas por el satélite LANDSAT 3 MSS, LANDSAT 4 TM, LANDSAT 5 TM y LANDSAT 8 OLI. Las escenas variaron entre 60m y 30m de resolución espacial. Las cuatro escenas fueron capturadas en la temporada de invierno (ver Cuadro 171).

Cabe hacer mención que para el análisis de cambio de uso de suelo solamente se emplearon imágenes del satélite LANDSAT, pues este satélite cuenta con escenas de años más antiguos, a diferencia del SPOT, que es más reciente y no posee imágenes de la década de los 70's .

Cuadro 171. Relación de imágenes utilizadas en el análisis de cambio

SATELITE	FECHA DE LA ESCENA	IDENTIFICADOR	RESOLUCIÓN ESPACIAL
LANDSAT 3 MSS	17/03/1979	P24 - R49	60 metros
LANDSAT 4 TM	11/04/1992	P23 - R49	30 metros
LANDSAT 5 TM	27/03/2001	P23 - R49	30 metros
LANDSAT 8 OLI	13/01/2015	P23 - R49	30 metros

Pre-procesamiento de las escenas

Se empleó el software ERDAS 9.1 para unir las distintas bandas espectrales que conforman a cada una de las imágenes LANDSAT, para posteriormente, realizar una corrección atmosférica en el software Geomatica 2012, proceso que sirve para eliminar efectos atmosféricos como bruma y algunas nubes que podrían dificultar el análisis y clasificación de la vegetación. Para ello

se empleó el algoritmo ATCOR 3, el cual toma en cuenta un Modelo Digital de Elevación (MDE) para realizar la corrección y dar un resultado más preciso en la imagen de satélite y minimizar las sombras ocasionadas por efecto de los rasgos topográficos. La corrección atmosférica requiere de datos auxiliares tales como el tipo de sensor y satélite, la fecha y hora en que fue tomada la imagen, la elevación y el azimut del Sol, la proyección geográfica y el datum que usa la imagen; así como también la coordenada central de la escena.

Después de haber aplicado todos estos procesos se realizó un corte (subset) para el límite del SAR a todas las imágenes LANDSAT. Dichos cortes se realizaron con la finalidad de excluir zonas que no interesan en el análisis.

Clasificación de la vegetación y los tipos de uso de suelo actuales

Se comenzó por clasificar la imagen del año más reciente (2015); ello con el fin de conocer el paisaje actual ya que teniendo este conocimiento previo es más sencillo interpretar las imágenes de años anteriores. Por tal motivo fue necesario obtener mediante un GPS la localización geográfica de los distintos tipos de vegetación; para lo cual se emplearon todos los puntos recolectados en los muestreos y transectos que se realizaron en el SAR.

Habiendo verificado el tipo de vegetación en campo se cargaron estos puntos en el software ArcMap 9.3 para visualizarlos en conjunto con la imagen de satélite. Mediante ello se pudieron apreciar visualmente las características de color y textura que muestra la imagen en el sitio que se visitó y en cual se identificó la vegetación.

Tomando en cuenta las observaciones de los recorridos de campo y la interpretación visual de la imagen satelital se procedió a crear más puntos en la computadora (sitios de entrenamiento), para realizar la clasificación supervisada.

Se crearon un total de 50 sitios de entrenamiento, combinando entre sí los puntos de campo y los puntos realizados visualmente tomando en cuenta las características de textura y color de la imagen.

Posteriormente en el programa ENVI 4.8 se realizó la clasificación supervisada empleando la combinación de bandas RGB 4-3-2 para LANDSAT 8. Se usó el algoritmo de máxima verosimilitud (Maximum Likelihood) y se obtuvieron las firmas espectrales de cada sitio de entrenamiento, las cuales permiten diferenciar los objetos en la superficie (tipos de vegetación) ya que reflejan los distintos patrones de reflectancia característicos para cada uso del suelo y tipo de vegetación.

Finalmente, después de haber generado varias clasificaciones se tomó la que más se asemejaba a la realidad y que no confundía distintos usos de suelo o de vegetación. Inmediatamente de ello se le realizó una minuciosa verificación visual en donde se hicieron correcciones manuales para asegurar que no hubiera zonas que se confundieran con otro tipo de vegetación y si fuera así recodificar o editar la zona que tuviera error. Se detectaron diez distintos tipos de uso de suelo (ver *Cuadro 172*).

Cuadro 172. Tipos de vegetación identificados en las imágenes LANDSAT y en los recorridos de campo.

TIPO DE VEGETACIÓN/USO DE SUELO
Bosque Tropical Caducifolio
Ripario
Mangle
Vegetación Secundaria
Pastizal
Agrícola
Agua
Área urbana
Suelo desnudo
Zona inundable

Para obtener la clasificación supervisada algo que también fue de ayuda es el empleo de distintas fuentes de información para comprobar la clasificación, como es el caso de otras clasificaciones de uso de suelo existentes o incluso una sencilla aplicación que vincula al SIG ArcMap 9.3 con Google Earth y se puede visualizar la misma zona en ambos programas con fines de validación.

Cabe también aclarar que para mostrar las afectaciones que se realizará a la vegetación del área de influencia se generó una copia de la clasificación LANDSAT 2015, en donde se le unieron todas las obras que removerán la vegetación (caminos, cunetas, zapatas y subestación eléctrica); ello con la finalidad de tener una “nueva” clasificación que muestre que las obras del área de influencia ya están construidas (2015 con remociones).

Clasificación de los tipos de vegetación y uso del suelo 1979, 1992, 2001, 2015

Para poder realizar la clasificación de uso de suelo de estos años se siguió el mismo método que fue descrito para la clasificación 2015, salvo que aquí se eliminaron los sitios de entrenamiento que se emplearon durante la clasificación del año 2015, puesto que no coincidirían con estos años. Solamente se emplearon puntos visuales que fueron generados en la computadora. Las combinaciones de las bandas fueron RGB 3-2-1 para LANDSAT 3 MSS, 4-3-2 para LANDSAT 4 TM, y 5 TM. Cabe hacer mención que se aplicó un Resample (cambio de tamaño de pixel) a 30 metros para la clasificación de 1979, debido a que al ser una imagen más antigua el tamaño del pixel es mayor y no coincide con el resto de las escenas; aunado a que como en aquellas épocas las escenas de los satélites no tenían tanta resolución espacial y espectral “cuesta” realizar un poco más la clasificación; lo que resulta en una especie de “confusión” al momento de clasificar porque se pueden sobreestimar algunas zonas y otras pueden dar la impresión de no existir.

Detección de cambio y tasa de deforestación.

Habiendo obtenido las clasificaciones de uso de suelo de 1979, 1992, 2001 y 2015 se procedió a realizar otro Resample para que se pudieran apreciar las obras de dimensiones menores del área de influencia (caminos y cunetas son menores a 30m) por tal motivo se escogió un tamaño de 2.5m para que los datos de cada clasificación fueran consistentes.

Luego de ello se reclasificaron para cada año los distintos usos de suelo en Arc Map 9.3 con la ayuda de la herramienta Reclassify. El procedimiento para reclasificar consiste en agrupar los distintos usos de suelo en dos clases, Cubierta forestal y Zona deforestada, quedando de la siguiente manera: (ver Cuadro 173).

Cuadro 173. Nuevas clases y códigos para los distintos usos de suelo en el SAR del área de influencia del Proyecto Eólico EcoWind.

USO DE SUELO	CLASE	CÓDIGO
Bosque Tropical Caducifolio	Cubierta forestal	1
Ripario	Cubierta forestal	1
Manglar	Cubierta forestal	1
Vegetación Secundaria	Cubierta forestal	1
Pastizal	Zona deforestada	2
Agrícola	Zona deforestada	2
Agua	Zona deforestada	2

USO DE SUELO	CLASE	CÓDIGO
Área urbana	Zona deforestada	2
Suelo desnudo	Zona deforestada	2
Zona inundable	Zona deforestada	2

Posteriormente se utilizó la herramienta Combine en ArcMap 9.3, la cual permitió combinar las distintas clasificaciones entre sí para obtener como resultado final el análisis de cambios multi-temporales; mismos que permiten conocer que transformaciones ha sufrido el SAR y el área de influencia a lo largo de 36 años (1979-1992, 1992-2001, 2001-2015, 1979-2015 y 1979-2015 con remociones).

De la combinación de códigos de las diferentes capas multi-temporales se obtienen cuatro distintas clasificaciones: Cobertura arbórea sin cambios, Zonas deforestadas sin cambios, Deforestación – Impacto y Regeneración (Cuadro 174).

Cuadro 174. Interpretación de las combinaciones entre códigos de distintas fechas de uso de suelo para obtener los cambios de uso de suelo.

CÓDIGO AÑO MÁS ANTIGUO	CÓDIGO AÑO MÁS RECIENTE	INTERPRETACIÓN
1	1	Cobertura arbórea sin cambios
1	2	Deforestación – Impacto
2	2	Zonas deforestadas sin cambios
2	1	Regeneración

Por otra parte, después de haber obtenido las superficies de cada uso de suelo se calculó la tasa de cambio de uso del suelo y vegetación, misma que se estimó con la siguiente ecuación:

$$\delta n = (S2/S1)^{1/n} - 1$$

Donde:

- δ = tasa de cambio (para expresar en %, multiplicar por 100)
- S1 = superficie forestal, al inicio del periodo
- S2 = superficie forestal, al final del periodo
- $1/n$ = número de años del período analizado

V.5.3.2 Análisis

El área de influencia del Proyecto se encuentra inmersa en la Provincia Florística de la Costa Pacífica, el clima caliente y semihúmedo propicia el desarrollo de los tipos de vegetación dominante, como son el bosque tropical caducifolio y el subcaducifolio. Dentro del SAR la vegetación se encuentra reducida a pequeñas áreas, debido al gran índice de perturbación. No obstante se reconocieron cuatro comunidades vegetales en el área donde se tiene contemplado llevar a cabo la construcción del Proyecto: bosque tropical caducifolio, manglar, vegetación secundaria (acahuales) y vegetación riparia. Actualmente el 39.13% del SAR presenta uso agropecuario, el 40.89% constituye vegetación secundaria de BTC, el 12.22% corresponde a bosque tropical caducifolio, el 2.04% a ripario, el 1.73% a manglar (vegetación no removible), el 0.98% zona inundable y el 1.34% a suelo desnudo.

Para dar una mejor explicación sobre los usos de suelo y vegetación presente en el SAR, se elaboró una *Figura 127* la cual dispone de imágenes de las variables vegetación y uso de suelo a través de un periodo de tiempo considerado entre 1979 y 2015, lo que hace posible distinguir los procesos de cambio atribuidos a factores y acciones a lo largo del periodo como la agricultura y ganadería principalmente.

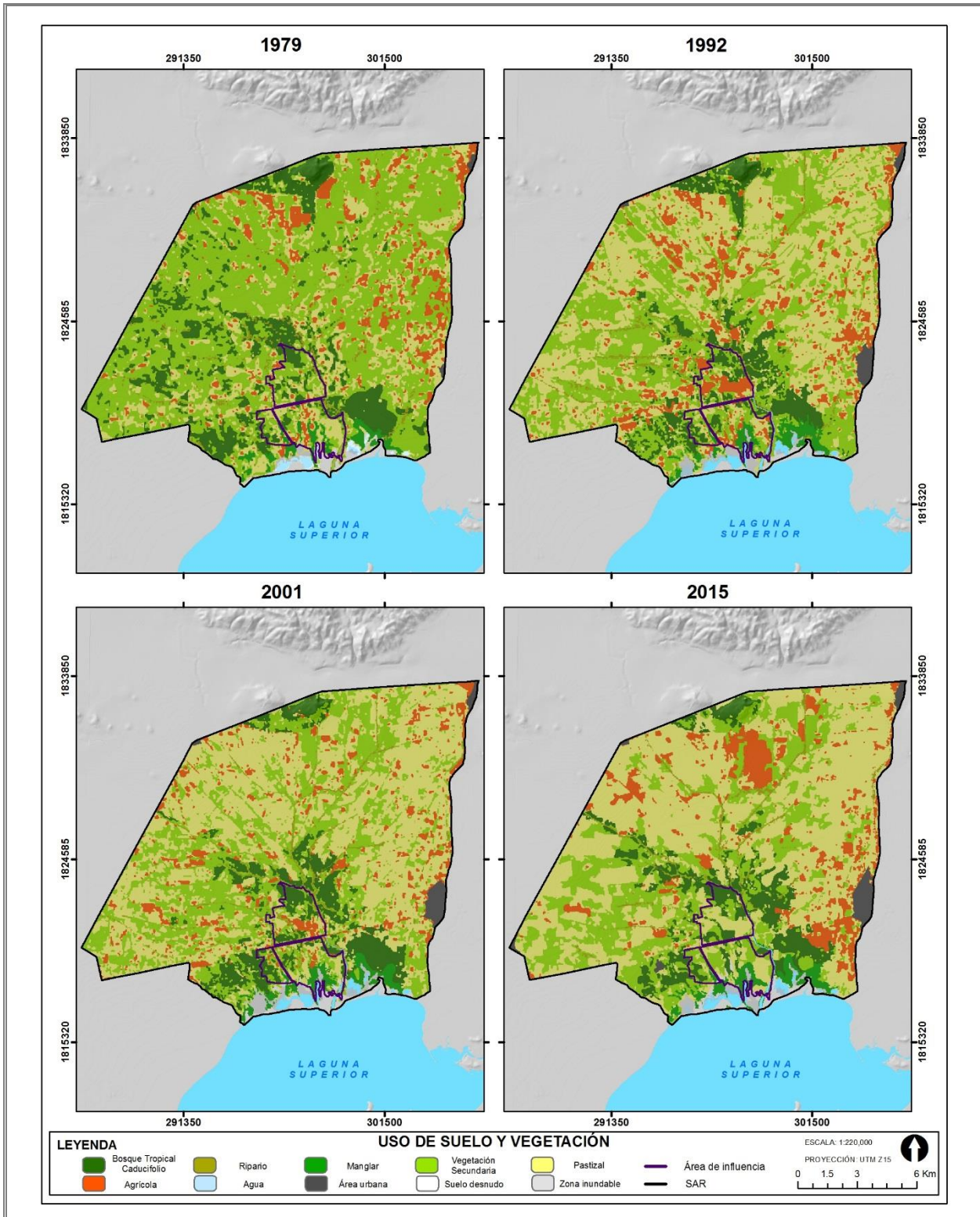


Figura 127. Vegetación y uso de suelo del Sistema Ambiental Regional.

En la *Figura 127*, podemos notar como el ensamble de vegetación se ha ido configurado en las últimas décadas, a través del uso de suelo adquirido principalmente por el movimiento de la economía y el crecimiento demográfico. Podemos distinguir que las zonas con mayor superficie agrícola se aprecian cercanas a los centros urbanos y sus desarrollos; en un amplio panorama la transformación de vegetación primaria (Bosque tropical caducifolio) a zonas de acahual es el reflejo ante la presión del cambio de uso de suelo para beneficio de las comunidades, sin embargo es notorio para el periodo 1992-2001 un amplio esparcimiento de zonas de pastizal, lo que permite inferir una posible modificación del aprovechamiento de recursos naturales, en este caso la vegetación, pues si bien muchas zonas de pastizal aún continúan como sustento para la ganadería, aunque por otro lado, existe el abandono de áreas de pastizal las cuales han recuperado vegetación a través de procesos sucesivos que en un primer paso permiten el crecimiento de acahuales y finalmente la regeneración y/o conservación de la vegetación original; lo que se muestra dentro de la figura en la imagen correspondiente al año 2011 permite observar un estado óptimo en cuanto a la vegetación de tipo dominante, bosque tropical caducifolio, además de otras comunidades de vegetación, motivo por el cual se realizó este análisis en función de demostrar que el porcentaje de remoción y en causa de afectación respecto al desmonte para el establecimiento de obras, resulta mínimo para la vegetación representativa del área de estudio y por lo tanto para el SAR.

A continuación en el *Cuadro 175* se puede apreciar el porcentaje (%) por superficie para distintos usos de suelo en el SAR, con las respectivas remociones del proyecto. Siguiendo la cronología relacionada con la *Figura 128*.

Cuadro 175. Superficies en hectáreas y en porcentaje para distintos usos de suelo en el SAR del área de influencia del Proyecto para los años 1979,1992, 2001 y 2015, incluyendo remociones del Proyecto.

USO DE SUELO \ AÑOS	1979 (%)	1992 (%)	2001 (%)	2015 (%)	2015 CON REMOCIONES (%)
Bosque Tropical Caducifolio	3163.45 (13.58)	2030.49 (8.71)	2223.28 (9.54)	2114.89 (9.08)	2105.33 (9.03)
Ripario	396.33 (1.70)	576.57 (2.47)	429.19 (1.84)	383.81 (1.65)	383.79 (1.65)
Mangle	348.70 (1.50)	419.34 (1.80)	421.75 (1.81)	496.13 (2.13)	496.14 (2.13)
Vegetación Secundaria BTC	12528.71 (53.76)	7752.43 (33.27)	6790.08 (29.14)	5737.02 (24.62)	5721.04 (24.58)
Pastizal	4554.14 (19.54)	9450.19 (40.25)	10790.94 (46.31)	11453.52 (49.15)	11440.65 (49.11)
Agrícola	1878.66 (8.06)	2405.67 (10.32)	1802.68 (7.74)	2210.84 (9.49)	2210.84 (9.49)
Agua	69.46 (0.30)	106.87 (0.46)	45.91 (0.20)	202.69 (0.87)	202.69 (0.87)
Área urbana	40.50 (0.17)	185.43 (0.80)	227.15 (0.97)	316.42 (1.36)	356.00 (1.46)
Suelo desnudo	252.55 (1.08)	146.28 (0.63)	276.29 (1.19)	237.49 (1.02)	236.33 (1.02)
Zona inundable	70.92 (.30)	230.15 (0.99)	296.14 (1.27)	150.63 (0.65)	150.62 (0.65)

De manera gráfica en la *Figura 128* a continuación se expresa la distribución de superficies de los usos de suelo presentes en el área de influencia (SAR), notando las variaciones que han tenido los usos de suelo a través del periodo 1979-2015. Cabe mencionar que tanto el acahual como pastizal reportan mayor variación a lo largo del periodo en estudio, esto se infiere a posibles cambios en cuanto al uso del suelo, principalmente.

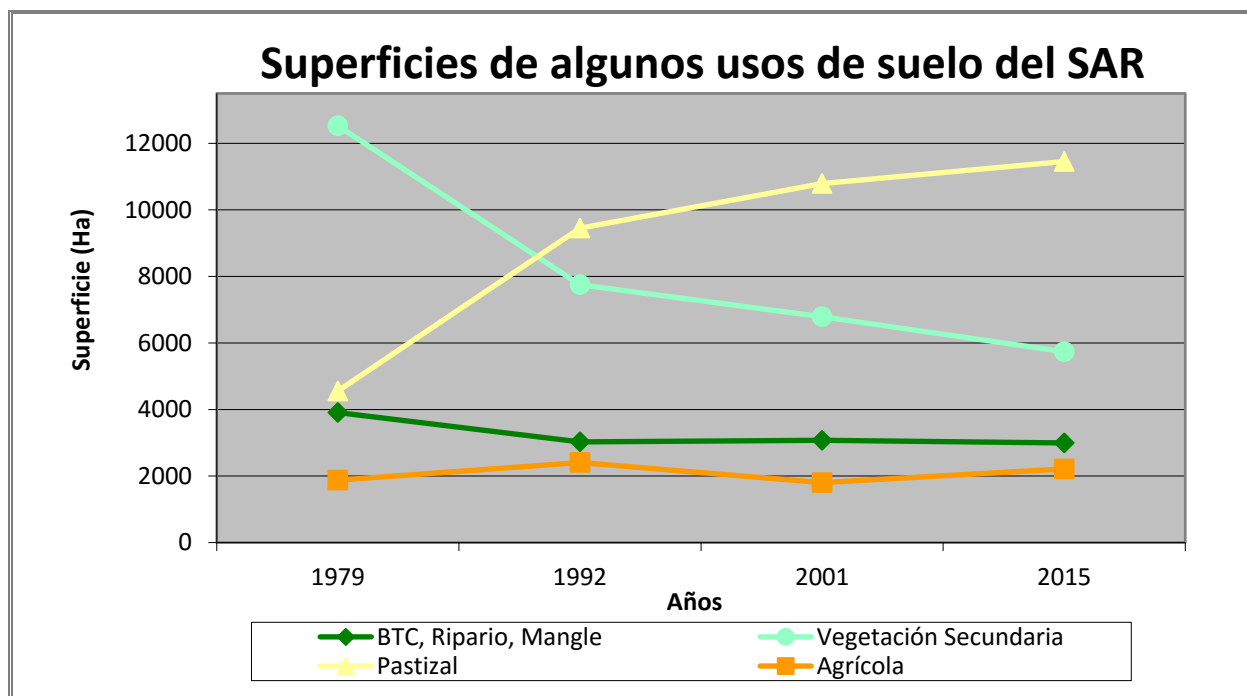


Figura 128. Distribución de cinco usos de suelo en el SAR del área de influencia del Proyecto para los años 1979, 1992, 2001 y 2015 **Nota:** Fueron agrupadas las zonas de BTC, Ripario y Mangle debido a que tanto la vegetación secundaria y las zonas agropecuarias ocupan una gran extensión a diferencia de los usos antes mencionados y por esta razón no alcanzaban a graficarse por la escala de los datos.

La ubicación geográfica de la región, revela un aspecto importante en cuanto al análisis para este apartado, ya que dadas las condiciones predominantes durante la mayor parte del año en la región y por ende el SAR se cuenta con vientos de manera intensa y constante lo que origino en la década de 1980 que se realizaran estudios para conocer el potencial eólico de la región, instalándose torres anemométricas (Borja-Díaz et al. 2005); esto dio paso a un nuevo esquema para inversiones y desarrollo económico en la región, dado que en esta los ingresos se obtenían principalmente de la agricultura y ganadería principalmente. En 1994 se instaló la primera prueba piloto con alrededor de siete aerogeneradores, corroborando lo que ya se había pronosticado, un alto potencial eólico. La central eólica La Venta I con una capacidad de generación de 1575 Kw demostraron que la energía eólica era rentable dada la calidad de los vientos que predominan en la región. A partir de ahí surgió el proyecto de desarrollar un corredor eólico con la meta de producir cerca de 3000 MW por año, lo anterior más la infraestructura asociada como lo son líneas de transmisión y subestaciones eléctricas, factor que ha contribuido en los procesos de cambio en el paisaje y biodiversidad.

Ante un panorama de cambios presentes a lo largo del tiempo en el SAR, en la siguiente *Figura 129* se puede apreciar el impacto atribuido a la deforestación en la disminución de cobertura vegetal y el cambio de uso de suelo a efecto de esto (*Cuadro 176*) (*Figura 130*). Con base al análisis de la figura y las tasas de deforestación podemos notar que durante el periodo de 1979-1992 la deforestación fue un suceso que impactó completamente a lo que corresponde al SAR, infiriendo que este proceso pudo darse ante un panorama de expansión en cuanto a superficies de siembra y pastoreo, así como la inserción de nuevos centros urbanos y los servicios que son necesarios para su funcionamiento, entre ellos, el aprovechamiento de recursos naturales. Los cambios a causa de la deforestación en un principio tienen un efecto directo y a corto plazo, sin embargo, considerando la dinámica de la economía y sobre todo la compleja estructura social es posible que surja una pauta de recesión, lo cual para la vegetación –sin ser dependiente de la situación– representa el tiempo en que puede ocurrir una sucesión natural, generando la recuperación de áreas deforestadas o bien una rehabilitación debido a la importancia que pudiera representar como mejora y para bien de la sociedad.

Como podemos observar en el recuadro del periodo 1979-2015 de la *Figura 129*, el SAR ha padecido de una dinámica en cuanto al cambio y regeneración de la cobertura vegetal, procesos acentuados por distintos factores de presión, sin embargo podemos observar que dentro del área de influencia se mantiene un porcentaje considerable de cobertura arbórea sin cambios, razón que obliga a demostrar la magnitud de afectación que pudiera presentarse al insertar el Proyecto. Es por esto que se considera pertinente conocer las tasas de transformación (*Cuadro 176*) que se han presentado con el paso de los años, esto a nivel del SAR, además de presentar gráficamente las tasas anuales de cambio de uso de suelo.

La *Figura 129*, demuestra como ya se mencionó, las modificaciones que han impactado a la vegetación y uso de suelo, debido principalmente por la deforestación con el propósito de establecer aprovechamientos para actividades humanas; de manera puntual podemos establecer que entre el periodo de 1979 a 2015 ha habido una disminución de superficie vegetal que supera las 1000 ha aproximadamente, esto a nivel del SAR.

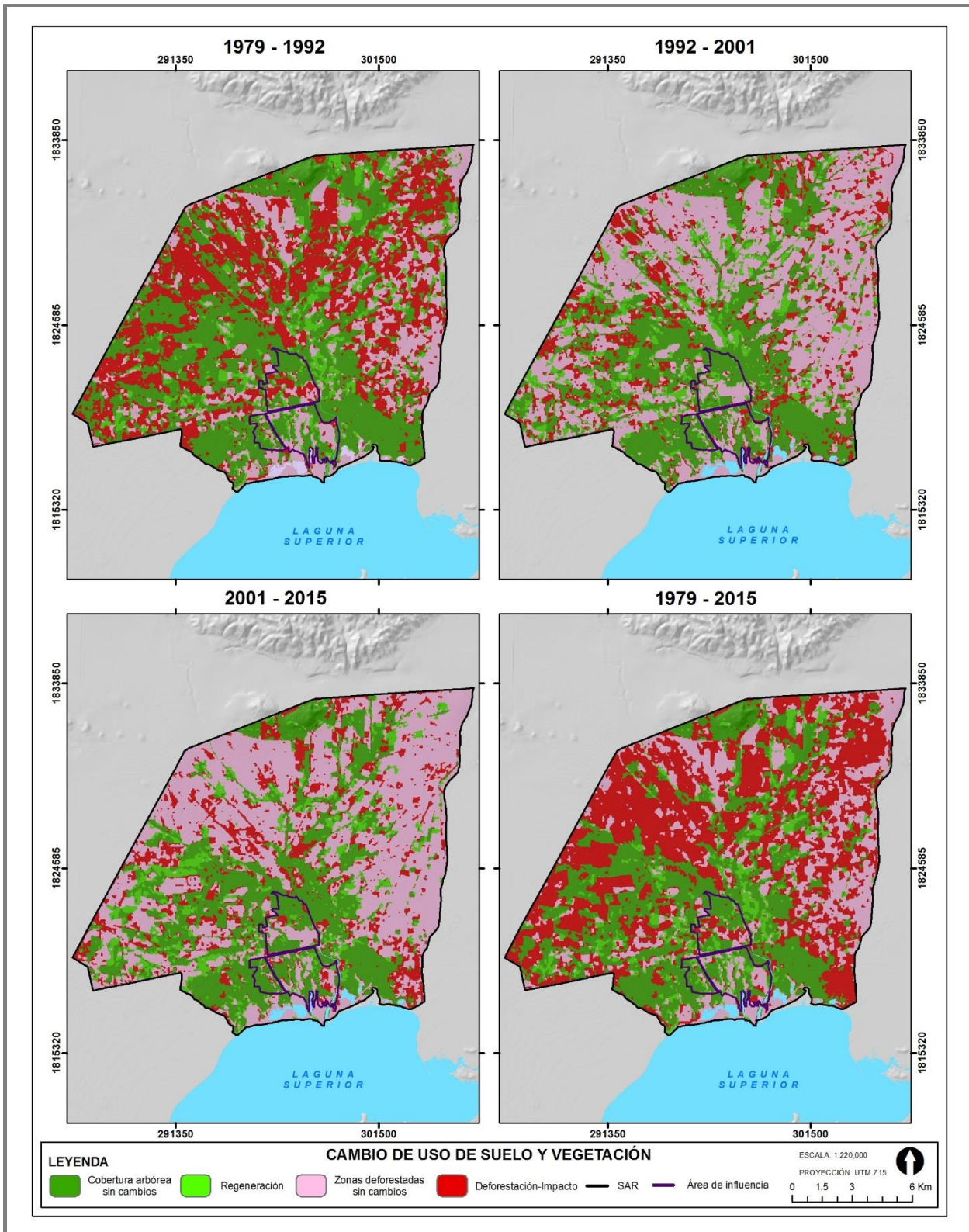


Figura 129. Cambio de uso de suelo y vegetación del SAR.

Cuadro 176. Superficies en Hectáreas y en porcentaje para los cambios analizados en el uso de suelo para los años 1979-1992, 1992-2001, 2001-2015, 1979-2015 y 1979-2015 con remociones; en el SAR del área de influencia del Proyecto Eólico Ecowind.

CAMBIOS EN COBERTURA	AÑOS				
	1979 - 1992 (%)	1992 - 2001 (%)	2001 - 2015 (%)	1979 - 2015 (%)	1979 - 2015 CON REMOCIONES (%)
Cobertura arbórea sin cambios	8747.69 (37.54)	7460.27 (32.01)	6504.27 (27.91)	6946.36 (29.81)	6927.63 (29.73)
Regeneración	2031.14 (8.72)	2404.04 (10.32)	2227.59 (9.56)	1785.50 (7.66)	1778.67 (7.63)
Zonas deforestadas sin cambios	4835.09 (20.75)	10120.55 (43.43)	11211.33 (48.11)	5080.28 (21.80)	5087.10 (21.83)
Deforestación - Impacto	7689.50 (32.99)	3318.56 (14.24)	3360.23 (14.42)	9491.28 (40.73)	9510.02 (40.81)

La *Figura 130* muestra las variaciones que ha tenido el cambio de Uso de suelo durante los distintos periodos.

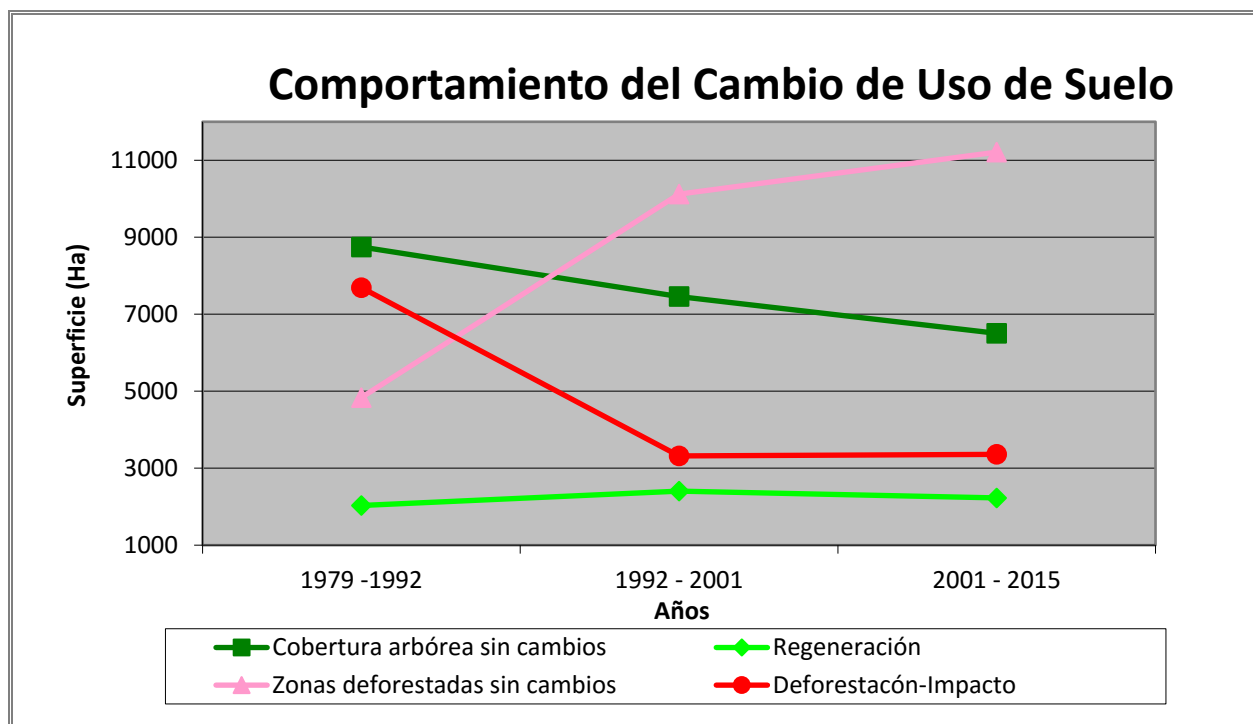


Figura 130. Distribución del cambio de uso de suelo en el SAR del área de influencia del Proyecto para los periodos 1979-1992, 1992-2001, 2001-2015

Un dato que también es de mucha utilidad es conocer las tasas de deforestación o tasas anuales de cambio de uso de suelo que se han presentado con el paso de los años, para ello se ha elaborado el *Cuadro 177*.

Cuadro 177. Tasas de deforestación anual en porcentaje para los periodos 1979-1992, 1992-2001, 2001-2015, 1979-2015 y 1979-2015 con remociones; en el SAR del área de influencia del Proyecto

USO DE SUELO	1979 - 1992	1992 - 2001	2001 - 2015	1979 - 2015	1979 -2015 CON REMOCIONES
Bosque Tropical Caducifolio	-3.35	1.01	-0.36	-1.11	-1.12
Ripario	2.93	-3.23	-0.80	-0.09	-0.09
Manglar	1.43	0.06	1.17	0.98	0.98
Vegetación Secundaria	-3.63	-1.46	-1.20	-2.15	-2.15
Pastizal	5.78	1.49	0.43	2.59	2.59
Agrícola	1.92	-3.16	1.47	0.45	0.45
Área urbana	12.42	2.28	2.40	5.88	6.22
Cobertura forestal (Bosque Tropical Caducifolio, Ripario, Mangle, Vegetación Secundaria)	-3.19	-0.98	-0.87	-1.7418	-1.7498

La *Figura 131* muestra la dinámica que presentan las tasas anuales de cambio de Uso de suelo durante los distintos periodos.

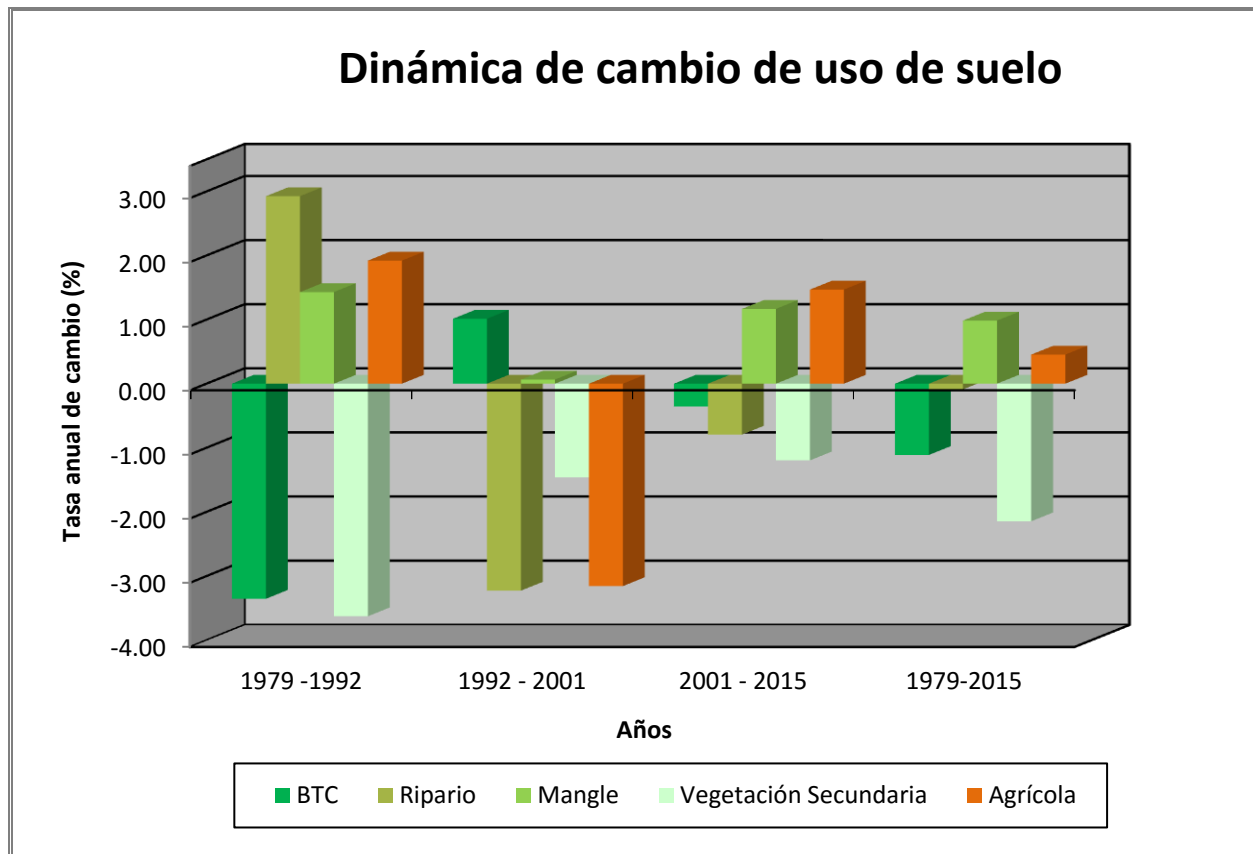


Figura 131. Tasa anual de cambio de uso de suelo en el SAR del área de influencia del Proyecto para los periodos 1979-1992, 1992-2001, 2001-2015 y 1979-2015

La *Figura 132* muestra la dinámica que presenta la tasa anual de cambio de Uso de suelo de la vegetación considerada como forestal o natural.

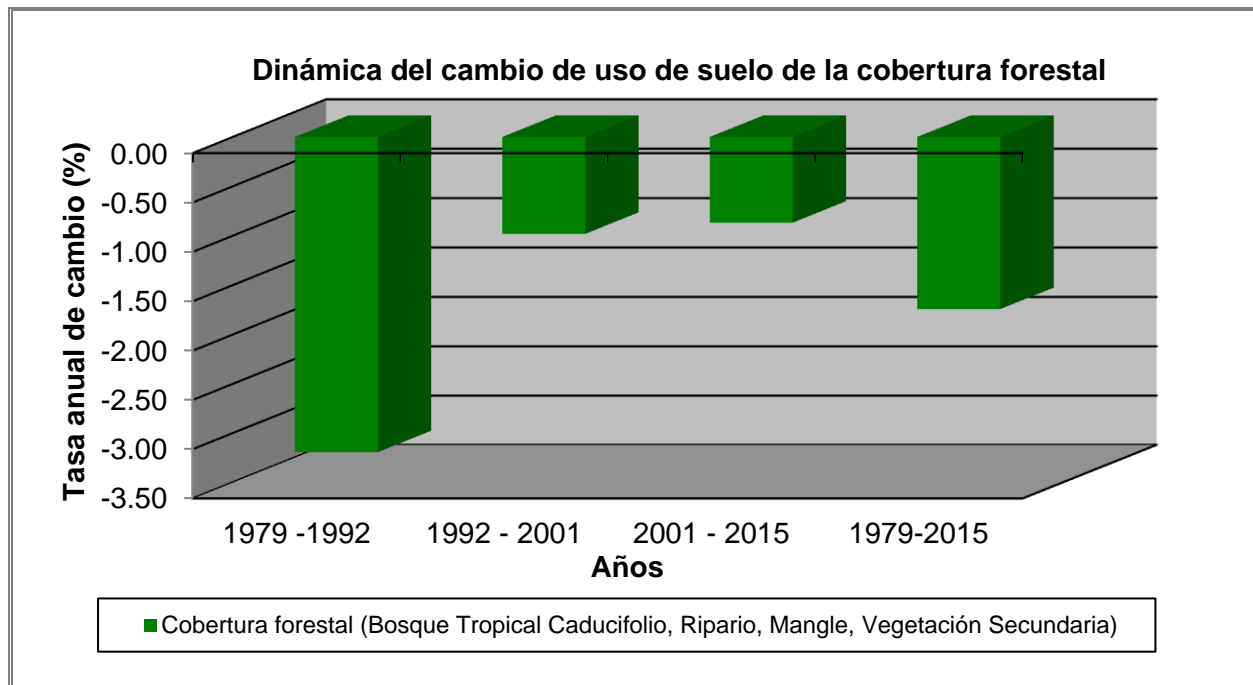


Figura 132. . Tasa anual del cambio de uso de suelo forestal en el SAR del área de influencia del Proyecto para los periodos 1979-1992, 1992-2001, 2001-2015 y 1979-2015

Finalmente en la *Figura 133* podemos apreciar la contribución que el Proyecto tendrá en los procesos de transformación de la cobertura vegetal, el cual podemos estimar que sea mínima a comparación de otros factores de cambio ya establecidos en la región (agricultura, ganadería, vías de comunicación, desarrollo social, etc.) así como la operación de desarrollos similares al margen del proyecto.

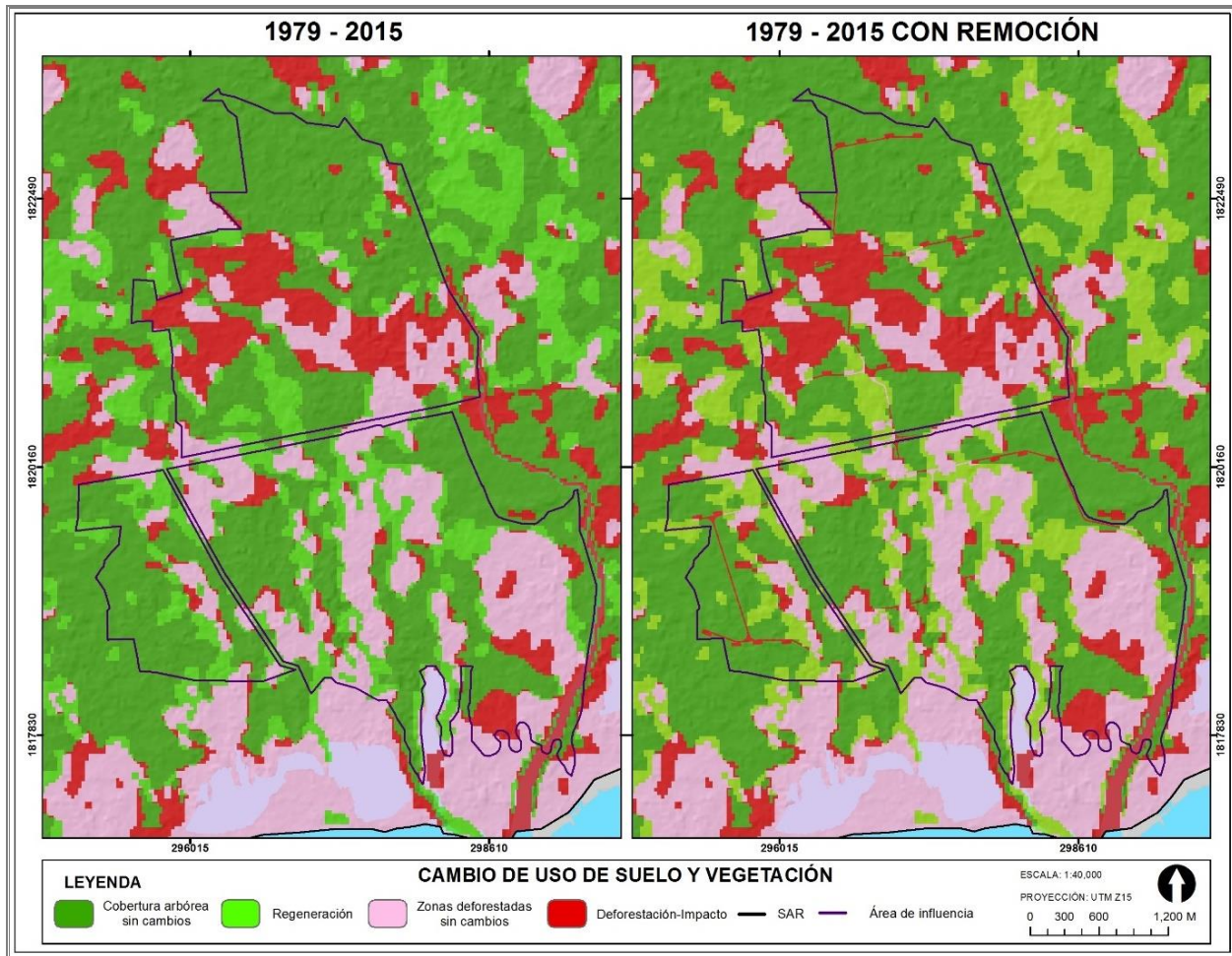


Figura 133. Mapa de cambios de uso de suelo y vegetación.

Si bien la inserción principalmente de caminos y el establecimiento de estructuras (aerogeneradores), tendrán un impacto en áreas de vegetación de Bosque tropical caducifolio y vegetación secundaria de BTC en mayoría respecto al porcentaje de otras unidades ambientales. La zona no se verá alterada en cuanto a cambios que generen perturbaciones graves, para el caso de la fauna silvestre se prevén desplazamientos que pueden ser temporales debido a que la actividad de los parques eólicos no involucra movimientos continuos de personal ni otras acciones que pudieran amedrentar a la fauna local; para la vegetación se espera que las obras permanentes sea la acción con mayor influencia en cuanto a modificación de la cobertura vegetal e incluso del paisaje, sin embargo las medidas de mitigación están diseñadas para disminuir una posible afectación por pérdida de hábitat, lo cual está ligado a las zonas que no serán intervenidas, principalmente la zona de restricción de manglar en donde se infiere que para el grupo de

aves debido al cuerpo de agua cercano (laguna superior) se concentran en este sitio por la disposición de refugio y alimento, lo que genera una cadena de aprovechamiento para otro tipo de fauna.

V.5.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RIESGO DE COLISIÓN

El presente análisis tiene la finalidad de realizar una comparación de la magnitud y riesgo de colisión de aves y murciélagos generado por el Proyecto y otras fuentes de colisión como, vías de comunicación (carreteras), líneas de transmisión eléctrica, edificios, entre las más comunes.

Se ha reconocido que los impactos ecológicos más importantes que generan los parques eólicos son la muerte de aves y murciélagos por colisión contra los aerogeneradores y otras estructuras asociadas (Lekuona 2000). Existen otros impactos generados durante la construcción de los parques, pero sin duda las colisiones son las que prevalecen en todo el ciclo de los proyectos eólicos. Por lo tanto la muerte de individuos de aves y murciélagos se considera un impacto acumulativo porque estas muertes se adicionan a las ocasionadas por otras fuentes de impacto como lo son carreteras, torres de comunicación, líneas de transmisión eléctrica, torres anemométricas, edificios, entre otras.

V.5.4.1 Método

Como primer paso de este análisis se procedió a inventariar el número de infraestructuras que se sabe ocasionan colisiones de aves y murciélagos. En la sección de resultados se reportan la infraestructura que actualmente ya está instalada en el SAR y área de influencia y algunas son potenciales fuentes de muertes de aves y murciélagos por colisión.

Posteriormente, se procedió a la búsqueda de información bibliográfica que incluyó la revisión de las Manifestaciones de Impacto Ambiental de proyectos relacionados, dos resoluciones (Bii Nee Stipa II y Fuerza Eólica del Istmo), emitidos por la autoridad ambiental, reportes técnicos, artículos científicos y de divulgación, libros y búsquedas en internet. La finalidad de esta búsqueda fue identificar algún indicador de colisión que se pudiera contrastar con las condiciones del Proyecto y poder hacer estimaciones de los impactos que se generarán en esa Central durante su construcción, operación y abandono.

V.5.4.2 Resultados

Uno de los grandes problemas que ha impedido un análisis a profundidad sobre los efectos negativos de los proyectos eólicos con énfasis en colisiones es el acceso a la información, ya que actualmente no se encuentran datos publicados con parámetros de causalidad y/o tasas de mortandad tanto de aves como murciélagos en cuanto a colisiones.

Otras infraestructuras fuente de posibles colisiones de aves y murciélagos identificadas en el SAR son: Las líneas de transmisión, las torres anemométricas, las torres de comunicación y las carreteras. Desafortunadamente no se cuenta con un estudio que haya evaluado el número de muertes de aves y murciélagos producidos por este tipo de infraestructura en la región del SAR. A nivel nacional e internacional si se cuenta con información sobre el número de muertes de fauna silvestre en general (incluyendo aves y murciélagos) producen y los números pueden ser alarmantes. Un ejemplo de ello son los monitoreos realizados por CFE e INECOL (2007) sobre colisiones de aves y murciélagos en la Central Eólica la Venta II.

Gracias a lo anterior, en el 2011 el monitoreo biológico llevado a cabo en esa central fue presentado como un caso de estudio en un libro editado por el Banco Mundial con la finalidad de implementar una política ambiental acorde con las condiciones socioeconómicas de Latinoamérica (Ledec et al, 2011). Esta referencia bibliográfica es la más adecuada para hacer el análisis del impacto acumulativo de las colisiones debido principalmente a: 1) la información proviene de un parque localizado en la misma ecorregión (Istmo de Tehuantepec); 2) El contexto ecológico presente en la CELVII es similar al Proyecto Eólico EcoWind; 3) Es probable que ambas centrales compartan un mismo pool de especies de aves y murciélagos que posibilita que pueda haber unas interacciones ecológicas entre las especies presentes en cada central y 4) Se tiene una certeza de la calidad de información y las conclusiones a las que se llega en el libro mencionado pueden servir de base para futuros análisis de impactos acumulativos en la región del Istmo.

Colisiones de aves y murciélagos en el Istmo de Tehuantepec

En el Anexo I del libro “Greening the wind” editado por el Banco Mundial (Ledec et al 2011) se presenta al monitoreo biológico implementado en la CELVII. En este anexo se presentan los resultados más sobresalientes encontrados a través del monitoreo, incluyendo el tema de las colisiones de aves y murciélagos. Los puntos más sobresalientes que puede servir de base para

evaluar el impacto acumulativo de sobre el componente aves y murciélagos que producirá el Proyecto:

- El número de colisiones registradas en el periodo 2007-2008 fue un total de 78 aves y 123 murciélagos. Existe evidencia suficiente para decir que los murciélagos se están colisionando más que las aves contra los aerogeneradores instalados en el Istmo de Tehuantepec, y es una tendencia que ha continuado en monitoreos posteriores hasta la actualidad (Villegas-Patracá, com per).
- Se estima, sin embargo, que el número de muertes de murciélagos y aves pequeñas, es mucho mayor (en un factor de 50) que lo verdaderamente registrado lo anterior principalmente se debe a:
 - a). Las altas tasas de remoción de cadáveres (Villegas-Patracá et al 2012) registradas dentro del predio de la CELVII; b) La imposibilidad de los buscadores (eficiencia de búsqueda) de inspeccionar todas las áreas debido al tipo de vegetación y al número insuficiente de buscadores y c) la tendencia de no detectar cadáveres de talla pequeña (murciélagos y aves paseriformes).
- Para cadáveres grandes (aves rapaces y acuáticas) el factor de corrección entre lo observado y lo real debe ser mucho menor debido a que los carroñeros suelen comerse los animales en el sitio permitiendo con eso dejar evidencia de la presencia de un ave.
- Se tiene evidencia de que en la CELVII se han colisionado individuos de 19 especies de murciélagos y 27 de aves.

Considerando la información anterior y aplicando el factor de corrección estimado se puede decir que en La Venta II el número de colisiones reales que se presentaron en el periodo 2007-2008 pudo llegar a 6150 murciélagos y 3900 aves. Una estimación que puede ser sobre estimada. Por lo tanto, para reducir el grado de incertidumbre sobre este fenómeno, es necesario continuar con la búsqueda de cadáveres y con la implementación de experimentos para determinar las tasas de remoción y de detección para poder construir un estimador más confiable. Aún con lo anterior, ya se puede partir de un dato con la cuál hacer comparaciones con lo que se estima produce las otras fuentes de impacto de muertes de individuos por colisión detectadas en el SAR.

En el *Cuadro 178* se presentan datos provenientes de estudios en algunas regiones del mundo sobre muertes de aves y murciélagos producidos por otras estructuras antropogénicas. Se puede apreciar que las carreteras y edificios pueden llegar ocasionar más muertes de colisiones de aves que las reportadas en la CELVII. Otro aspecto interesante que se encontró, es que las aves son más impactadas por otras estructuras diferentes a los aerogeneradores que los murciélagos. Son escasos los reportes, por ejemplo, de muertes de murciélagos por colisión en carreteras o contra edificios.

Cuadro 178. Reportes de colisiones de aves y murciélagos ocasionados por estructuras antropogénicas en algunas regiones del mundo.

FUENTE DE COLISIONES	PAÍS O ECOSISTEMA	GRUPO	NÚM. IND.	PERIODO DE MONITOREO	DATO ANUAL	FUENTE
Carreteras	México	Murciélagos	1	49 días	7.44	Grosselet, M., Villa-Bonilla, B., Ruiz M. G., 2006
		Aves	41		305.4	
Carreteras	España	Murciélagos	42	5 meses (1998-1999)		Bafaluy, J.J. 2000
Carreteras	Australia	Murciélagos	11	12 semanas	47.66	Taylor, B.D. and R. L. Goldingay. 2004.
		Aves	139		602.33	
Carreteras	España	Aves	511	6 meses	1022	Ballester P. A., 2008
Edificios	México	Aves	15	94 días	58.24	Cupul-Magaña, F.G. 2003.
Edificios	Colombia	Aves	106	2006-2008	271	Agudelo-álvarez, L. et al. 2010.
Edificios	Manhattan	Aves	318	10 días	100	Gelb, Y. and Delacretaz, N. 2006.
Líneas de Transmisión	España	Aves colisionadas	86	1991-1995	21.5	Anónimo
		Aves electrocutadas	219		54.75	
CELVII	México	Aves	78	2007-2008	78	Ledec et al, 2011

Estos datos permiten hacer inferencias sobre los que puede estar pasando dentro del SAR. Es probable que se estén presentando más muertes de aves por producidos por las carreteras y líneas de transmisión que por los aerogeneradores que hasta el momento se han instalado. Para el caso de los murciélagos, estas muertes deben ser menores.

Por lo tanto se prevé que la contribución del Proyecto será mínima con respecto a las colisiones que actualmente se deben estar presentando (escenario sin proyecto) en el Sistema Ambiental Regional debido a la infraestructura existente.

V.6 IMPACTOS SINERGICOS

De acuerdo a la definición que establece el Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental; un impacto sinérgico es aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Los impactos sinérgicos pueden ser generados por aditividad o complementariedad de los efectos (sinergias), o en su defecto por tercerización de los mismos; es decir, cuando la consecuencia no es la suma de los efectos individuales, sino que ésta se potencia o se diluye.

V.6.1 METODOLOGÍA

El análisis se basa en la verificación de las interacciones de los impactos identificados, para lo cual se utilizara una matriz simétrica de doble entrada (impacto vs impacto) (*Figura 134*). Esta matriz permitirá el cruce de información procedente de los impactos evaluados, facilitando la visualización de interacciones sinérgicas, que podrían ser producto de la potencial ocurrencia de dos o más perturbaciones singulares sobre un determinado factor ambiental. El análisis respectivo se realiza en los tres medios (físico, biológico y social) cubriendo las etapas del Proyecto (construcción, operación y abandono).

V.6.2 RESULTADOS

V.6.2.1 Interacción de impactos en el Medio Físico

Las posibles interacciones en el medio físico están referidas a los cambios que puedan ocurrir en el recurso aire, suelo e hidrología o una combinación entre ellas, producto de las actividades del Proyecto. Las actividades de desmonte, despalme, el movimiento y nivelación de suelo y uso de depósitos de material excedente afectarán la estabilidad estructural al modificar las características de los suelos, incrementando los procesos erosivos. Asimismo, actividades como construcción de caminos, uso de vehículos, maquinaria y equipos, explotación de canteras, entre otras podrían modificar la calidad de los suelos y su infiltración.

El resultado de la interacción de los impactos potenciales adversos del medio físico (*Cuadro 179*) diez en total, en su mayoría resultan compatibles, con excepción de la interacción del impacto modificaciones a la escorrentía superficial (D3) que resultan con un valor moderado significativo, tomando como referencia los atributos evaluados aplicados en la matriz de evaluación (matriz V) y el valor de impacto; el efecto de esta interacción meramente del medio físico, se debe a que los procesos de construcción del sitio pueden alterar el curso natural de los escurrimientos superficiales, causando alteraciones a la estructura edáfica, aunado a las características poco permeables de este tipo de suelos presentes en el área de estudio y que puedan ocasionar dificultad para la construcción de estructuras, así como el estancamiento de agua si no se permite el flujo mediante obras hidráulicas; sin embargo se debe considerar que esta situación es temporal de acuerdo a las fases del Proyecto y podrá reducirse el impacto con la aplicación de las medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI de esta manifestación.

Cuadro 179. Interacciones de Impactos para el medio físico

INTERACCIONES	VALOR DE IMPACTO 1	VALOR DE IMPACTO 2	MAGNITUD DEL IMPACTO
A1-A2	I	I	Compatible
B1-C2	I	I	Compatible
B1-D3	I	MS	Moderado
C1-C2	I	I	Compatible
C1-D3	I	I	Compatible
D1-C2	I	I	Compatible
D2-C2	I	I	Compatible
D3-B1	I	I	Compatible
D3-D1	I	I	Compatible
D3-D2	I	I	Compatible

V.6.2.2 Interacción de Impactos en el Medio Biológico

Las interacciones que ocurren en el medio biológico se derivan principalmente de los cambios que puedan ocurrir en la flora y paisaje, fauna terrestre y voladora o una combinación entre ellas, producto de las actividades del Proyecto, como el uso de vehículos, maquinarias y equipos, desmonte y despalme, así como la instalación de estructuras aéreas, generación de aguas residuales, generación de vibraciones y ruidos, dando lugar a efectos negativos.

El resultado del cruce de impactos del medio biológico arrojó solo una interacción como compatible, esto debido a los atributos evaluados en la matriz de evaluación de impactos, en donde los siguientes impactos están considerados como moderadamente significativos: *Intervención de la cobertura vegetal (E1), Pérdida de individuos (F1), Potencial afectación a especies de fauna NOM-059-SEMARNAT-2010 (F3)*; por otro lado el único significativo resultó ser *Colisión de Aves y Murciélagos con Aerogeneradores (F2)*. Las probabilidades de interacción moderadas pueden disminuirse en la medida que se apliquen las acciones de mitigación y/o correctivas propuestas en el desarrollo del capítulo VI y los Planes de Manejo Ambiental del capítulo VII. Cabe mencionar que la interacción “E1-E2” se validó como compatible debido a que no existe el riesgo ni la intención de afectar a ninguna especie de flora en algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010, aunado a que dichas especies como el mangle, se encuentran en áreas de restricción y zonas sin algún tipo de intervención por obra (*Cuadro 180*).

Cuadro 180. Interacciones de Impacto para el medio biológico

INTERACCIONES	VALOR DE IMPACTO 1	VALOR DE IMPACTO 2	MAGNITUD DEL IMPACTO
E1-E2	MS	I	Compatible
E1-F3	MS	MS	Compatible
E2-F3	I	MS	Moderado
F1-F3	MS	MS	Compatible
F2-F3	S	MS	Compatible

V.6.2.3 Interacción de impactos en el Medio Social

Las interacciones en el medio social están referidas a los aspectos sociodemográficos, económicos y socioculturales o su combinación, producto de las actividades del Proyecto, como la contratación de mano de obra local, la derrama económica en la región y los aspectos de generación de servicios e infraestructura.

En este sentido, el resultado de la evaluación realizada de las interacciones obtenidas en el medio social es compatible; la generación de empleos es un gran detonante para la economía local y regional, además de brindar condiciones adecuadas en la población beneficiada.

V.6.2.4 Interacción de impactos en el medio físico y biológico

Las interacciones entre el medio físico y biológico están relacionadas principalmente a la calidad de suelos, el hábitat de la fauna terrestre, las dificultades de regeneración natural de la vegetación y la calidad del paisaje.

De acuerdo a la evaluación realizada, la mayor cantidad de interacciones de impactos adversos resulta moderadamente significativa, aunque para el caso de algunos impactos como *Riesgo de erosión (C1)* y *Calidad del suelo (C2)* resulta ser compatible el efecto durante el desarrollo de la obra. Por otro lado los impactos *modificación a la escorrentía superficial (D3)* e *Intervención de la cobertura vegetal (E1)*, resultan dentro de la evaluación matricial como moderados significativos, esto se debería a que los procesos de remoción de la vegetación durante la preparación del sitio afectaría el hábitat de las especies tanto vegetales como de fauna, además que la pérdida de cobertura afectan de manera directa a la calidad paisajística. Sin embargo, se debe considerar que estos sucesos podrán reducirse con la aplicación de las medidas indicadas en el capítulo VI (*Cuadro 181*).

Cuadro 181. Interacciones de Impacto para el medio físico y biológico

INTERACCIONES	VALOR DE IMPACTO 1	VALOR DE IMPACTO 2	MAGNITUD DEL IMPACTO
B1-E1	I	MS	Moderado
C1-E1	I	MS	Moderado
C2-E1	I	MS	Compatible

V.5.2.5 Interacción de Impactos en Medio Biológico y Medio Social

Las interacciones entre el medio biológico y social están relacionadas a la pérdida de recursos y perturbación de la vida cotidiana con la posible afectación del hábitat (*Cuadro 182*).

Los resultados de la evaluación realizada, muestran que las interacciones de impactos muestran solo una interacción Moderadamente significativa, la cual está relacionada con la pérdida de vegetación y la calidad escénica, factor que impacta no solo al medio biológico sino que tiene repercusión ante la percepción social (*Figura 134*).

Cuadro 182. Interacciones de Impacto para los componentes Biológico y Social

INTERACCIONES	VALOR DE IMPACTO 1	VALOR DE IMPACTO 2	MAGNITUD DEL IMPACTO
E1-G1	MS	MS	Moderado
E1-H1	MS	S	Moderado
E2-H1	I	S	Compatible
F1-H1	MS	S	Moderado

		Medio físico									Medio biológico					Medio social				
		A1	A2	A3	B1	C1	C2	D1	D2	D3	E1	E2	F1	F2	F3	G1	H1	I1	I2	I3
Medio físico	A1	x																		
	A2																			
	A3																			
	B1						x			x	x									
	C1						x			x	x									
	C2										x									
	D1							x												
	D2							x												
	D3				x				x	x										
Medio biológico	E1										x			x	x	x				
	E2													x		x				
	F1													x		x				
	F2													x						
	F3													x						
	G1																x			
Medio social	H1															x	x			
	I1																			
	I2																			
	I3																		x	

Figura 134. Matriz de Identificación de Impactos Sinérgicos

Códigos de impacto:

- A1: Emisión y dispersión de gases
- A2: Emisión de partículas a la atmósfera
- A3: Incremento en los niveles de ruido
- B1: Estabilidad del suelo
- C1: Riesgo de erosión
- C2: Calidad del suelo
- D1: Calidad de agua superficial
- D2: Calidad de agua subterránea
- D3: Modificaciones a la escorrentía superficial
- E1: Intervención de cobertura vegetal
- E2: Especies bajo protección
- F1: Pérdida de individuos (por atropellamiento y cacería)
- F2: Colisión de aves y murciélagos con aerogeneradores
- F3: Potencial afectación a especies bajo protección
- G1: Calidad escénica
- H1: Percepción Social
- I1: Generación de empleos
- I2: Incremento en la derrama económica local
- I3: Migración

V.7 CONCLUSIONES

En conclusión podemos fijar que el Proyecto ante una comparación de los efectos que potencialmente generará tanto a nivel regional como área de influencia, se identificaron (10) diez impactos relevantes los cuales son adversos, seis son Moderadamente Significativos y uno Significativo, este último considerado acumulativo debido a la interacción del Proyecto con otras actividades que ocurren dentro del SAR principalmente la operación de otros parques eólicos; de forma independiente se infiere que durante las etapas de preparación del sitio y construcción ocurrirán efectos que impactaran de manera Moderada a la escorrentía superficial, pérdida de individuos (por cacería y atropellamiento), percepción social, aunque de manera temporal hasta concluirse con las etapas; de manera permanente se identificaron impactos Moderados en la intervención de la cobertura vegetal y la calidad escénica, sin embargo mediante la implementación de las estrategias propuestas en esta Manifestación para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos, que dichas estrategias reducirán en gran mayoría la magnitud de este tipo de efectos residuales, aun considerados como aquellos que persisten después de la aplicación de medidas. Por otro lado también se identificaron (3) tres impactos benéficos o positivos, los cuales se presentan de manera Significativa y se atribuyen al sector social y económico, generando oportunidades de empleo, incremento en la derrama económica y atención a servicios e infraestructura. Cabe mencionar que la generación de empleos será de manera temporal en cuanto a las etapas de preparación del sitio y construcción, sin embargo durante la operación, servicio y mantenimiento del Proyecto Eólico se realizara la contratación de personal lo que genera ingresos económicos de manera permanente al personal contratado; respecto al incremento en la economía local se percibe que de existir un servicio que brinde apoyo a los propietarios de los predios, estos puedan mejorar su sistema productivo y de esta manera incrementar los beneficios económicos de la renta de tierras. En cuanto al mejoramiento o incremento de servicios o infraestructura, este aspecto infiere en cuanto al mejoramiento de las vialidades y/o caminos al interior del área de influencia, así como facilitar la comunicación entre propietarios debido a la creación de conexiones entre predios que permitan manejar su producción de manera más eficiente y reduciendo tiempos de transportación.

Si consideramos la desventaja del Proyecto ante desarrollos similares y acciones llevadas a cabo anteriormente (agricultura, ganadería, cambio de uso de suelo, etc.) en sus límites, que ciertamente han generado y/o incrementado la magnitud de los impactos atribuidos a estos desarrollos y con base a los análisis realizados para el SAR (tasa de cambio, calidad del paisaje, etc.), podemos definir que a lo largo de la vida del proyecto y considerando los programas de monitoreo a realizar, así como el seguimiento ambiental, el Proyecto es ambientalmente viable tanto en su ejecución como operación.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Los principios básicos de la evaluación de impacto ambiental sugieren que la mitigación y compensación deben ser consideradas mediante una jerarquía (Figura 135), que consiste en evitar los impactos cuando sea posible, reducir al mínimo los impactos restantes, y la compensación de los impactos inevitables (Jakle 2012). Ya que las medidas de mitigación pueden ser aplicadas en diferentes circunstancias bajo sus diferentes enfoques, méritos relativos y resultados, en la Figura 136 se presentan los enfoques para la mitigación de impactos a considerar de acuerdo a la naturaleza del Proyecto y los aspectos relacionados (Rajvanshi, A. 2008).

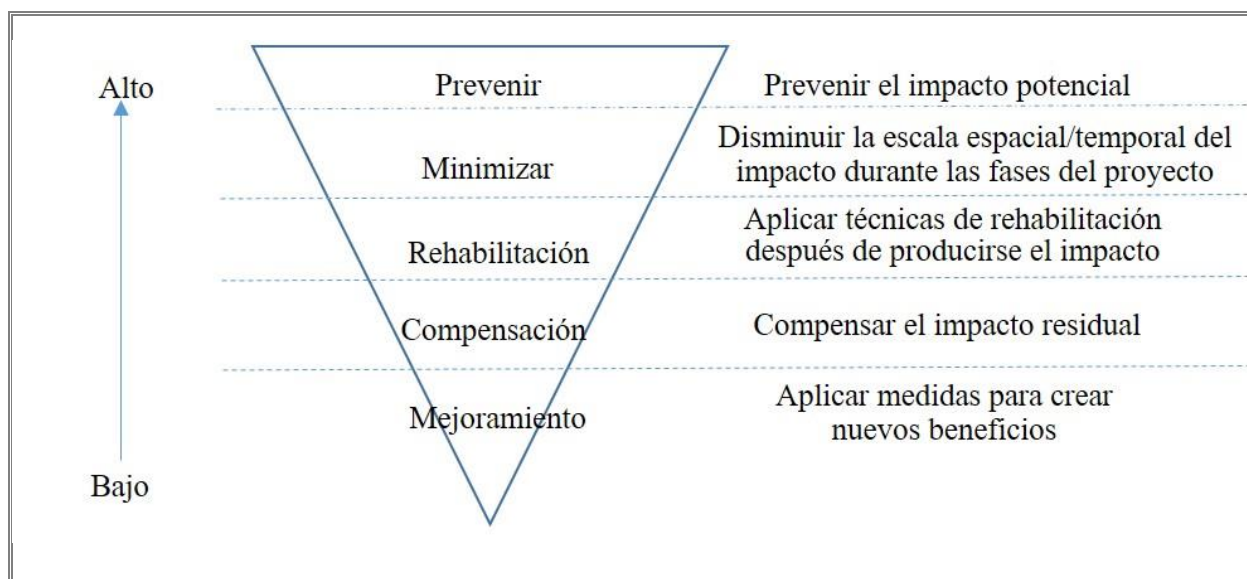


Figura 135. Jerarquía de las medidas de mitigación (modificado de UNEP. 2002).

Algunas de las medidas de prevención y mitigación se consideran desde las etapas de planeación y diseño, otras, sin embargo, deberán ser aplicadas durante las etapas de preparación construcción y operación del Proyecto, siendo el Promoviente responsable de la calidad ambiental del sitio al término de la obra y durante la operación del Proyecto. Ante ello deberá vigilar la correcta instrumentación y aplicación de las medidas de prevención, mitigación, mejoramiento, rehabilitación y compensación propuestas en este apartado para mantener la calidad ambiental existente y minimizar las posibles afectaciones derivadas de la instalación del Proyecto.

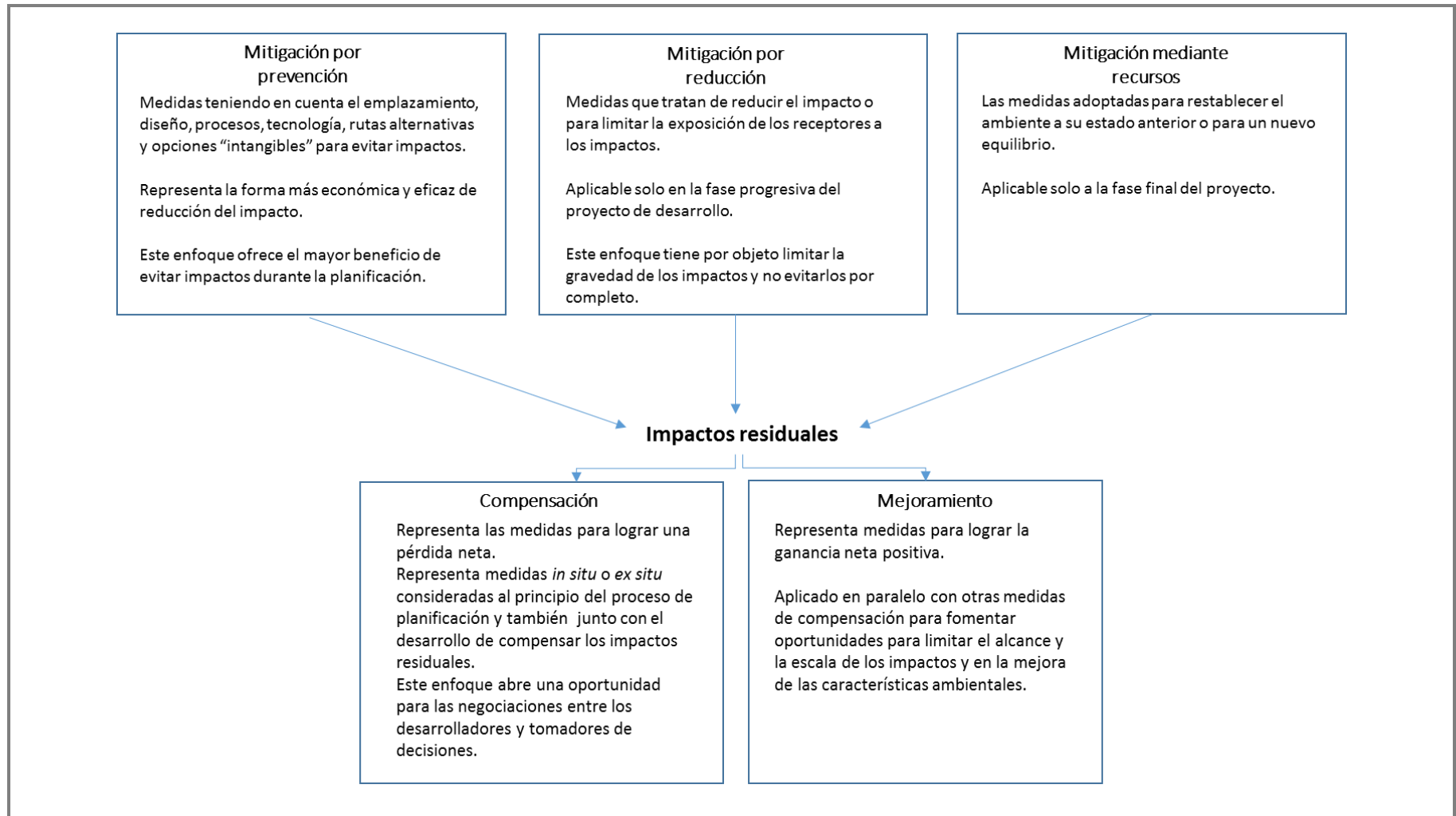


Figura 136. Enfoque para la mitigación de impactos (Rajvanshi, A. 2008).

El diseño de las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales, considera aquellas acciones que han sido satisfactorias en proyectos similares; tomando en cuenta el área de influencia del Proyecto y su interacción con otros parques potencializando los efectos acumulativos o sinérgicos.

Para lograr el cumplimiento de las medidas que en este capítulo se proponen y mejorar el desempeño ambiental del Proyecto, se desarrolló un Programa de Manejo Ambiental (PMA) donde se identifican las estrategias, programas y medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, reducir, eliminar y/o compensar los impactos ambientales y de estos con mayor énfasis en los acumulativos, sinérgicos y residuales derivados del Proyecto en cada etapa de su desarrollo.

VI.1 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

En el PMA se incluyen acciones de monitoreo que garantizan el cumplimiento de las medidas propuestas, la efectividad ambiental de las mismas, el seguimiento a la prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales.

El Plan de Manejo Ambiental conocido de esta forma por ser más general, esta estructurado con objetivos igualmente generales, debe incluir uno o más programas. Los programas son más específicos tienen objetivos medibles y por lo tanto metas que cuantifican su cumplimiento.

Por lo tanto el plan integra al programa siendo el programa de duración más corta y específica, en la *Figura 137* podemos observar el esquema general y los niveles donde se encuentran cada uno.

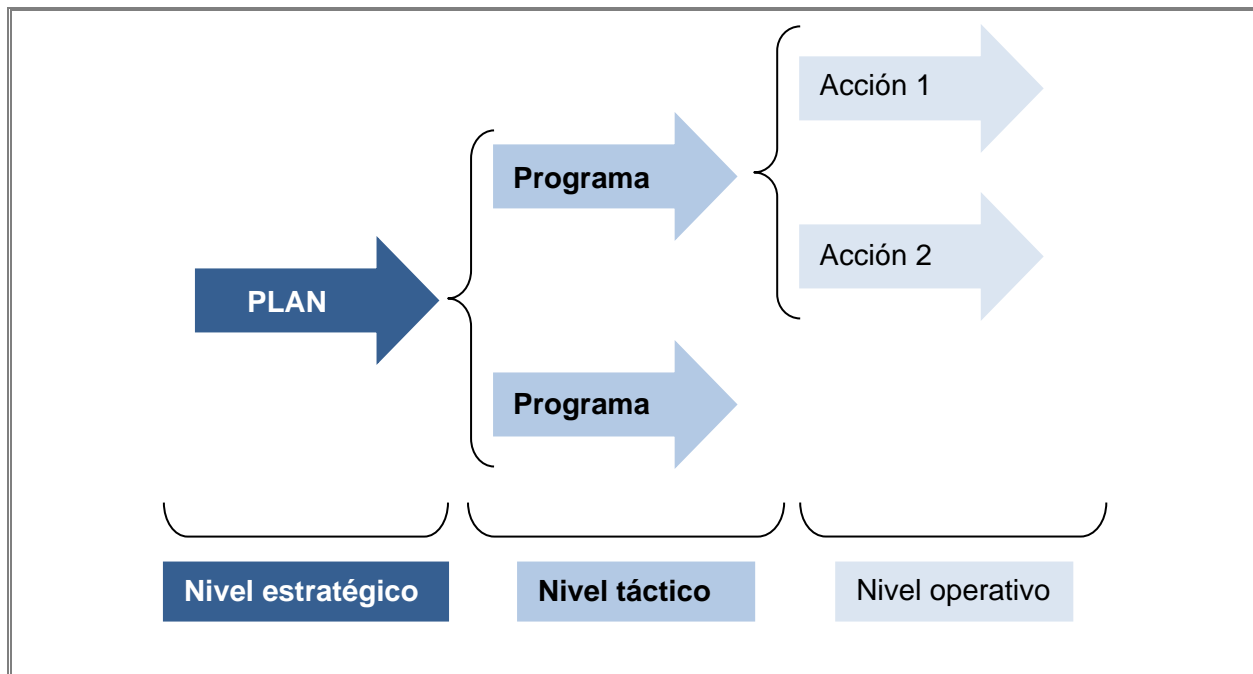


Figura 137. Esquema de planeación.

El PMA se estructura de lo general a lo particular indicando los objetivos generales y las líneas estratégicas, entendiéndose por líneas estratégicas la agrupación de los impactos potenciales de acuerdo a su tipo, o bien al tipo de medida de mitigación.

Objetivos del Plan de Manejo Ambiental

Los objetivos generales del PMA son los siguientes:

- Controlar la correcta ejecución de las medidas protectoras y correctoras previstas.
- Detectar impactos no previstos y proponer las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- Informar de manera sistemática a las autoridades implicadas sobre los aspectos objeto de vigilancia y ofrecer un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficaz.
- Minimizar las afectaciones al ambiente.

Líneas estratégicas del PMA

Se definieron siete líneas estratégicas de acuerdo al componente ambiental sobre el cual se produce el impacto potencial:

1. Medidas enfocadas al componente Atmósfera
2. Medidas enfocadas al componente Geomorfología
3. Medidas enfocadas al componente Edafología
4. Medidas enfocadas al componente Hidrología
5. Medidas enfocadas al componente Flora
6. Medidas enfocadas al componente Fauna
7. Medidas enfocadas al componente Paisaje
8. Medidas enfocadas al componente Economía y población

Las medidas de mitigación se ordenaron de acuerdo a dichas estrategias construyendo una matriz de planeación, la cual sigue lo propuesto por la Guía ambiental para Manifestaciones de Impacto Ambiental modalidad Regional emitida por SEMARNAT (*Cuadro 183*).

En este capítulo se describen y clasifican las medidas de control ambiental a aplicar con el objetivo de prevenir, mitigar, rehabilitar y compensar los impactos ambientales adversos que serán generados en las diferentes etapas del desarrollo del Proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento); además del mejoramientos de distintos factores en el sitio. Las medidas de prevención, mitigación, rehabilitación, mejoramiento y compensación son instrumentos de control ambiental, en donde el promovente tiene ante la autoridad ambiental el compromiso de minimizar los efectos negativos al ambiente por efecto del Proyecto, y con el objetivo de que prevalezca en la medida de lo posible la integridad funcional del Sistema Ambiental Regional (SAR).

Mediante la información generada para la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, básicamente programas de monitoreo pre-construcción con énfasis en el comportamiento de aves y murciélagos, y que con la experiencia de otros proyectos eólicos en otras regiones del mundo, se diseñaron las medidas de mitigación que se incluyen en el presente capítulo. El seguimiento de su aplicación y los monitoreos posteriores de aves y murciélagos realizados para otros proyectos (ej. Central Eólica La Venta II) han permitido validar con buenos

resultados la aplicación de las medidas propuestas para este tipo de proyectos, obteniendo buenos resultados. Cabe mencionar que todo sistema natural responde de manera diferente por tal motivo se adaptaran aquellas medidas que han resultado eficientes y de ser necesario, modificarlas o adicionar otras.

En el siguiente apartado se describen las medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación que se proponen para reducir el impacto por el establecimiento del Proyecto.

Las medidas se encuentran listadas en el *Cuadro 183* de acuerdo al componente ambiental al que se refiere como línea estratégica.

Cuadro 183. Descripción de las medidas propuestas para mitigar los impactos causados durante el desarrollo del Proyecto ólico EcoWind, por componente ambiental.

LÍNEA ESTRATÉGICA: ATMÓSFERA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Prevención	B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B13	7	Aplicar riego a los frentes de trabajo y caminos, usando pipas de aspersión, para evitar la dispersión de polvos.	7 meses	Pipa aspersora de agua	Superficies de trabajo humedecidas. Áreas de trabajo libres de polvos.
Prevención	B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B13	11	Cubrir los bancos de materiales terrígenos (arena, tepezil, tierra, etc.). Almacenar los materiales cementantes en una bodega temporal; portar obligatoriamente mascarilla cubre-bocas durante su descarga. Cubrir con lonas los camiones que transporten materiales terrígenos, ya sea hacia el interior o exterior del área de influencia.	7 meses	Lonas de protección y bodega de almacenamiento.	Supervisión visual sobre el manejo de materiales y su control en bodega.
Prevención	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13	9	Proporcionar y promover el uso de equipo de seguridad correspondiente entre el personal expuesto al ruido constante.	11 meses	Casco, lentes, guantes, tapones y botas de protección.	Inspección del supervisor de obra.
Prevención	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13	12	Laborar en un horario adecuado.	7 meses	NA	Registro de entrada y salida.
Minimización	B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B13	5	Colocar gravas y materiales afines sobre los caminos y zonas de maniobras pertinentes.	6 meses	NA	Superficies de rodamiento protegidas.
Minimización	B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B13	6	Proporcionar y promover el uso de equipo de seguridad correspondiente entre el personal expuesto directamente a la emisión de polvos.	6 meses	Cubre bocas y lentes de protección	Inspección del supervisor de obra

LÍNEA ESTRATÉGICA: GEOMORFOLOGÍA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Prevención	D2, D3, D4	17	Mantener con las excavaciones y nivelaciones, en medida de lo posible, el flujo de los escurrimientos hidrológicos locales y en su caso, aplicar obras temporales de conducción (canales, cunetas, bajantes, etc.).	6 meses	NA	Mantenimiento del cauce o padrón natural.

LÍNEA ESTRATÉGICA: GEOMORFOLOGÍA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Minimización	D2, D3, D4	13	Restringir las excavaciones y movimientos de tierra a exclusivamente dentro de aquellas zonas propuestas para la construcción y montaje del Proyecto Eólico.	6 meses	Cinta de barricada para la delimitación de áreas.	Inspección de las áreas de trabajo delimitadas.
Minimización	D2, D3, D4	14	Restringir el despalme y la nivelación a los sitios donde se construirán las zapatas, subestación, caminos y cunetas o en su caso alcantarillas.	6 meses	Cinta de barricada para la delimitación de áreas.	Inspección de las áreas de trabajo delimitadas.
Minimización	D2, D3, D4	15	Restringir las excavaciones y las actividades de nivelaciones del terreno a las plataformas de maniobras.	6 meses	Cinta de barricada para la delimitación de áreas.	Inspección de las áreas de trabajo delimitadas.
Minimización	D2, D3, D4	16	Ajustar a la pendiente adecuada los taludes a crearse por las excavaciones y movimiento de tierras.	6 meses	NA	Apegarse a las especificaciones de obra.

LÍNEA ESTRATÉGICA: EDAFOLOGÍA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: PREPARACIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Minimización	F1, F2, F3, F5, F6, F10, F11	26	Ejecutar los trabajos de preparación del sitio de manera progresiva, es decir, por tramos que puedan ser atendidos en función de la velocidad real de la obra.	3 meses	NA	Inspección del supervisor de obra.

LÍNEA ESTRATÉGICA: EDAFOLOGÍA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Prevención	E1, E2, E5, E10, E11	18	Utilizar los residuos vegetales producto del desmonte, una vez triturados, para evitar la erosión de terrenos.	3 meses	NA	% de superficie protegida.
Prevención	F1, F2, F3, F5, F6, F10, F11	22	Hacer uso de letrinas portátiles a razón de 1/10 individuos.	Durante las etapas previas a la operación	NA	Cumplimiento de la normativa ambiental.
Minimización	E1, E2, E5, E10, E11	27	Mantener una cubierta vegetal herbácea y arbustiva en los perímetros de las áreas de montaje de estructuras, caminos interiores, y estación.	Actividad continua	NA	Presencia de cobertura vegetal en sitios adyacentes a las obras.
Compensación	E1, E2, E5, E10, E11	19	Emplear residuos de desmonte para restitución de suelos en áreas de obras temporales.	3 meses	NA	% de superficie protegida.

LÍNEA ESTRATÉGICA: EDAFOLOGÍA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: PREPARACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Prevención	F1, F2, F3, F5, F6, F10, F11	20	Almacenar el combustible de reserva en recipientes herméticos, con el suelo recubierto de liner.	6 meses	Recipientes herméticos de 200 lts.	Cumplimiento de la normativa ambiental.
Prevención	F1, F2, F3, F5, F6, F10, F11	21	Disponer los residuos de maquinaria y peligrosos al manejo señalado por la NOM-052-SEMARNAT-2005.	Actividad continua	Recipientes herméticos de 200 lts.	Cumplimiento de la normativa ambiental.
Prevención	F1, F2, F3, F5, F6, F10, F11	23	Usar contenedores de 200 litros para el depósito de residuos sólidos urbanos, separando orgánicos e inorgánicos.	Actividad continua	Recipientes herméticos de 200 lts.	Cumplimiento de la normativa ambiental.
Prevención	F1, F2, F3, F5, F6, F10, F11	24	Prohibir la disposición de cualquier tipo de desecho fuera de los contenedores anteriormente señalados.	Actividad continua	Señalética restrictiva.	Cumplimiento de la normativa ambiental.
Prevención	F1, F2, F3, F5, F6, F10, F11	25	Aplicar un programa de manejo y disposición de residuos sólidos para evitar derrames o dispersión. Proteger el suelo con material impermeable para reparaciones de emergencia a maquinaria y vehículos.	Actividad continua	Materiales para la disposición de residuos.	Cumplimiento de la normativa ambiental.

LÍNEA ESTRATÉGICA: HIDROLOGÍA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Prevención	G10	22	Hacer uso de letrinas portátiles a razón de 1/10 individuos.	Durante las etapas previas a la operación	NA	Cumplimiento de la normativa ambiental.
Prevención	H10	22	Hacer uso de letrinas portátiles a razón de 1/10 individuos.	Durante las etapas previas a la operación	NA	Cumplimiento de la normativa ambiental.
Prevención	J5, J11	28	En aquellas áreas que se identificaron escurrimientos temporales, deberá mantenerse en lo posible el patrón de drenaje natural, de requerirse se construirán alcantarillas o vados estrictamente necesarios para lograr lo anterior.	Durante las etapas previas a la operación	NA	Mantenimiento del cauce o flujo natural de la corriente.

LÍNEA ESTRATÉGICA: HIDROLOGÍA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: PREPARACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Prevención	G10	23	Uso de contenedores de 200 litros para el depósito de residuos sólidos urbanos, separando los orgánicos de lo inorgánico.	Actividad continua	Recipientes herméticos de 200 lts.	Cumplimiento de la normativa ambiental.
Prevención	H10	23	Uso de contenedores de 200 litros para el depósito de residuos sólidos urbanos, separando los orgánicos de lo inorgánico.	Actividad continua	Recipientes herméticos de 200 lts.	Cumplimiento de la normativa ambiental.

LÍNEA ESTRATÉGICA: HIDROLOGÍA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Prevención	G10	29	Se prohíbe arrojar o depositar cualquier tipo de desecho en los cuerpos de agua temporales que se forman dentro del área de influencia.	Actividad continua	Señalética restrictiva.	Cumplimiento de la normativa ambiental. Superficies libres de residuos.
Prevención	G10	30	No se podrá hacer uso de los cuerpos de agua al interior del predio para actividades del proyecto, sin autorización previa.	Actividad continua	Señalética restrictiva.	Cumplimiento de la normativa ambiental.
Prevención	H10	29	Se prohíbe arrojar o depositar cualquier tipo de desecho en los cuerpos de agua temporales que se forman dentro del área de influencia.	Actividad continua	Señalética restrictiva.	Cumplimiento de la normativa ambiental. Superficies libres de residuos.
Prevención	H10	30	No se podrá hacer uso de los cuerpos de agua al interior del predio para actividades del proyecto, sin autorización previa.	Actividad continua	Señalética restrictiva.	Cumplimiento de la normativa ambiental
Compensación	I1, I2	31	Aplicar un programa de revegetación para permitir la recuperación y control de la infiltración del agua en las áreas desprovistas de vegetación dentro del área de influencia.	Durante la etapa de operación	NA	% de superficie con áreas verdes.

LÍNEA ESTRATÉGICA: FLORA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: PREPARACIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Prevención	K1, K2	37	El desmonte deberá realizarse de forma direccional evitando que el árbol caiga en depresiones o se desplace fuera del sitio.	3 meses	NA	Inspección del supervisor de obra.

LÍNEA ESTRATÉGICA: FLORA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Minimización	K1, K2	33	La vegetación forestal solo será retirada de la superficie autorizada en el ETJ.	Durante la etapa de operación	NA	% de cobertura vegetal restituida.

LÍNEA ESTRATÉGICA: FLORA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: CONSTRUCCIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Rehabilitación	K1, K2	34	Permitir el restablecimiento de cobertura vegetal nativa, en las áreas de desmonte temporal después de ser abandonadas, por ejemplo caminos y obras provisionales.	Actividad continua	NA	% de cobertura vegetal restituida.

LÍNEA ESTRATÉGICA: FLORA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Prevención	K1, K2	36	Previo a las actividades de preparación del sitio deberá llevarse a cabo el rescate de flora de aquellos ejemplares susceptibles de reubicar, particularmente especies de vegetación primaria y especies bajo alguna clasificación de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	1 mes previo al inicio de las etapas del proyecto	NA	Cumplimiento con la normativa ambiental. Evidencia de los individuos rescatados y reubicados.
Rehabilitación	K1, K2	35	Al término de las obras en las áreas que se afectarán temporalmente, se aplicarán acciones de reforestación en proporción de 3:1.	Durante la etapa de operación	NA	% de áreas reforestadas.
Compensación	K1, K2	32	En caso de que en las áreas a intervenir por las obras, existan individuos que estén bajo alguna categoría de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se considerará una medida compensatoria de reforestación.	Durante la etapa de operación	NA	% de áreas reforestadas.
Compensación	K1, K2	38	Ejecutar un programa de reforestación.	Durante la etapa de operación	NA	% de áreas reforestadas y supervivencia de individuos.

LÍNEA ESTRATÉGICA: FAUNA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: PREPARACIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Prevención	L1, L2, L3, L5, L6, L7, L10, L11, L13	39	En las áreas con mayor cubierta vegetal y considerando épocas reproductivas de las especies, en la etapa de desmonte, se realizará reubicación de individuos que pudieran presentarse.	Previo a la etapa de preparación del sitio	NA	Número de Individuos reubicados.
Prevención	L1, L2, L3, L5, L6, L7, L10, L11, L13	44	Previo a iniciar las actividades de preparación del sitio se deberá ejecutar el programa de rescate y reubicación de fauna silvestre, con especial énfasis en las especies de importancia ecológica.	1 mes previo al inicio de obras	NA	Cumplimiento con la normativa ambiental. Evidencia de los individuos rescatados y reubicados.
Prevención	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	39	En las áreas con mayor cubierta vegetal y considerando épocas reproductivas de las especies, en la etapa de desmonte, se realizará reubicación de individuos que pudieran presentarse.	1 mes previo al inicio de obras	NA	Número de Individuos reubicados.
Prevención	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	44	Previo a iniciar las actividades de preparación del sitio se deberá ejecutar el programa de rescate y reubicación de fauna silvestre, con especial énfasis en las especies de importancia ecológica.	1 mes previo al inicio de obras	NA	Número de individuos rescatados y reubicados.
Minimización	L1, L2, L3, L5, L6, L7, L10, L11, L13	40	El desmonte se realizará de manera mecánica, progresiva e iniciando de las zonas de menor a mayor densidad de vegetación.	3 meses	NA	Inspección del supervisor de obra.
Minimización	L1, L2, L3, L5, L6, L7, L10, L11, L13	41	Queda prohibido el uso de fuego o químicos para el desmonte.	Actividad continua	Señalética restrictiva.	Inspección del supervisor de obra.
Minimización	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	40	El desmonte se realizará de manera mecánica, progresiva e iniciando de las zonas de menor a mayor densidad de vegetación.	3 meses	NA	Inspección del supervisor de obra.
Minimización	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	41	Queda prohibido el uso de fuego o químicos para el desmonte.	Actividad continua	Señalética restrictiva.	Inspección del supervisor de obra.
Minimización	O1, O2, O3, O4, O5, O12, O13	41	Queda prohibido el uso de fuego o químicos para el desmonte.	Actividad continua	Señalética restrictiva.	Inspección del supervisor de obra.

LÍNEA ESTRATÉGICA: FAUNA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Prevención	L1, L2, L3, L5, L6, L7, L10, L11, L13	43	Dar inducción y promover la conciencia ambiental al personal que participe en la obra, para implementar la correcta aplicación de medidas y una actitud personal de mayor respeto al entorno.	Actividad periódica sujeta al desarrollo de las etapas	Personal capacitado en materia ambiental.	Inspección del supervisor de obra.
Prevención	L1, L2, L3, L5, L6, L7, L10, L11, L13	45	En las áreas con mayor cobertura vegetal, en caso de coincidir la ejecución de la preparación del sitio y/o construcción con épocas reproductivas, se deberá ajustar el calendario de aquellas actividades, como el desmonte o montaje de estructuras, que pongan en riesgo a los individuos que pudieran presentarse.	Previo al inicio de obras	NA	Inspección del supervisor ambiental de la obra, para ajustar la intervención de áreas a desmontar.
Prevención	L1, L2, L3, L5, L6, L7, L10, L11, L13	47	Evitar al máximo el sacrificio innecesario o accidental de especies.	Actividad continua	Señalética restrictiva.	Inspección del supervisor ambiental de la obra.
Prevención	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	43	Dar inducción y promover la conciencia ambiental al personal que participe en la obra, para implementar la correcta aplicación de medidas y una actitud personal de mayor respeto al entorno.	Actividad periódica sujeta al desarrollo de las etapas	Personal capacitado en materia ambiental.	Actividades bajo la inspección del supervisor ambiental de la obra.
Prevención	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	45	En las áreas con mayor cobertura vegetal, en caso de coincidir la ejecución de la preparación del sitio y/o construcción con épocas reproductivas, se deberá ajustar el calendario de aquellas actividades, como el desmonte o montaje de estructuras, que pongan en riesgo a los individuos que pudieran presentarse.	Previo al inicio de obras	NA	Inspección del supervisor ambiental de la obra, para ajustar la intervención de áreas a desmontar.
Prevención	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	47	Evitar al máximo el sacrificio innecesario o accidental de especies.	Actividad continua	Señalética restrictiva.	Inspección del supervisor ambiental de la obra.
Prevención	O1, O2, O3, O4, O5, O12, O13	43	Dar inducción y promover la conciencia ambiental al personal que participe en la obra, para implementar la correcta aplicación de medidas y una actitud personal de mayor respeto al entorno.	Actividad periódica sujeta al desarrollo de las etapas	Personal capacitado en materia ambiental.	Actividades bajo la inspección del supervisor ambiental de la obra.
Prevención	O1, O2, O3, O4, O5, O12, O13	45	En las áreas con mayor cobertura vegetal, en caso de coincidir la ejecución de la preparación del sitio y/o construcción con épocas reproductivas, se deberá ajustar el calendario de aquellas actividades, como el desmonte o montaje de estructuras, que pongan en riesgo a los individuos que pudieran presentarse.	Previo al inicio de obras	NA	Inspección del supervisor ambiental de la obra, para ajustar la intervención de áreas a desmontar.

LÍNEA ESTRATÉGICA: FAUNA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: PREPARACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Prevención	L1, L2, L3, L5, L6, L7, L10, L11, L13	4	Disminuir la velocidad de desplazamiento de vehículos y maquinaria a menos de 30 km/h. A lo cual se colocarán señalamientos de límites de velocidad paralelos a los caminos interiores y de acceso al predio.	Actividad continua	Señalética restrictiva.	Señalética establecida en los caminos y accesos al Parque.
Prevención	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	4	Disminuir la velocidad de desplazamiento de vehículos y maquinaria a menos de 30 km/h. A lo cual se colocarán señalamientos de límites de velocidad paralelos a los caminos interiores y de acceso al predio.	Actividad continua	Señalética restrictiva.	Señalética establecida en los caminos y accesos al Parque.
Minimización	L1, L2, L3, L5, L6, L7, L10, L11, L13	42	En caso de atropellamiento accidental de individuos, se deberá reportar al responsable ambiental en obra, para su atención y/o implementación de las acciones a ejecutar.	Actividad continua	Bitácora de seguimiento.	El supervisor ambiental de la obra deberá registrar los sucesos.
Minimización	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	42	En caso de atropellamiento accidental de individuos, se deberá reportar al responsable ambiental en obra, para su atención y/o implementación de las acciones a ejecutar.	Actividad continua	Bitácora de seguimiento.	El supervisor ambiental de la obra deberá registrar los sucesos.

LÍNEA ESTRATÉGICA: FAUNA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: CONSTRUCCIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Prevención	L1, L2, L3, L5, L6, L7, L10, L11, L13	46	Queda prohibido coleccionar, cazar, capturar, dañar, consumir y comercializar especies de fauna y flora silvestre. Para esto se colocará señalética al respecto.	Actividad continua	Señalética restrictiva.	Cumplimiento con la normativa ambiental e inspección del supervisor ambiental de la obra.
Prevención	M12	48	Pintar las puntas de las aspas de los aerogeneradores con franjas de color naranja.	Durante la etapa de construcción	Pintura reflejante.	Inspección del supervisor de obra. Cumplimiento de la norma SCT
Prevención	M12	49	Instalar luces blancas estroboscópicas para evitar que atraigan aves e insectos así como ser visibles para especies de aves de hábitos nocturnos y para aquellas especies (principalmente paseriformes) que migran por la noche.	Durante la etapa de construcción	Lamparas estroboscópicas	Inspección del supervisor de obra.

LÍNEA ESTRATÉGICA: FAUNA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: CONSTRUCCIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Prevención	M12	50	Los aerogeneradores, que queden en las zonas arboladas deberán ser pintados desde la base hasta una altura de 7 m, intercalando los colores en franjas de 1 m blanco-naranja.	Durante la etapa de construcción	Pintura reflejante.	Inspección del supervisor de obra. Cumplimiento de la norma SCT
Prevención	M12	51	Colocar disuasores en el cable de guarda y conductores de los circuitos interiores de la subestación.		Disuasores.	Inspección del supervisor de obra.
Prevención	M12	56	Instalar torres meteorológicas que prescindan de tensores para su instalación.	Durante la etapa de construcción	NA	Inspección del supervisor de obra.
Prevención	M12	57	Construcción y operación de una torre de observación.	Durante la etapa de operación	NA	Instalación de la torre.
Prevención	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	46	Queda prohibido coleccionar, cazar, capturar, dañar, consumir y comercializar especies de fauna y flora silvestre. Para esto se colocará señalética al respecto.	Actividad continua	Señalética restrictiva.	Inspección del supervisor ambiental de obra.
Prevención	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	48	Pintar las puntas de las aspas de los aerogeneradores con franjas de color naranja.	Durante la etapa de construcción	Pintura reflejante.	Inspección del supervisor de obra. Cumplimiento de la norma SCT
Prevención	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	49	Instalar luces blancas estroboscópicas para evitar que atraigan aves e insectos así como ser visibles para especies de aves de hábitos nocturnos y para aquellas especies (principalmente paseriformes) que migran por la noche.	Durante la etapa de construcción	Luces estroboscópicas.	Inspección del supervisor de obra.
Prevención	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	50	Los aerogeneradores, que queden en las zonas arboladas deberán ser pintados desde la base hasta una altura de 7 m, intercalando los colores en franjas de 1 m blanco-naranja.	Durante la etapa de construcción	Pintura reflejante.	Inspección del supervisor de obra. Cumplimiento de la norma SCT
Prevención	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	51	Colocar disuasores en el cable de guarda y conductores de los circuitos interiores de la subestación.		Disuasores.	Inspección del supervisor de obra.
Prevención	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	56	Instalar torres meteorológicas que prescindan de tensores para su instalación.	Durante la etapa de construcción	NA	Inspección del supervisor de obra.
Prevención	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	57	Construcción y operación de una torre de observación.	Durante la etapa de operación	NA	Instalación de la torre.

LÍNEA ESTRATÉGICA: FAUNA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: CONSTRUCCIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Prevención	O1, O2, O3, O4, O5, O12, O13	46	Queda prohibido coleccionar, cazar, capturar, dañar, consumir y comercializar especies de fauna y flora silvestre. Para esto se colocará señalética al respecto.	Actividad continua	Señalética restrictiva.	Inspección del supervisor ambiental de obra.

LÍNEA ESTRATÉGICA: FAUNA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Prevención	M12	58	Mantener los alrededores de las bases de los aerogeneradores limpios (zapatas); en caso de que el área de zapatas sea recubierta con tierra o grava, mantenerla sin vegetación alta para evitar que sea refugio de presas de las aves rapaces. Tanto el área de zapata y las plataformas de maniobras deben mantenerse libres de carroña.	Actividad continua	NA	% de superficies sin residuos. Inspección del supervisor de obra.
Prevención	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	58	Mantener los alrededores de las bases de los aerogeneradores limpios (zapatas); en caso de que el área de zapatas sea recubierta con tierra o grava, mantenerla sin vegetación alta para evitar que sea refugio de presas de las aves rapaces. Tanto el área de zapata y las plataformas de maniobras deben mantenerse libres de carroña.	Actividad continua	NA	% de superficies sin residuos. Inspección del supervisor de obra.
Compensación	O1, O2, O3, O4, O5, O12, O13	53	Iniciar el programa de reforestación para compensar la pérdida del hábitat.			% de superficie reforestada.

LÍNEA ESTRATÉGICA: FAUNA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: OPERACIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Prevención	M12	52	Programa de monitoreo de aves y murciélagos apoyado en el uso de radar marino y equipo de grabación ultra-acústica para conocer las alturas de vuelo y el comportamiento de las especies, con respecto a las instalaciones del proyecto (aerogeneradores, torres meteorológicas, etc.).	Durante la etapa de operación, un ciclo anual.	NA	Informe de resultados durante las temporadas que se implemente el monitoreo.
Prevención	M12	54	Durante la etapa de operación, cuando se detecte la presencia de carroña, esta se debe tapar con cal y posteriormente remover del sitio para evitar que las aves intenten bajar a alimentarse y puedan ponerse en riesgo.	Actividad continua	NA	Supervisión y registro de la limpieza en las plataformas.
Prevención	M12	59	Con base en un mecanismo de alerta temprana (radar), detectar grupos de aves migrando en dirección de la central eólica y realizar paros temporales de los aerogeneradores, para evitar en la medida de lo posible colisiones masivas de aves.	Durante la etapa de operación	NA	Seguimiento del Programa de contingencia.
Prevención	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	52	Programa de monitoreo de aves y murciélagos apoyado en el uso de radar marino y equipo de grabación ultra-acústica para conocer las alturas de vuelo y el comportamiento de las especies, con respecto a las instalaciones del proyecto (aerogeneradores, torres meteorológicas, etc.).	Durante la etapa de operación, un ciclo anual.	NA	Informe de resultados durante las temporadas que se implemente el monitoreo.
Prevención	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	54	Durante la etapa de operación, cuando se detecte la presencia de carroña, esta se debe tapar con cal y posteriormente remover del sitio para evitar que las aves intenten bajar a alimentarse y puedan ponerse en riesgo.	Actividad continua	NA	Supervisión y registro de la limpieza en las plataformas.
Prevención	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	59	Con base en un mecanismo de alerta temprana (radar), detectar grupos de aves migrando en dirección de la central eólica y realizar paros temporales de los aerogeneradores, para evitar en la medida de lo posible colisiones masivas de aves.	Durante la etapa de operación.	NA	Seguimiento del Programa de contingencia.
Mejoramiento	M12	55	Registrar sistemáticamente (generando la evidencia mediante fotografías, fecha y georeferencia), la presencia de aves y murciélagos muertos para describir patrones espaciales y temporales de colisiones que permitan detectar zonas de alto riesgo para estos dos grupos de vertebrados dentro del Proyecto Eólico. La búsqueda de cadáveres se debe extender al derecho de vía y áreas de mantenimiento de los puntos de apoyo de la línea de enlace y retirarlos con la finalidad de reducir riesgos de colisión de las especies de aves carroñeras.	Durante la operación, por lo menos durante tres años	Bitácora de seguimiento.	Informes de resultados durante los periodos de búsqueda.
Mejoramiento	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N10, N11, N12, N13	55	Registrar sistemáticamente (generando la evidencia mediante fotografías, fecha y georeferencia), la presencia de aves y murciélagos muertos para describir patrones espaciales y	Durante la operación, por lo menos	Bitácora de seguimiento.	Informes de resultados durante los

LÍNEA ESTRATÉGICA: FAUNA						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: OPERACIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
			temporales de colisiones que permitan detectar zonas de alto riesgo para estos dos grupos de vertebrados dentro del Proyecto Eólico. La búsqueda de cadáveres se debe extender al derecho de vía y áreas de mantenimiento de los puntos de apoyo de la línea de enlace y retirarlos con la finalidad de reducir riesgos de colisión de las especies de aves carroñeras.	durante tres años		periodos de búsqueda.

LÍNEA ESTRATÉGICA: PAISAJE						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Minimización	Q1, Q2	26	Ejecutar los trabajos de preparación del sitio de manera progresiva, es decir, por tramos que puedan ser atendidos en función de la velocidad real de la obra.	3 meses	NA	Inspección del supervisor ambiental de obra.

LÍNEA ESTRATÉGICA: PAISAJE						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Compensación	Q1, Q2	38	Ejecutar un programa de reforestación.	Durante la etapa de operación	Especies vegetales, cuadrilla de jornales y materiales de campo.	% de la superficie de reforestación y registro del índice de supervivencia de los individuos.
Compensación	R1, R8, R11	38	Ejecutar un programa de reforestación.	Durante la etapa de operación	Especies vegetales, cuadrilla de jornales y materiales de campo.	% de la superficie de reforestación y registro del índice de supervivencia de los individuos.

LÍNEA ESTRATÉGICA: PAISAJE						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Rehabilitación	P6, P7, P8, P9	61	Al finalizar la etapa de construcción se deberá realizar una limpieza general de toda el área de influencia.	2 meses	NA	Inspección del supervisor ambiental de obra. Cumplimiento de la normativa ambiental.
Rehabilitación	R1, R8, R11	61	Al finalizar la etapa de construcción se deberá realizar una limpieza general de toda el área de influencia.	2 meses	NA	Inspección del supervisor ambiental de obra. Cumplimiento de la normativa ambiental.

LÍNEA ESTRATÉGICA: PAISAJE						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: OPERACIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Minimización	R1, R8, R11	60	Establecer áreas verdes, en las inmediaciones de las instalaciones técnico-administrativas para minimizar en lo posible el efecto visual.	Durante la etapa de operación	NA	% de áreas destinadas a la revegetación.

LÍNEA ESTRATÉGICA: ECONOMÍA Y POBLACIÓN						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: PREPARACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Mejoramiento	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13	62	Contratar personal de la zona en todas las etapas del proyecto.	Actividad continúa durante el desarrollo de las etapas previas a la operación.	NA	Número de personas de la zona laborando en las etapas del proyecto.
Mejoramiento	T1, T2, T3, T5, T6, T7, T8, T9, 10, T11, T12, T13	62	Contratar personal de la zona en todas las etapas del proyecto.	Actividad continúa durante el desarrollo de las etapas previas a la operación.	NA	Número de personas de la zona laborando en las etapas del proyecto.

LÍNEA ESTRATÉGICA: ECONOMÍA Y POBLACIÓN						
ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN: PREPARACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN						
TIPO	IMPACTOS A LOS QUE VA DIRIGIDA LA MEDIDA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RECURSOS NECESARIOS	SUPERVISIÓN Y GRADO DE CUMPLIMIENTO
Mejoramiento	T1, T2, T3, T5, T6, T7, T8, T9, 10, T11, T12, T13	63	La promovente deberá otorgar prioridad al abastecimiento de servicios como alimentación, hospedaje, recreación, dentro de las poblaciones en la región del Istmo de Tehuantepec.	Actividad continua	NA	
Mejoramiento	U11	64	La promovente deberá facilitar el movimiento y acceso en los predios que inserte infraestructura, que permita a los propietarios desplazarse de manera ordenada y eficiente para el transporte de productos obtenidos del trabajo en agropecuario.	Actividad continua	NA	

Para clarificar la relación de la medida con el impacto ambiental que atiende, se elaboró *el Anexo VI-1 y Anexo VI-2*, mostrando un **diagrama de correspondencia y una Matriz de Congruencia Causa-Efecto**, respectivamente.

Por otra parte se plantean en los *Anexos VI-3, VI-4 y VI-5, VI-6*, la descripción de los programas que complementan las medidas de mitigación antes expuestas.

A continuación se hace una descripción técnica detallada de las medidas de mitigación propuestas para reducir el riesgo de colisión de aves y murciélagos con los aerogeneradores, principalmente impacto asociado a las centrales eólicas. Las medidas están diseñadas con base al conocimiento generado sobre este tema en la región del Istmo de Tehuantepec.

VI.1.1 MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS PARA MURCIÉLAGOS

Actualmente a través de monitoreo de largo plazo se ha podido obtener información sobre los patrones espaciales y temporales de las colisiones de murciélagos, esto con el objetivo de conocer algunos aspectos como: a) Identificar al grupo de especies de murciélagos con más susceptibilidad de colisionar con los aerogeneradores, torres meteorológicas y/o líneas de transmisión; b) la temporalidad de las colisiones para determinar si existen diferencias en las probabilidades de colisión entre especies migratorias y residentes, c) patrones espaciales dentro de las centrales eólicas para identificar medidas adicionales. Paralelamente, se debe monitorear la actividad de murciélagos dentro de la central y áreas adyacentes para establecer correlaciones entre las colisiones registradas y su grado de actividad. Finalmente se crearan las bases para diseñar medidas de mitigación óptimas que ayuden a reducir el número de colisiones de murciélagos.

VI.1.2 ESTABLECIMIENTO DE UN PROGRAMA DE MONITOREO DE MURCIÉLAGOS

Para validar información y crear las bases para obtener indicadores confiables para el análisis de los quirópteros, se recomienda realizar un monitoreo de murciélagos en las fases de pre-construcción y de post-construcción del Proyecto. Durante la etapa de pre-construcción se busca crear las líneas base que serán monitoreados en la etapa de Operación postconstrucción. Se trata de describir los patrones básicos de la comunidad como: diversidad, abundancia y gremios alimenticios, pero principalmente patrones de altura de vuelo y descripción del uso del hábitat (Morrison y Sinclair 2004). Con esta información base se pueden construir indicadores

que tendrán que monitorearse en las etapas de operación que permita detectar cambios en el comportamiento de los murciélagos y de esta manera prevenir cualquier contingencia ambiental.

El programa debe incluir: descripción del hábitat, grabaciones ultra acústicas e imágenes nocturnas. Las actividades de monitoreo formarán parte del programa de monitoreo de fauna, avifauna y quirópteros en la etapa de Operación postconstrucción.

VI.1.3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS PARA LAS AVES MIGRATORIAS Y RESIDENTES

La región del Istmo de Tehuantepec está considerada dentro de la ruta migratoria de aves provenientes de Norteamérica; para el SAR en donde se pretende insertar el Proyecto tiene registro de tres rutas identificadas, de estas una ocasional utilizada por las grandes planeadoras, por otra parte fue detectada durante el muestreo realizado, cigüeñas (*Mycteria americana*), sobrevolando en la parte sur del predio. En lo que respecta al área de influencia solo los grupos de grandes planeadoras cruzan de manera ocasional y a una distancia alejada del área de influencia.

Es necesario establecer medidas de mitigación de los riesgos de colisión para reducir al mínimo estos posibles impactos. El INECOL ha realizado estudios de monitoreo de aves en la zona del Ejido La Venta, los datos recopilados del monitoreo son el producto de más de cinco años de una intensa investigación, llevada a cabo durante las temporadas migratorias con respecto al número de individuos de aves, rutas de vuelo, comportamiento y patrones estacionales de migración.

Las muertes de aves por colisión contra los aerogeneradores son de mayor preocupación. Las causas de colisiones no son del todo conocidas, y al parecer, las causas que influyen sobre las aves rapaces son distintas de las que afectan a las aves migratorias. El comportamiento y el uso del espacio por parte de las aves (migratorias o residentes), así como el diseño de los aerogeneradores, su arreglo espacial, y la topografía de la región, están entre los factores que causan las colisiones con los aerogeneradores (Sterner, 2002).

Según Kingsley y Whittam (2001), citando los trabajos de Mossop (1998) y Howell y Noone (1992), mencionan que *los aerogeneradores colocados en el paso de importantes corredores de migración han tenido pocas muertes de aves*. Los mismos autores subrayan que *las aves parecen mostrar comportamiento de evasión si los aerogeneradores son visibles*, pero que en algunos

casos la neblina o las condiciones meteorológicas pueden afectar la visibilidad y ocasionar colisiones. En este sentido para mitigar los impactos potenciales de colisión de aves ocasionados por proyectos eólicos sobre las aves, estos autores indican las siguientes medidas:

- Pintar las aspas de las turbinas para hacerlas más visibles a las aves
- Usar luces estroboscópicas blancas (Gauthreaux y Belser 1999)
- Aerogeneradores de nueva tecnología (ya contemplados en el diseño de este proyecto)
- Paro programado de aerogeneradores
- Color de las aspas de los aerogeneradores

Existen varios motivos por los que las aves pueden chocar con los aerogeneradores, uno de los más importantes y obvios es que las aves son incapaces de detectar las torres. Dos hipótesis principales son usadas para explicar esta dificultad en el caso de las rapaces: 1) “movimiento borroso” o efecto parpadeo (la degradación de visibilidad de objetos en rápido movimiento), y 2) la incapacidad de las aves para dividir su atención entre cazar y monitorear el horizonte para evitar obstáculos (Hodos *et al.*, 2001). El movimiento borroso es más acentuado cerca de las puntas de las aspas, donde la velocidad es más grande; para reducir el efecto del movimiento borroso se ha optado por pintar diferentes patrones sobre las aspas, y parece que el pintar rayas delgadas negras y rojas es el patrón más visible para las aves. Hodos y colaboradores (en Kingsley y Whittam, 2001) mencionan que si tal tratamiento no es posible, entonces lo adecuado es pintar una sola aspa de color negro. Con la aplicación de esta medida y considerando que los modelos de aerogeneradores que se instalarán en el Proyecto, las aspas giran a velocidades más lentas, lo que ayuda a reducir el riesgo de colisión.

En las especificaciones para el señalamiento visual de los aerogeneradores del Proyecto, se contempla como medida, que se pinte una franja naranja en las aspas de los aerogeneradores en su extremo más alejado y la torre llevará franjas de color anaranjado (*Figura 138*). Lo anterior con base en lo establecido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-015-SCT3-1995 (DOF-01-09-1996), sobre señalamiento visual y luminoso de objetos, en lo referente a espacio aéreo navegable. En el Capítulo 5.1 del proyecto de NOM-015-SCT3-1995, se especifica que el señalamiento visual consistirá en *los colores blanco y anaranjado (internacional) o rojo*, con base en lo señalado en dicho capítulo se sugiere que la franja en el extremo distal de las aspas sean de color rojo, con

lo cual se cumplen las especificaciones establecidas por la SCT y se incrementa la visibilidad de las aspas para las aves. No obstante, en la parte baja de los aerogeneradores, desde 0 a 7 m de altura, la torre deberá ser pintada en franjas de 80 cm de ancho, estas deben ser color rojo intercalado con blanco (puede ser negro-rojo) con el fin de disuadir a las especies de aves a evitar la posible colisión (*Figura 138*) no es necesario que todos los aerogeneradores sean pintados, solo se recomienda pintar a aquellos que queden dentro del bosque tropical caducifolio y la VSBTC).

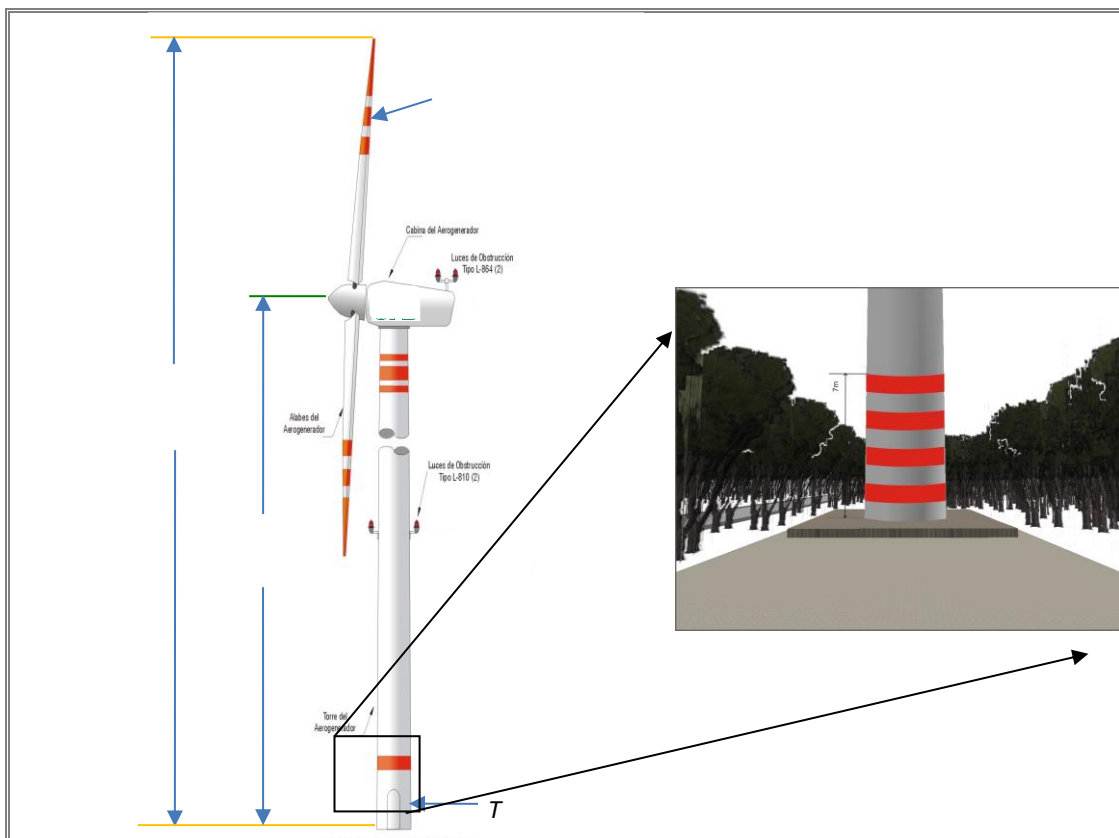


Figura 138. Especificaciones de patrones, para el señalamiento visual de los aerogeneradores

Torres meteorológicas

Se tiene evidencia en la literatura especializada de que los tensores que ayudan a sostener a las torres metrológicas, representan un riesgo muy alto para los vertebrados voladores, sin embargo, el impacto que pueda provocar la presencia de los cables ha sido poco evaluado (U.S. Bureau of Reclamation, 1984; Graber, 1968; Avery *et al.*, 1976). Por lo anterior, las torres meteorológicas que se instalen dentro de la central eólica deben ser de los modelos que ya no utilizan tensores para su instalación (*Figura 139*).

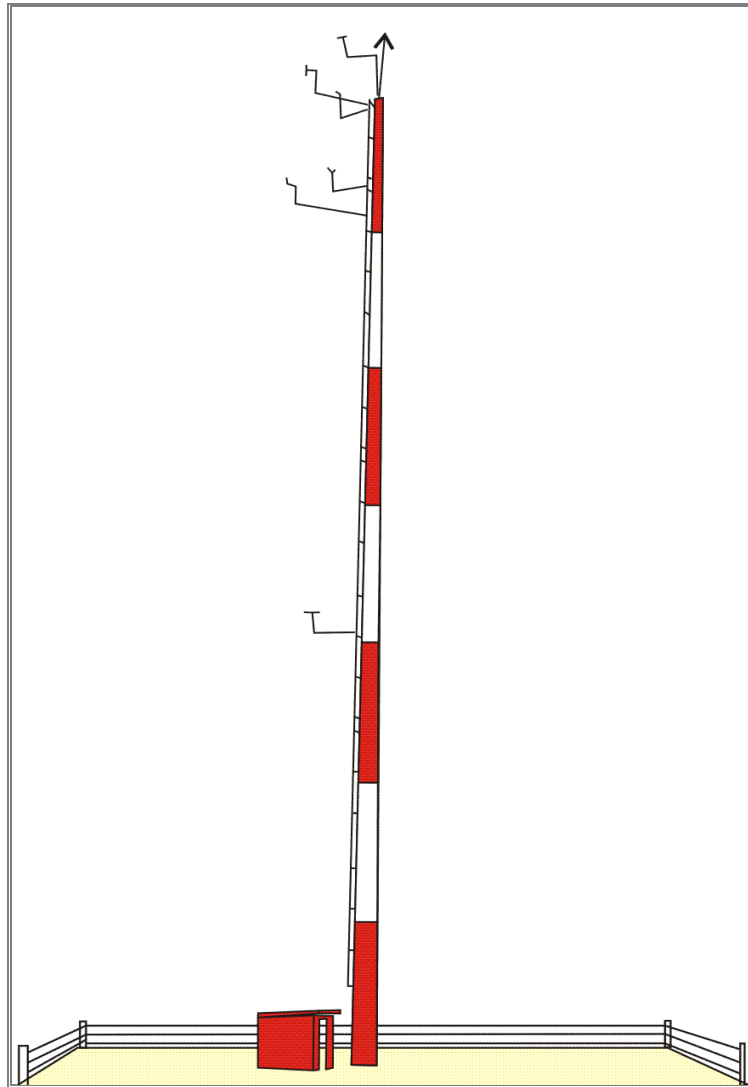


Figura 139. Modelo de torre meteorológica de 40 m de altura prescinde de cables para su instalación

Luces de los aerogeneradores

Desde hace tiempo, Cochran y Graber (1958 en Kingsley y Whittam, 2001) demostraron experimentalmente que las aves son atraídas por las luces rojas de emergencia que se colocan en las torres o edificios altos, como señalamiento para evitar colisiones de aeronaves. Parece ser que estas luces afectan la orientación de las aves. No obstante, la gran mayoría de las colisiones adjudicadas a este tipo de iluminación es para torres de televisión, que son mucho más altas que las torres de los aerogeneradores convencionales. El Servicio de Caza y Pesca de los Estados Unidos (U.S. Fish & Wildlife Service, 2003).

Las luces deben ser solo luces de estroboscopia blancas o rojas sobre torres en lugar de luces rojas fijas.

Utilizar el menor número posible de fuentes emisoras, usando la intensidad más baja permisible y el menor número de destellos por minuto.

Sobre este aspecto, las especificaciones para señalamiento luminoso de los aerogeneradores contemplan el uso de dos luces de obstrucción tipo L-864, en la cúspide de cada aerogenerador, cuyo encendido y apagado automático estará controlado por una fotocelda calibrada a 54 lux.. Para reducir el efecto de desorientación sobre las aves migratorias nocturnas, que pudiera ocasionar el sistema de señalamiento luminoso del Proyecto Ecowind, se deberá:

- Considerar como un bloque a todos los aerogeneradores a fin de tratar de reducir el número de fuentes emisoras de señalización para el total del bloque.
- Que la frecuencia de destello de las luces de estroboscópicas sea menor a 30 destellos por minuto, idealmente de 20 destellos por minuto, y que el tiempo de cada destello sea lo más corto posible.
- En caso de ser posible, reducir la intensidad de destellos por minuto de las fuentes emisoras en los aerogeneradores ubicados al interior del bloque.

Instalar dispositivos anti-percha dentro de la Central

En cuanto a sitios de percheo y anidación, en el Proyecto los aerogeneradores que serán instalados tendrán un diseño sólido tubular de forma troncónica sin estructuras posibles de percheo, con esto se estarán reduciendo las posibilidades de percheo y anidación de aves.

VI.1.4 PROGRAMA DE CONTINGENCIA AMBIENTAL POR COLISIONES DE AVES CONTRA LOS AEROGENERADORES Y LÍNEA DE ALCANCE

El mecanismo para el Programa de contingencia ambiental para situaciones de riesgo de colisión de avifauna migratoria surge ante la necesidad de evitar y/o minimizar la afectación, en caso de ocurrir, por la operación de los aerogeneradores ubicados en el Proyecto. El programa estará constituido principalmente por dos componentes: una estación de conteo de aves y el monitoreo de aves migratorias mediante radar ornitológico. Ambos componentes deben de estar estrechamente relacionados para activar el sistema de alarma temprana. El uso del radar ornitológico permitirá obtener información precisa sobre algunas características del vuelo migratorio de las aves durante su paso por el sitio. La información obtenida consiste principalmente en velocidades, direcciones y

alturas de vuelo así como una tasa de paso de aves por el rango de acción del radar. Mientras que el equipo que está a cargo de la estación de monitoreo podrá hacer un seguimiento puntual de los grupos de aves que hayan entrado en una zona de alto riesgo, dada la altura a la que se vean volar (entre 80 y 115 metros) dentro de la central eólica. El líder de la estación será el responsable de activar las diferentes fases de alarma, una vez que haya cotejado toda la información disponible, incluyendo la que este proveyendo la estación del radar.

Una vez que se hayan detectado grupos de avifauna cuya ruta y altura representen riesgo de colisión con las estructuras dentro del Proyecto se iniciará la operación del mecanismo de contingencia. Habrá tres niveles de reporte, del equipo de vigilancia, a los operadores del parque:

1. **Primer nivel.** Se empleará cuando haya presencia de “vortex”, abundantes grupos o “líneas” de aves migrando a 5 km del Proyecto Eólico Ecowind. Este nivel es de carácter informativo y en él se notificará a los operadores particularidades de la migración; por ejemplo, la presencia de grupos dentro de la central. En este nivel se activa una alerta preventiva.
2. **Segundo nivel.** Se empleará cuando se detecte cualquier posibilidad de riesgo debido a la tendencia de la migración. El radar ornitológico tendrá el rol principal en este nivel pues será la herramienta que permita determinar las alturas precisas a las que están sobrevolando las aves dentro de la central eólica y con ello estimar la probabilidad de riesgo de colisión de éstas con los aerogeneradores. El operador del radar mantendrá informado al contador de aves sobre las direcciones y alturas de los grupos migratorios, quien a su vez se mantendrá observando dichos grupos y hará reportes continuos a los operadores. Este nivel es de carácter precautorio y en él se notificará a los operadores las tendencias migratorias; por ejemplo, la dirección de la migración rumbo a la central eólica y, de presentarse, migración cercana a alturas de riesgo (40-115 m). Es fundamental tomar en cuenta que este nivel pretende mantener tanto a los equipos de vigilancia como a los operadores de la central atentos al presentarse dichas características y en caso de que se llegue al tercer nivel (código rojo) se pueda responder con prontitud.
3. **Tercer nivel.** Se empleará únicamente al ser confirmada la presencia de grupos migratorios de aves dentro del parque volando a alturas de riesgo cerca de las líneas de aerogeneradores de la central. Durante esta fase tanto la estación de conteo como el radar ornitológico estarán en todo momento atentos a las tendencias de las aves y

mantendrán una estrecha comunicación. El radar estará operando completamente en modo vertical y deberá informar al contador la ubicación de la(s) parvada(s), por su parte el contador se mantendrá revisando el cielo, ubicará dichos grupos e informará a los operadores de la situación para que se mantengan en alerta. Contador y operador de radar harán rápidas deliberaciones respecto a los aerogeneradores que deberán ser detenidos, no obstante, la decisión final correrá a cargo del líder de estación y deberá expresarla lo más pronto posible a los operadores. Este nivel es de ejecución o acción y en él se notificará a los operadores del parque el sector donde se localiza la parvada y los aerogeneradores cuyo funcionamiento deberá ser detenido para evitar la colisión de las aves migratorias. El paro de los aerogeneradores será de inmediato.

Remover la carroña presente dentro del predio para reducir el riesgo de colisión de las aves carroñeras.

Un manejo adecuado de la carroña que por diversas razones (atropellamiento, muerte por sequía, entre otras) se presente dentro del predio de la central, evitara que especies carroñeras como zopilotes (*Coragyps atratus*), auras (*Cathartes aura*), caracaras (*Polyborus plactus*) se vean atraídas al sitio y volar en el área de influencia de los aerogeneradores. La remoción inmediata o el cubrimiento de la carroña con tierra ayudarán a evitar colisiones de este grupo de aves.

Mantener el área de mantenimiento de los aerogeneradores limpia de vegetación

Es frecuente, que dentro del área de mantenimiento se comience a poblar con especies pioneras de plantas, caracterizadas por su rápido crecimiento. La presencia de este tipo de plantas puede reducir el campo de visión de especies de aves que por su comportamiento se mueven entre hierbas, arbustos o a nivel del suelo y pueden ocasionar muertes por colisión por no detectar a tiempo la presencia de la torre de los aerogeneradores. Las aves más propensas a este tipo de colisión son especies que desarrollan sus actividades a nivel del suelo como la codorniz (*Colinus virginianus*) o tortolitas del género *Columbina spp.*

VI.1.5 PROGRAMA DE MONITOREO DE FAUNA, AVIFAUNA Y QUIROPTEROS

Para el caso del Proyecto, se debe considerar un programa de monitoreo para definir mejor el comportamiento de las aves migratorias, contando con la participación de los operadores de la Central eólica. Este sistema deberá contemplar un programa de monitoreo durante el periodo crítico de la migración, para prever el paro de aquellos aerogeneradores con mayor posibilidad de colisiones. Se implementara el uso de un Radar ornitológico móvil (estación de radar), el cual

deberá operar permanentemente durante las temporadas de inicio al movimiento migratorio, con el objetivo de coordinar lo establecido en el Programa de contingencia ambiental VI.1.4 (paro de aerogeneradores).

Torre de observación

Para atender la recomendación contenida en la medida No. 57 es necesario tomar en cuenta que dentro del área de influencia existen características muy particulares, como la presencia de vientos extremos, lo cual debe de ser considerado en el diseño final de las torres. La finalidad de esta torre se da para que una vez que se hayan detectado grupos de avifauna cuya ruta y altura representen riesgo de colisión con las estructuras dentro del parque sirva para decidir en qué momento se aplica el programa de contingencia, indicado en el apartado (VI.1.4). A continuación se mencionan algunos aspectos que deberán ser atendidos en el diseño.

1. Evitar la instalación de una estructura tubular, así como escaleras de tipo marina, ya que representa un riesgo para el observador por los fuertes vientos que imperan en la región.
2. En lo posible evitar que sea percha de las aves, ya que por su cercanía a los aerogeneradores podría aumentar la posibilidad de colisiones.
3. Deben diseñarse con las previsiones necesarias para proteger del intemperismo al personal que realizará las observaciones.
4. El diseño para la construcción de la torre debe realizarse, procurando que la construcción se realice con materiales resistentes a las altas velocidades del viento predominantes en la región donde se localiza el predio del proyecto.
5. Se recomienda colocar un pararrayos con cables de tierra en las torres.

VI.2 SEGUIMIENTO CONTROL Y MONITOREO

Es importante que todas las medidas de mitigación propuestas en el presente capítulo sean ejecutadas en tiempo y forma para cumplir con los requerimientos que la autoridad ambiental establezca por medio del resolutivo correspondiente. Por lo tanto, se recomienda el diseño e implementación de acciones de seguimiento que contengan todas las medidas de control, prevención y mitigación de forma sistematizada y calendarizada, así como el monitoreo de los indicadores ambientales y la aplicación de todas y cada una de las condicionantes y términos establecidos en el resolutivo.

A continuación (*Cuadro 184*) se presentan los programas que conforman al Plan de Manejo Ambiental y en los cuales se consideran las acciones y actividades destinadas a cumplirse aunado a lo que dictamine el resolutivo ambiental del Proyecto.

Cuadro 184. Programas pertenecientes al Plan de Manejo Ambiental

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	MEDIDA	ACTIVIDADES
Programa de manejo de residuos		21	Disponer los residuos de maquinaria y peligrosos al manejo señalado por la NOM-052-SEMARNAT-2005.
		22	Hacer uso de letrinas portátiles a razón de 1/10 individuos.
		23	Usar contenedores de 200 litros para el depósito de residuos sólidos urbanos, separando orgánicos e inorgánicos.
		24	Prohibir la disposición de cualquier tipo de desecho fuera de los contenedores anteriormente señalados.
		25	Aplicar un programa de manejo y disposición de residuos sólidos para evitar derrames o dispersión. Proteger el suelo con material impermeable para reparaciones de emergencia a maquinaria y vehículos.
		29	Se prohíbe arrojar o depositar cualquier tipo de desecho en los cuerpos de agua temporales que se forman dentro del área de influencia.

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	MEDIDA	ACTIVIDADES
Programa de mantenimiento preventivo a maquinaria y equipos		1	Revisar el cumplimiento de la verificación vehicular para aquellos vehículos automotores de diésel y gasolina que operen dentro del área de influencia.
		2	Ejecutar y registrar los resultados de un programa de mantenimiento de los vehículos y maquinaria operando en el área de influencia basándose en las recomendaciones del o los fabricantes.

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	MEDIDA	ACTIVIDADES
Programa de prevención a la contaminación atmosférica		3	Retirar del área de influencia y enviar a mantenimiento al vehículo que ostensiblemente emita gases de combustión.
		4	Disminuir la velocidad de desplazamiento de vehículos y maquinaria a menos de 30 km/h. A lo cual se colocarán señalamientos de límites de velocidad paralelos a los caminos interiores y de acceso al predio.
		5	Colocar gravas y materiales afines sobre los caminos y zonas de maniobras pertinentes.
		7	Aplicar riego a los frentes de trabajo y caminos, usando pipas de aspersión, para evitar la dispersión de polvos.
		8	Realizar un programa de ruido periférico en el sitio de ejecución del proyecto, previo a las etapas pre-operación y durante la etapa de operación.
		10	Emplear equipos silenciadores en la maquinaria y equipo utilizado durante las etapas pre-operación.

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	MEDIDA	ACTIVIDADES
		11	Cubrir los bancos de materiales terrígenos (arena, tepezil, tierra, etc.). Almacenar los materiales cementantes en una bodega temporal; portar obligatoriamente mascarilla cubre-bocas durante su descarga. Cubrir con lonas los camiones que transporten materiales terrígenos, ya sea hacia el interior o exterior del área de influencia.

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	MEDIDA	ACTIVIDADES
Programa de reforestación		31	Aplicar un programa de revegetación para permitir la recuperación y control de la infiltración del agua en las áreas desprovistas de vegetación dentro del área de influencia.
		32	En caso de que en las áreas a intervenir por las obras, existan individuos que estén bajo alguna categoría de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se considerará una medida compensatoria de reforestación.
		33	La vegetación forestal solo será retirada de la superficie autorizada en el ETJ.
		35	Al término de las obras en las áreas que se afectarán temporalmente, se aplicarán acciones de reforestación en proporción de 3:1.
		38	Ejecutar un programa de reforestación.
		53	Iniciar el programa de reforestación para compensar la pérdida del hábitat.

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	MEDIDA	ACTIVIDADES
Programa de rescate y reubicación de fauna		39	En las áreas con mayor cubierta vegetal y considerando épocas reproductivas de las especies, en la etapa de desmonte, se realizará reubicación de individuos que pudieran presentarse.
		44	Previo a iniciar las actividades de preparación del sitio se deberá ejecutar el programa de rescate y reubicación de fauna silvestre, con especial énfasis en las especies de importancia ecológica.
	Subprograma de monitoreo biológico	52	Programa de monitoreo de aves y murciélagos apoyado en el uso de radar marino y equipo de grabación ultra-acústica para conocer las alturas de vuelo y el comportamiento de las especies, con respecto a las instalaciones del Proyecto (aerogeneradores, torres meteorológicas, etc.).
	Subprograma de monitoreo biológico	55	Registrar sistemáticamente (generando la evidencia mediante fotografías, fecha y georeferencia), la presencia de aves y murciélagos muertos para describir patrones espaciales y temporales de colisiones que permitan detectar zonas de alto riesgo para estos dos grupos de vertebrados dentro del Proyecto. La búsqueda de cadáveres se debe extender al derecho de vía y áreas de mantenimiento de los puntos de apoyo de la línea de enlace y retirarlos con la finalidad de reducir riesgos de colisión de las especies de aves carroñeras.

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	MEDIDA	ACTIVIDADES
	Subprograma de monitoreo biológico	57	Construcción y operación de una torre de observación.
	Subprograma de monitoreo biológico	59	Con base en un mecanismo de alerta temprana (radar), detectar grupos de aves migrando en dirección de la central eólica y realizar paros temporales de los aerogeneradores, para evitar en la medida de lo posible colisiones masivas de aves.

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	MEDIDA	ACTIVIDADES
Programa de rescate y reubicación de flora		36	Previo a las actividades de preparación del sitio deberá llevarse a cabo el rescate de flora de aquellos ejemplares susceptibles de reubicar, particularmente especies de vegetación primaria y especies bajo alguna clasificación de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	MEDIDA	ACTIVIDADES
Programa de salud y seguridad		6	Proporcionar y promover el uso de equipo de seguridad correspondiente entre el personal expuesto directamente a la emisión de polvos.
		9	Proporcionar y promover el uso de equipo de seguridad correspondiente entre el personal expuesto al ruido constante.

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	MEDIDA	ACTIVIDADES
Programa de supervisión de obras		4	Disminuir la velocidad de desplazamiento de vehículos y maquinaria a menos de 30 km/h. A lo cual se colocarán señalamientos de límites de velocidad paralelos a los caminos interiores y de acceso al predio.
		12	Laborar en un horario adecuado.
		13	Restringir las excavaciones y movimientos de tierra a exclusivamente dentro de aquellas zonas propuestas para la construcción y montaje del Proyecto Eólico.
		14	Restringir el despalme y la nivelación a los sitios donde se construirán las zapatas, subestación, caminos y cunetas o en su caso alcantarillas.
		15	Restringir las excavaciones y las actividades de nivelaciones del terreno a las plataformas de maniobras.
		16	Ajustar a la pendiente adecuada los taludes a crearse por las excavaciones y movimiento de tierras.
		17	Mantener con las excavaciones y nivelaciones, en medida de lo posible, el flujo de los escurrimientos hidrológicos locales y en su caso, aplicar obras temporales de conducción (canales, cunetas, bajantes, etc.).
		18	Utilizar los residuos vegetales producto del desmonte, una vez triturados, para evitar la erosión de terrenos.
	19	Emplear residuos de desmonte para restitución de suelos en áreas de obras temporales.	

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	MEDIDA	ACTIVIDADES
		20	Almacenar el combustible de reserva en recipientes herméticos, con el suelo recubierto de liner.
		26	Ejecutar los trabajos de preparación del sitio de manera progresiva, es decir, por tramos que puedan ser atendidos en función de la velocidad real de la obra.
		27	Mantener una cubierta vegetal herbácea y arbustiva en los perímetros de las áreas de montaje de estructuras, caminos interiores, y estación.
		28	En aquellas áreas que se identificaron escurrimientos temporales, deberá mantenerse en lo posible el patrón de drenaje natural, de requerirse se construirán alcantarillas o vados estrictamente necesarios para lograr lo anterior.
		30	No se podrá hacer uso de los cuerpos de agua al interior del predio para actividades del proyecto, sin autorización previa.
		34	Permitir el restablecimiento de cobertura vegetal nativa, en las áreas de desmonte temporal después de ser abandonadas, por ejemplo caminos y obras provisionales.
		37	El desmonte deberá realizarse de forma direccional evitando que el árbol caiga en depresiones o se desplace fuera del sitio.
		40	El desmonte se realizará de manera mecánica, progresiva e iniciando de las zonas de menor a mayor densidad de vegetación.
		41	Queda prohibido el uso de fuego o químicos para el desmonte.
		42	En caso de atropellamiento accidental de individuos, se deberá reportar al responsable ambiental en obra, para su atención y/o implementación de las acciones a ejecutar.
		43	Dar inducción y promover la conciencia ambiental al personal que participe en la obra, para implementar la correcta aplicación de medidas y una actitud personal de mayor respeto al entorno.
		45	En las áreas con mayor cobertura vegetal, en caso de coincidir la ejecución de la preparación del sitio y/o construcción con épocas reproductivas, se deberá ajustar el calendario de aquellas actividades, como el desmonte o montaje de estructuras, que pongan en riesgo a los individuos que pudieran presentarse.
		46	Queda prohibido coleccionar, cazar, capturar, dañar, consumir y comercializar especies de fauna y flora silvestre. Para esto se colocará señalética al respecto.
		47	Evitar al máximo el sacrificio innecesario o accidental de especies.
		48	Pintar las puntas de las aspas de los aerogeneradores con franjas de color naranja.
		49	Instalar luces blancas estroboscópicas para evitar que atraigan aves e insectos así como ser visibles para especies de aves de hábitos nocturnos y para aquellas especies (principalmente paseriformes) que migran por la noche.

PROGRAMA	SUBPROGRAMA	MEDIDA	ACTIVIDADES
		50	Los aerogeneradores, que queden en las zonas arboladas deberán ser pintados desde la base hasta una altura de 7 m, intercalando los colores en franjas de 1 m blanco-naranja.
		51	Colocar disuasores en el cable de guarda y conductores del tramo de la línea aérea de transmisión para reducir la probabilidad de colisión de aves.
		54	Durante la etapa de operación, cuando se detecte la presencia de carroña, esta se debe tapar con cal y posteriormente remover del sitio para evitar que las aves intenten bajar a alimentarse y puedan ponerse en riesgo.
		56	Instalar torres meteorológicas que prescindan de tensores para su instalación.
		58	Mantener los alrededores de las bases de los aerogeneradores limpios (zapatas); en caso de que el área de zapatas sea recubierta con tierra o grava, mantenerla sin vegetación alta para evitar que sea refugio de presas de las aves rapaces. Tanto el área de zapata y las plataformas de maniobras deben mantenerse libres de carroña.
		60	Establecer áreas verdes, en las inmediaciones de las instalaciones técnico-administrativas para minimizar en lo posible el efecto visual.
		61	Al finalizar la etapa de construcción se deberá realizar una limpieza general de toda el área de influencia.
		62	Contratar personal de la zona en todas las etapas del proyecto.
		63	La promovente deberá otorgar prioridad al abastecimiento de servicios como alimentación, hospedaje, recreación, dentro de las poblaciones en la región del Istmo de Tehuantepec.
		64	La promovente deberá facilitar el movimiento y acceso en los predios que inserte infraestructura, que permita a los propietarios desplazarse de manera ordenada y eficiente para el transporte de productos obtenidos del trabajo en agropecuario.

VI.2.1 SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

El seguimiento del programa se realizará mediante la coordinación entre el asesor de campo y la empresa o institución responsable del programa que se encargará de realizar visitas periódicas al sitio del Proyecto, para verificar el cumplimiento del Programa. Para llevar a cabo este seguimiento es necesaria la presencia de un asesor de campo residente en el sitio de obra, que realice las siguientes funciones:

Inspección diaria en las diferentes áreas de construcción, a efecto de vigilar el cumplimiento de compromisos en materia ambiental, en las diferentes actividades que se realicen en la preparación del sitio y construcción del Proyecto. La inspección se debe centrar, entre otros, en los siguientes aspectos:

- El seguimiento se deberá realizar con el apoyo de las fichas.
- Revisar la documentación existente en materia ambiental que tenga relación con el Proyecto.
- El asesor de campo debe tener amplio conocimiento de los documentos y permisos en materia de medio ambiente para el Proyecto.
- Vigilar el cumplimiento de las medidas de mitigación emitidas en la Manifestación de Impacto Ambiental.
- Programar reuniones de carácter ambiental con los contratistas involucrados.
- Apoyar a los contratistas en la capacitación de sus trabajadores en aspectos relacionados con la protección ambiental.
- Emisión de opiniones técnicas fundamentadas en la normativa ambiental, leyes, reglamentos, que tengan relación con el Proyecto.
- Elaboración de un informe mensual de las actividades en materia ambiental, apoyado con evidencias escritas y fotográficas.
- Estar en comunicación constante con el supervisor de la empresa responsable del proyecto, e informar de cualquier situación que ponga en riesgo el equilibrio ecológico del lugar.

Uno de los puntos importantes para el funcionamiento adecuado del Programa de Manejo Ambiental del Proyecto, es contar con un mecanismo de control que permita la comunicación entre cada uno de los participantes, por lo que se pretende:

- Contar con mecanismos de captura, catalogación, almacenamiento, recuperación y manipulación de insumos documentales referentes a la MIA, leyes ambientales, normatividad, necesidades de calidad, entre otras.
- Administrar los elementos de información necesarios para la correcta ejecución de las medidas de mitigación en los elementos ambientales correspondientes.
- Integrar herramientas para la planeación, seguimiento y evaluación de la vigilancia del conjunto de medidas de mitigación ambientales relativas al Proyecto.

- Mantener actualizada la información relativa al proyecto mediante la elaboración de reportes, informes, anexos fotográficos, formatos de vigilancia, oficios, etc. Requeridos durante la supervisión del Proyecto.

Puesto que la colisión de aves y murciélagos con los aerogeneradores y el tramo de la línea aérea de transmisión se consideran como uno de los impactos potenciales más relevante del Proyecto, se deberá elaborar un programa de monitoreo específico. Este programa de monitoreo deberá aplicarse de manera anual durante por lo menos los siguientes cinco años de iniciadas las operaciones de la central. Con este tipo de monitoreo se podrá determinar el verdadero impacto de la central al describir tendencias de riqueza, abundancia y diversidad de aves y murciélagos y número de muertes por colisión contra los aerogeneradores.

VI.3 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS Y FIANZAS

A continuación (*Cuadro 185*) se proporciona la información sobre le estimación de costos de cada una de las obras y actividades que ocurran durante el Proyecto.

Cuadro 185. Montos para finanzas.

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
Programa de supervisión de obras	Diseño	\$100,000.00	\$9,100,000.00
	Ejecución	\$9,000,000.00	
Programa de reforestación	Diseño	\$150,000.00	\$5,150,000.00
	Ejecución	\$5,000,000.00	
Programa de manejo de residuos	Diseño	\$250,000.00	\$2,250,000.00
	Ejecución	\$2,000,000.00	
Programa de rescate y reubicación de fauna	Diseño	\$250,000.00	\$6,250,000.00
	Ejecución	\$6,000,000.00	
Programa de rescate y reubicación de flora	Diseño	\$250,000.00	\$5,250,000.00
	Ejecución	\$5,000,000.00	
Programa de prevención a la contaminación atmosférica	Diseño	\$50,000.00	\$550,000.00
	Ejecución	\$500,000.00	
Programa de mantenimiento preventivo a maquinaria y equipos	Diseño	\$100,000.00	\$4,600,000.00
	Ejecución	\$4,500,000.00	
Programa de salud y seguridad	Diseño	\$150,000.00	\$1,650,000.00
	Ejecución	\$1,500,000.00	
Atención de las condicionantes del resolutivo ambiental	Diseño	-	-
	Ejecución	-	
Total		\$34,800,000.00	\$34,800,000.00

ESTA HOJA FUE
DEJADA
EN BLANCO
INTENCIONALMENTE

VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Los pronósticos estimados para el proyecto se llevaron a cabo dentro de los límites del área de influencia (predio), esto se debe a que si se utiliza el área total del Sistema Ambiental Regional (SAR), el porcentaje resultante de las afectaciones permanentes serán mínimas como podemos observar en el *Cuadro 186*.

Cuadro 186. Afectaciones permanentes en las diferentes unidades ambientales, a nivel Área de Influencia y SAR.

UNIDAD AMBIENTAL	SUPERFICIE AFECTADA (HA)	% DE AFECTACIÓN DEL TOTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA (1 445.71 HA)	% DE AFECTACIÓN DEL TOTAL DEL SAR (23 303.42 HA)
Bosque Tropical Caducifolio	6.87	0.48	0.029
Vegetación secundaria de BTC	8.14	0.56	0.035
Pastizal	8.04	0.56	0.035
Suelo desnudo	0.51	0.04	0.002
Total	23.56	1.63	0.101

VII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

Recapitulando, la región en la que se pretende construir el Proyecto se ubica en el municipio de Juchitán de Zaragoza que se localiza en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

El Sistema Ambiental Regional cuenta con diez unidades ambientales: bosque tropical caducifolio (BTC), vegetación secundaria de BTC, manglar, ripario, agrícola, pastizal, área urbano, suelo desnudo, cuerpo de agua, además de una zona inundable. Por su parte, el área de influencia cuenta con ocho unidades ambientales: bosque tropical caducifolio, vegetación secundaria de BTC, manglar, ripario, pastizal, suelo desnudo, cuerpo de agua, y zona inundable (*Figura 140*).

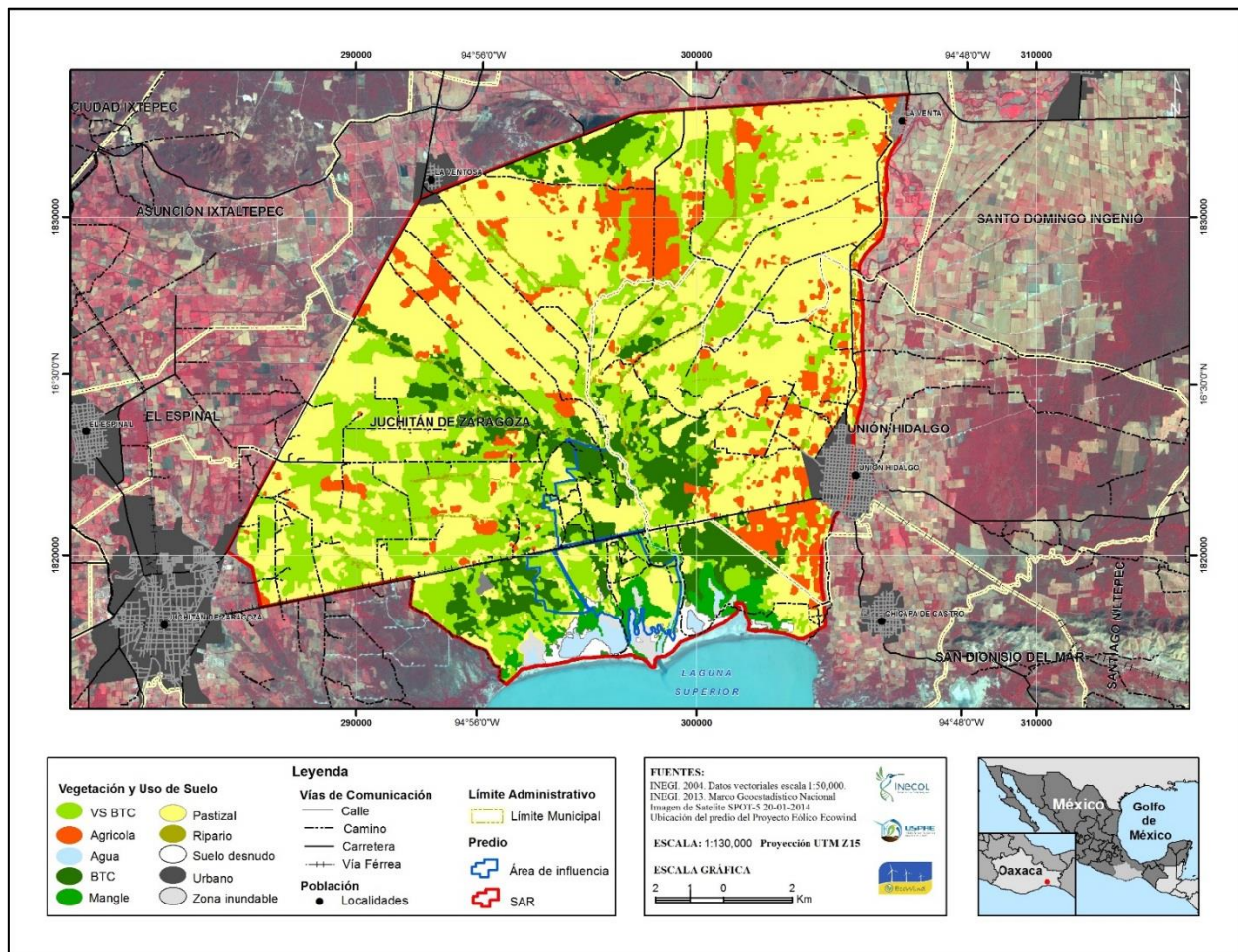


Figura 140. Vegetación y uso del suelo del Proyecto Eólico Ecowind, a nivel SAR.

Para el área del SAR se obtuvieron las tasas de cambio de unidades ambientales para el período 1979-2015 para cinco unidades ambientales seleccionadas (BTC, vegetación secundaria de BTC, manglar, agrícola y pastizal); dichas tasas se utilizaron para generar dos escenarios a futuro (optimista y pesimista) de cambio de unidades ambientales en el área de influencia (*Cuadro 187*). Para definir tasas de cambio en un escenario optimista, se empleó a las que mostraron un valor de incremento mayor o pérdida menor (esto para el caso de los usos BTC, vegetación secundaria de BTC y manglar), y aquellas de menor incremento o incluso disminución (para agrícola y pastizal). Para definir las tasas de cambio pesimistas, se usaron las de mayor pérdida o menor crecimiento (para BTC, vegetación secundaria de BTC y manglar) y las de mayor crecimiento o menor decremento (para agrícola y pastizal).

Cuadro 187. Tasas de cambio de unidades ambientales seleccionadas en el SAR.

UNIDAD AMBIENTAL	TASA DE CAMBIO %	
	T1(1979)-T2(2015) (OPTIMISTA)	T1(1979)-T2(2015) (PESIMISTA)
Bosque tropical caducifolio	1.01	-3.35
Vegetación secundaria de BTC	-1.2	-3.63
Manglar	1.43	0.06
Agrícola	-3.16	1.92
Pastizal	0.43	5.78

Valores negativos indican unidades ambientales que pierden superficie en el periodo, valores positivos incrementan superficie.

El punto de partida de los escenarios de cambio de unidades ambientales es lo que se indica en el *Cuadro 188*, que muestra la extensión actual de unidades ambientales en el área de influencia. En términos generales el pastizal ocupa más de una tercera parte del área de influencia, mientras que el conjunto de BTC y vegetación secundaria de BTC suman un 50%. El manglar es el cuarto mayor por área, con un 10% del total.

Cuadro 188. Unidades ambientales actuales en el Área de Influencia

UNIDAD AMBIENTAL	HA	KM2	% DEL ÁREA DE INFLUENCIA
Pastizal	509.91	5.10	35.26
Vegetación secundaria de BTC	416.14	4.16	28.78
Bosque tropical caducifolio	318.34	3.18	22.02
Manglar	144.49	1.44	9.99
Suelo desnudo	23.74	0.24	1.64
Ripario	5.28	0.05	0.36
Subtotal	1 417.89	14.18	98.06
Otros			
Zona inundable	20.56	0.21	1.42
Cuerpo de agua	7.26	0.07	0.50
Subtotal	27.82	0.28	1.92
Total Área de Influencia	1 445.71	14.46	100.00

En el *Cuadro 189* se muestran las unidades ambientales actuales dentro del SAR.

Cuadro 189. Unidades ambientales actuales en el Sistema ambiental regional.

UNIDAD AMBIENTAL	HA	KM2	% DEL SAR
Pastizal	11.453.21	114.53	49.15
Vegetación secundaria de BTC	5.737.05	57.37	24.62
Agrícola	2.211.00	22.11	9.49
Bosque Tropical Caducifolio	2.114.88	21.15	9.08
Manglar	496.12	4.96	2.13
Ripario	383.81	3.84	1.65
Urbano	316.43	3.16	1.36
Suelo desnudo	237.62	2.38	1.02
Subtotal	22 950.11	229.50	98.49
Otros			
Cuerpo de Agua	202.69	2.03	0.87
Zona inundable	150.61	1.51	0.65
Subtotal	353.31	3.53	1.52
Total SAR	23 303.42	233.03	100.00

En el *Cuadro 190*, se muestran las tasas de cambio y la superficie de cambio de unidades ambientales con diferentes tasas de cambio (escenarios optimista y pesimista), calculado para el área de influencia, a 35 años en el futuro a partir de la construcción del Proyecto.

Cuadro 190. Cambio hipotético de unidades ambientales de t2015 a t2050

UNIDAD AMBIENTAL	TASA CAMBIO		SUPERFICIE (HA) T2015	SUPERFICIE (HA) T2050		CAMBIO (HA) 2015-2050	
	OPT.	PES.		OPT.	PES.	OPT.	PES.
Pastizal	0.43	5.78	509.9	592.5	1 445.7*	82.6	935.8*
BTC	1.01	-3.35	318.3	452.5	96.6	134.2	-221.7
Vegetación secundaria de BTC	-1.2	-3.63	416.1	272.7	114.1	-143.4	-302.1
Manglar	1.43	0.06	144.5	237.5	147.6	93.0	3.1

*El valor máximo posible es 1 445.71 ha, que es la totalidad de la superficie del Área de Influencia.
 **935.8 ha es la diferencia máxima posible.

El peor de todos los escenarios posibles sería la ocurrencia de la tasa pesimista del pastizal, con lo que podría acrecentarse en hasta 935 ha en un escenario pesimista, o sea tres veces su tamaño actual (ocupando la totalidad del área de influencia). En un escenario optimista podría incrementar únicamente 82 ha, incremento discreto. Para el BTC (bosque tropical caducifolio), un escenario optimista le incrementaría su superficie en 134 hectáreas, llegando a tener 452 ha al término de los próximos 35 años. El BTC en el peor escenario tendencial llegaría a perder 221 ha respecto a su línea base de 2015, quedando con apenas 96 ha al final del período. La vegetación secundaria de BTC muestra una tendencia de decremento en ambos escenarios; en el optimista la pérdida sería de 143 ha y en el pesimista hasta 302 ha. El manglar presenta una tendencia positiva en ambos escenarios, con tasas de incremento que lo pueden llevar en 2050 hasta 237 ha (optimista) o permanecer prácticamente sin cambio (147 ha en el pesimista) *Figura 141.*

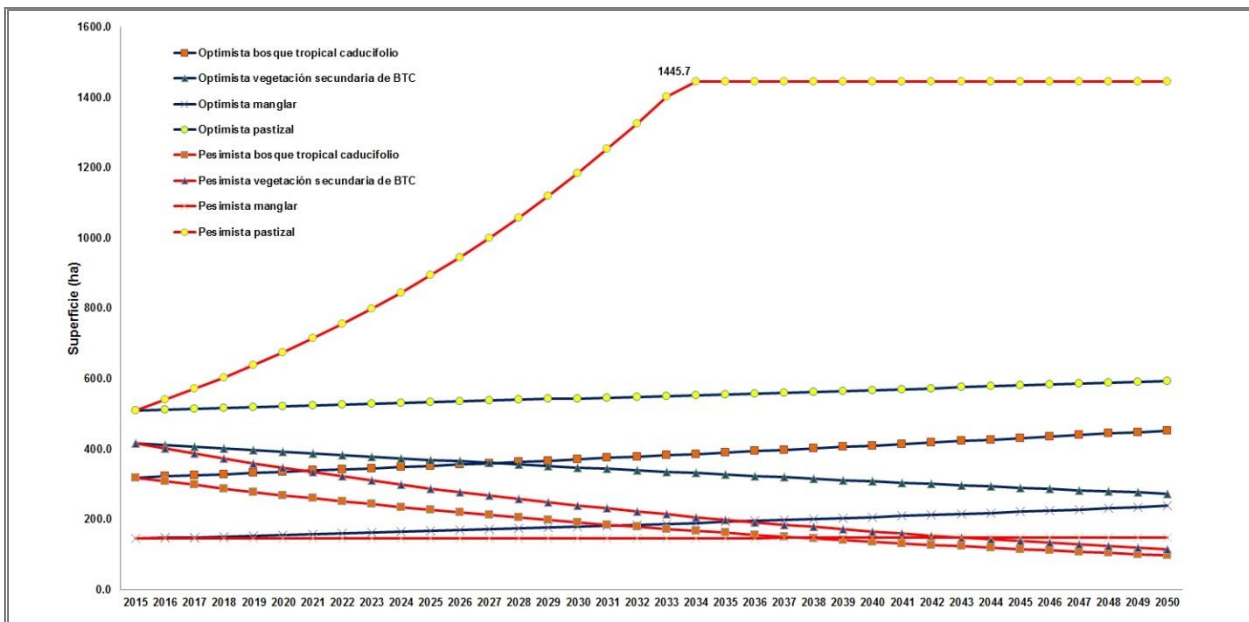


Figura 141. Proyección de las tendencias actuales de cambio hipotético de unidades ambientales en superficie (ha) a 35 años en el Área de Influencia sin la introducción del proyecto

El caso más crítico del pronóstico sería el escenario pesimista del pastizal, que para el año 2034 ya habría ocupado la totalidad del área de influencia. Este escenario representaría una ruina para el sistema ambiental. Es importante tener en consideración que la ejecución de proyectos que funcionen como polos de desarrollo rural (como la producción de sorgo) puede intensificar o reducir este efecto en la región, para lo cual no es posible establecer fechas específicas de probable puesta en marcha.

VII.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

Las tendencias de deterioro o desarrollo en el área de influencia se trazan a partir de la línea base o punto de partida con las predicciones, considerando la introducción del Proyecto. A partir del análisis que aquí se presenta, se puede considerar que el desarrollo del Proyecto no tendrá mayores afectaciones o consecuencias en la tendencia actual del cambio de unidades ambientales del área de influencia, la cual tendencia es de deterioro. Las unidades ambientales naturales con mayor cobertura del área de influencia son las áreas de pastizal (35%), vegetación secundaria de BTC (28%) y bosque tropical caducifolio (22 %). Dichos porcentajes se mantendrán prácticamente inalterados por la inserción del Proyecto.

En el caso específico de este estudio y de acuerdo con el análisis de impactos, se ha detectado que el desmonte será la acción que tendrá el mayor impacto relativo sobre las unidades ambientales, seguido por la presencia temporal de personal y por último el uso de maquinaria y vehículos. De acuerdo a las condiciones ambientales del área de influencia, es posible afirmar que la inserción de la obra en la matriz paisajística provocará cambios poco relevantes, ya que las unidades ambientales que se encuentran en el área de influencia poseen características de alta resistencia al cambio, además de que el porcentaje de superficie que ocuparán las obras es mínimo, por lo que el efecto del desmonte solo se observa en el primer año de la proyección de las tendencias de cambio de unidades ambientales, durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto.

No obstante, existe la posibilidad de que con la introducción y mejoramiento de caminos interiores en el área de influencia, el aprovechamiento forestal (maderable y no maderable) y la cacería se vean favorecidas. Estos usos extractivos que la población del municipio realiza dentro del área de influencia pueden verse acrecentados por la facilidad de acceder a los recursos. Con la introducción del Proyecto inicialmente se modificarán las unidades ambientales por la presencia de los aerogeneradores, caminos, etc., modificando de forma casi imperceptible la tendencia de cambios de unidades ambientales como se indica en el *Cuadro 191* y en la *Figura 142*.

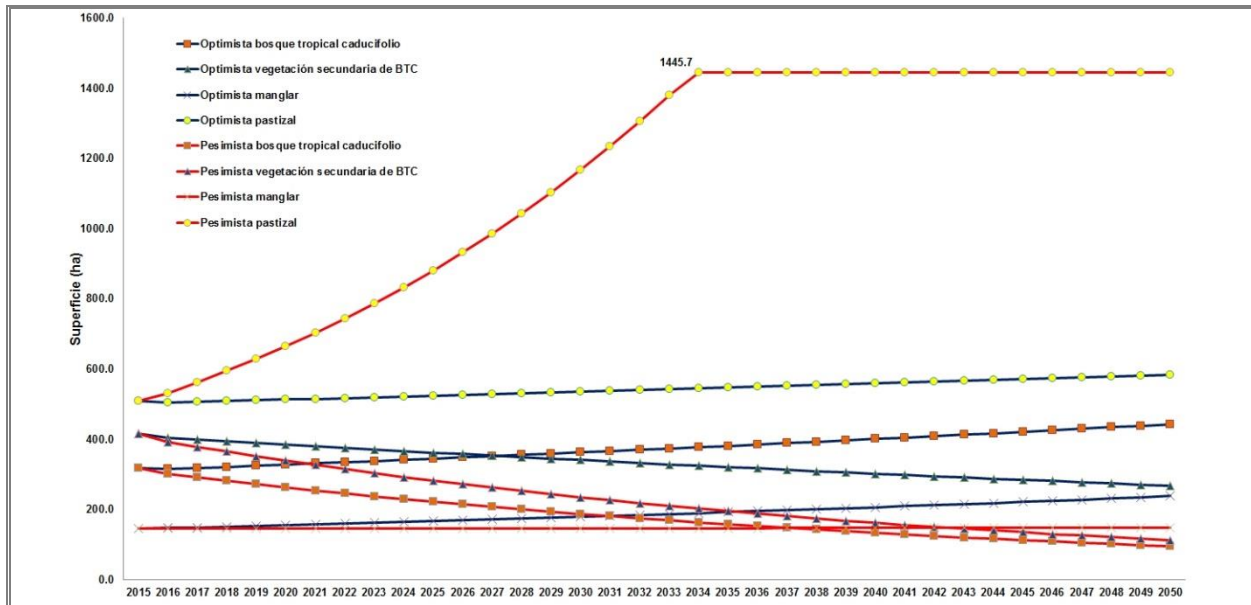


Figura 142. Proyección de las tendencias actuales de cambio hipotético de unidades ambientales en superficie (ha) a 35 años en el área de influencia, incluyendo el Proyecto.

Paisajísticamente, la introducción del Proyecto tendrá un impacto visual. El impacto visual es un concepto subjetivo y, particularmente en el caso de centrales eólicas, es posible encontrar opiniones a favor y en contra de la presencia de aerogeneradores en distintas partes del mundo. En México puede decirse que hay una opinión positiva generalizada, sobre todo porque representa una fuente de energía renovable que ayuda a disminuir la emisión de contaminantes atmosféricos y gases de efecto invernadero, así como por la entrada de ingresos que supone para las comunidades aledañas a los proyectos. Sin embargo, es importante mencionar en el aspecto paisajístico -naturalmente caracterizado por elementos horizontales- la aparición de elementos verticales - aerogeneradores.

Cuadro 191. Cambio proyectado de unidades ambientales de t_{2015} a t_{2050} con Proyecto.

UNIDAD AMBIENTAL	TASA CAMBIO		SUPERFICIE (HA) T2015	SUPERFICIE (HA) T2050		CAMBIO (HA) 2015-2050	
	OPT.	PES.		OPT.	PES.	OPT.	PES.
Pastizal	0.43	5.78	509.9	583.2	1 445.7*	73.3	935.8**
BTC	1.01	-3.35	318.3	442.9	94.4	124.5	-223.9
Vegetación secundaria de BTC	-1.2	-3.63	416.1	267.3	111.8	-148.8	-304.4
Manglar	1.43	0.06	144.5	237.5	147.6	93.0	3.1

*El valor máximo posible es 1 445.71 ha, que es la totalidad de la superficie del Área de Influencia.
 **935.8 ha es la diferencia máxima posible.

En términos de calidad visual, naturalidad, diversidad y fragilidad visual, el área de influencia carece de elementos poco comunes que pudieran ser afectados por la construcción del Proyecto. Aunque es posible ver a las centrales eólicas como un símbolo de una fuente limpia de energía, también es posible verlos como una adición no deseada al paisaje. Aparte de este efecto, el Proyecto podría ejercer una influencia positiva a través de la regularización del uso del suelo en estas áreas, lo que representaría un impacto positivo para la región. Sin embargo, el número de aerogeneradores y la altura de los mismos, así como la topografía poco accidentada, causarían un impacto visual sobre los elementos naturales que aún se conservan en el sitio, amén del área agropecuaria.

La presencia de los aerogeneradores del Proyecto en conjunto con fuertes vientos, potencialmente puede provocar colisiones que conlleven a la muerte de aves migratorias en primavera y otoño, siendo para las aves migratorias la temporada de otoño la de mayor riesgo de colisión. Los fuertes vientos en el SAR y el área de influencia pueden incrementar el riesgo de colisión de las aves y murciélagos con los aerogeneradores al hacer que aquellos vuelen más bajo, provocando que no controlen el vuelo ni la dirección del mismo. Por tanto es probable que se presenten colisiones potenciales de aves migratorias invernantes y rapaces residentes, así como de murciélagos, de acuerdo con los datos de los monitoreos de la Central Eólica La Venta II (Ledec, 2011 y Villegas *com per*).

El riesgo por colisión de aves con los aerogeneradores aumentará durante las temporadas de migración, no indicando que haya forzosamente colisiones en este proyecto, al ser que durante los monitoreos de centrales eoloeléctricas construidas previamente en la región, se obtuvieron registros que parecen indicar que las aves modifican su comportamiento de vuelo y su altura conforme cambia la velocidad del viento en las inmediaciones del área de influencia. Además, las aves muestran una tendencia a desplazarse paralelamente a las laderas de la sierra, posiblemente para evitar los fuertes vientos. No obstante, cuando se da alguna disminución de la velocidad de los vientos provenientes del norte -que ingresan al Istmo por el Paso Chivela-, es posible que algunas especies de aves modifiquen su patrón de vuelo, tratando de evadir los aerogeneradores volando por encima de los 150 m. Se prevé que con vientos fuertes, algunas aves podrían bajar el vuelo hasta 30 m de altura y con vientos moderados podrían evadir con facilidad los aerogeneradores. Sin embargo la situación de riesgo no se presentaría durante todo el período, sino solamente en los días de mayor intensidad del viento (*Figura 143*).

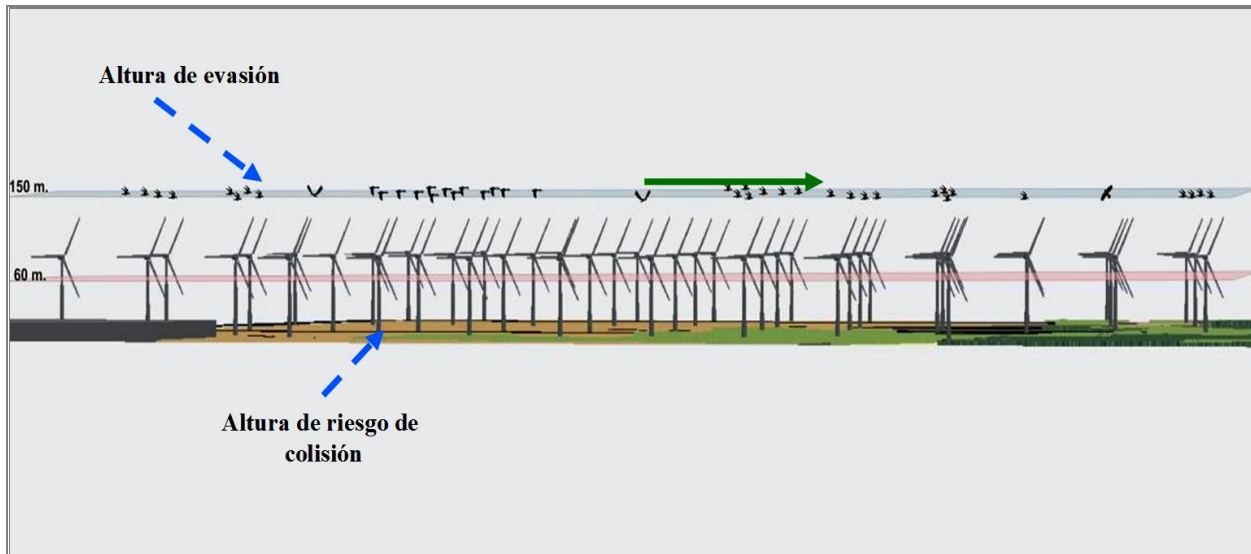


Figura 143. Altura de vuelo en el Área de Influencia.

VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

La adecuada aplicación de las medidas de mitigación indicadas previamente incidirá de manera directa para los impactos descritos; en algunos casos, estas medidas pueden generar sinergia en más de un impacto, dando como resultado una mayor eficiencia en las medidas de mitigación -que se recomienda sean supervisadas adecuadamente. Estas relaciones de sinergia y de atención directa por las medidas sobre los impactos potenciales, pueden observarse en la *Figura 144* y *Figura 145*.

En general, se pronostica que los impactos que pudieran ocurrir durante el desarrollo del Proyecto, en sus dos primeras etapas, afectarán directamente las áreas con cobertura vegetal destinadas para el establecimiento de caminos principalmente, y por la presencia del personal se pudiera incrementar la presión de cacería y/o colecta de flora y fauna. No obstante, las medidas propuestas para estos impactos (desmontes y cacería), actuarán de manera directa disminuyendo la presión por cacería al colocar señalización que prohíbe la cacería así como las pláticas que el responsable pudiera impartir a su personal. En la *Figura 144*, se pueden observar como estarán interactuando las diferentes medidas sobre los impactos, que de cumplirse como están establecidas, la situación negativa de afectación será revertida por la aplicación de las medidas de mitigación.

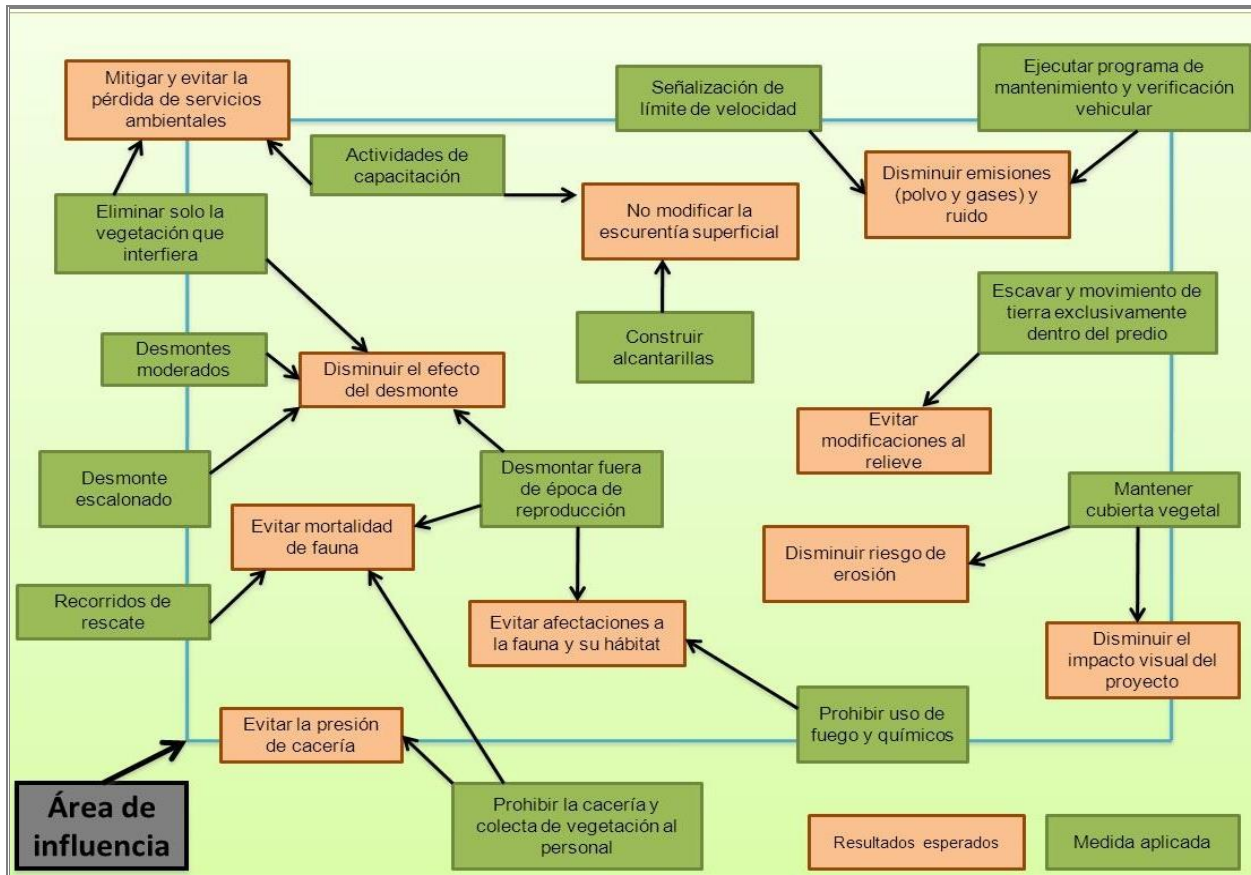


Figura 144. Relaciones causales entre impactos mitigados y sus medidas en la etapa de preparación del sitio y construcción.

Para el caso del posible impacto por erosión, actúan de manera sinérgica cinco medidas propuestas para otros impactos, mismas que tendrán un papel importante en su mitigación y reducción; por tanto se puede esperar que el riesgo de erosión por la inserción del Proyecto se minimice con la aplicación de las medidas recomendadas en esos otros rubros. De forma similar, la muerte de fauna por el Proyecto (excepto colisiones de aves y murciélagos) será prevenida y reducida por diversos medios, este hecho se vería maximizado por la aplicación de todas las medidas que interactúan directamente como señalización del límite máximo permisible de velocidad (*Figura 144*). Por tanto para la fauna se espera un escenario poco modificado por el proyecto, así que el sistema ambiental mantendrá su funcionalidad al permanecer la transferencia de flujos de materia y energía entre unidades ambientales y su permanencia en el tiempo.

Los posibles impactos por residuos peligrosos y no peligrosos (incluidos los sanitarios) se consideran mínimos, aunque pueden considerarse como impactos residual difíciles de revertir. Por tanto se sugiere aplicar estrictamente las medidas recomendadas, así como atender lo

estipulado en la normativa ambiental, para que estos impactos potenciales no ocurran. Cabe mencionar que las medidas para dichos impactos probables actúan de manera sinérgica y paralela (Figura 145), con el fin de evitar accidentes por malos manejos de los residuos.

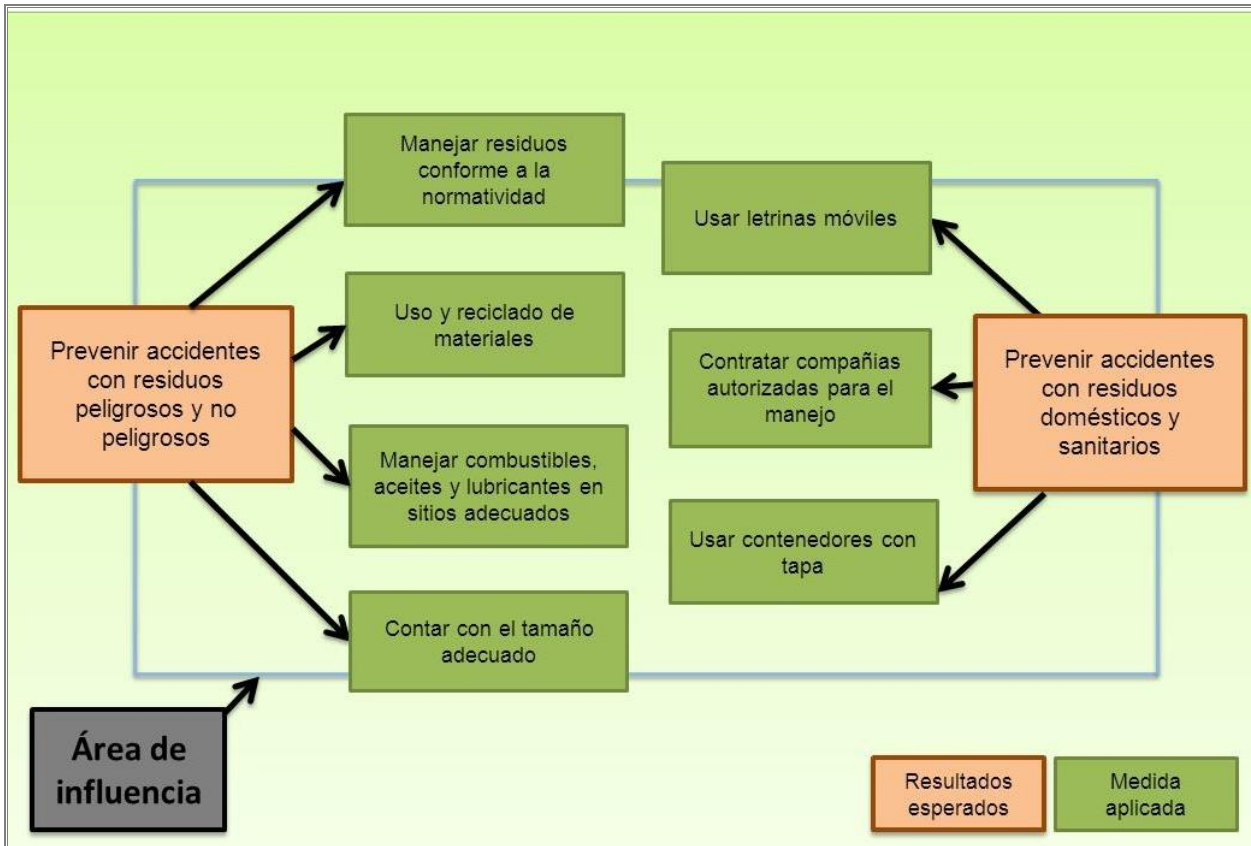


Figura 145. Relaciones causales entre impactos esperados y sus medidas propuestas, nótese la interrelación en más de una medida que actúa sobre el impacto.

Es indispensable recalcar, que durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la contratación de mano de obra no calificada y la derrama económica que implica la presencia de personal en el municipio, podría ayudar a disminuir temporalmente el proceso de migración, incrementando los beneficios económicos del Proyecto. El personal contratado (técnico y operativo) deberá llevar a cabo un programa de capacitación para que realicen de manera adecuada sus actividades, la aplicación de este programa será vigilado por el supervisor ambiental de la obra, el cual será un especialista en materia ambiental.

Para el caso de posibles colisiones de aves y murciélagos con los aerogeneradores, pueden generarse dos escenarios (optimista y pesimista):

- Optimista) Que las medidas propuestas logren minimizar el riesgo de colisión aun cuando las velocidades de los vientos en el área de influencia sean elevadas.
- Pesimista) Que aun con las medidas de mitigación, las aves y murciélagos (para grupos residentes y migratorios) tengan riesgo de colisión sea inminente.

Tomando en cuenta que se presente el primer escenario (optimista), el riesgo de colisión se disminuiría con el pintado de las aspas (capítulo VI), generando una franja de alerta para las aves, de aproximadamente unos 50 m de ancho (desde la base hasta la punta de las aspas). Junto con el efecto sinérgico de las luces estroboscópicas, se propiciará un mejor efecto en la evasión y disuasión de las aves y murciélagos para que puedan evadir los aerogeneradores, principalmente durante la operación de los aerogeneradores en la noche (*Figura 146*). Por tanto se espera que el riesgo de colisión de las aves y murciélagos con los aerogeneradores disminuya con la implementación de dichas medidas, a pesar de la presencia de los fuertes vientos en la región del Istmo de Tehuantepec.

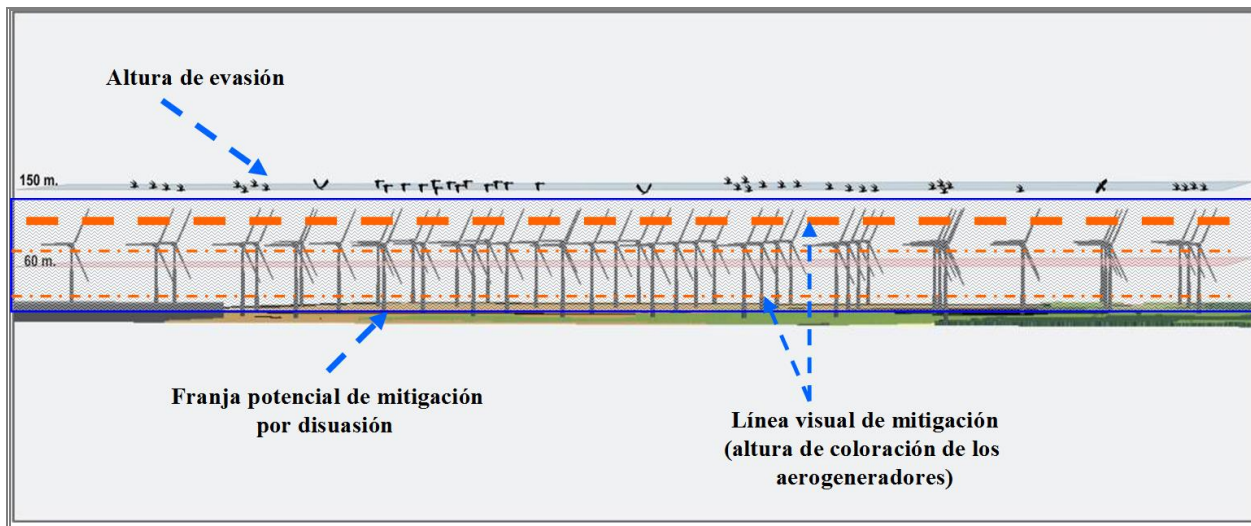


Figura 146. Alturas de vuelo de las aves dentro del área de influencia y la franja de alerta emitida por las medidas de disuasión y evasión para evitar colisiones.

Es importante tener en cuenta que durante la etapa de operación, las medidas encaminadas a disminuir el riesgo de colisión actúan de manera sinérgica como se muestra en la *Figura 147*; de ejecutarse todas en su conjunto, en un escenario optimista, se podría pensar que disminuirá considerablemente el riesgo de colisión.

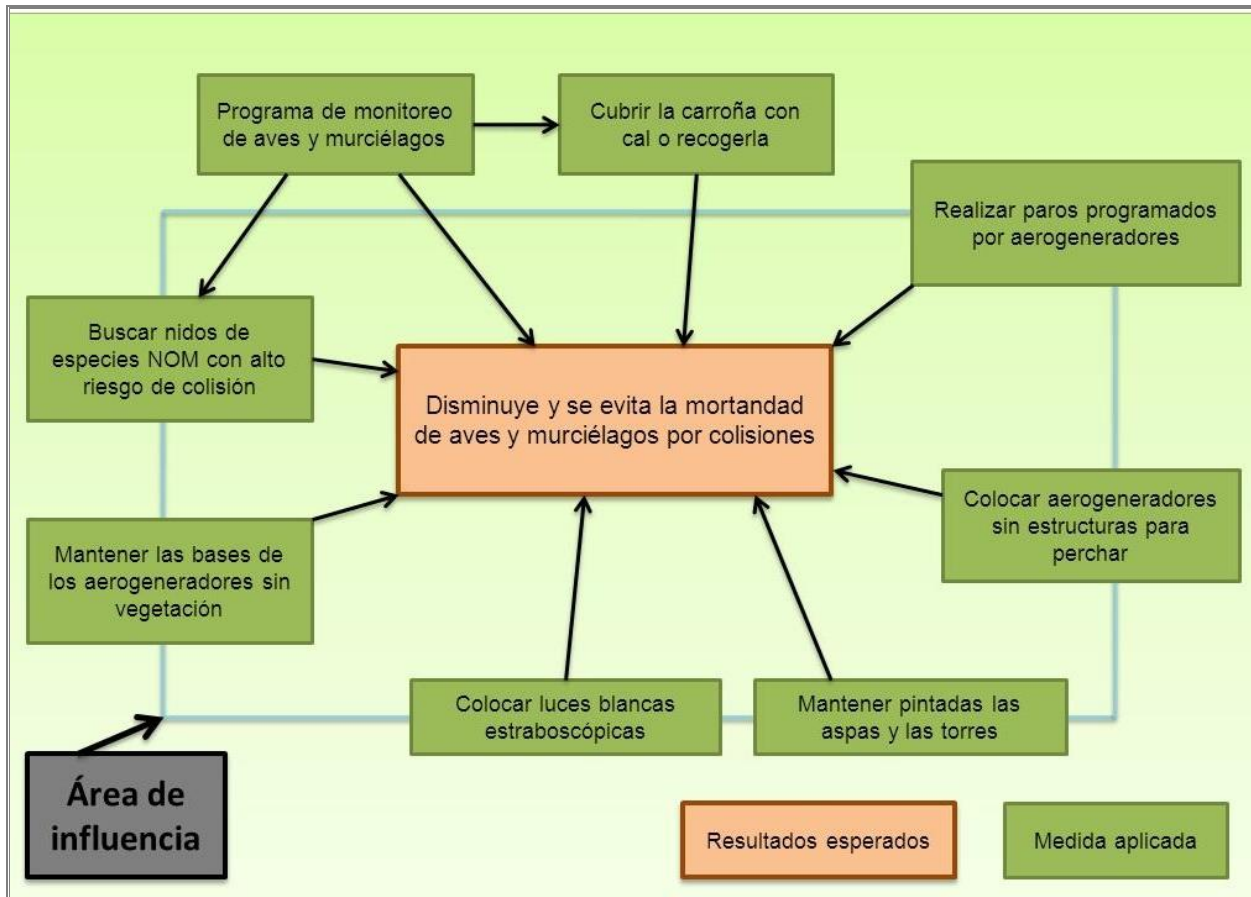


Figura 147. Relaciones entre las medidas propuestas para disminuir el riesgo de colisión.

En resumen, se considera que el Proyecto puede representar un impacto debido a que se ubicará dentro de una de las rutas migratorias de aves más importantes del mundo; sin embargo, dada la pequeña superficie de afectación, además de la aplicación de las medidas de prevención, de corrección, mitigación y compensación propuestas en el capítulo VI, se podrá atenuar las posibles afectaciones y mantener la funcionalidad de las unidades ambientales existentes en el área de influencia, minimizando el riesgo de colisión de aves y murciélagos, reduciendo con las medidas el riesgo de extirpación de especies.

VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL

A partir de los tres escenarios ambientales que se han presentado, se muestra que la región en la que se insertará el Proyecto exhibe una clara tendencia de deterioro en términos de superficies de unidades ambientales, siendo que la tendencia general es la de la pérdida de unidades naturales (BTC y vegetación secundaria de BTC, manglar y ripario) frente a las humanas (agricultura y pastizal inducido). Se puede pronosticar que esta tendencia permanecerá con o sin la introducción del Proyecto o sus medidas de mitigación y compensación. Lo anterior debido a la pequeña proporción de área que será afectada por el montaje de obras del Proyecto, de tal forma que en ocupación de suelo resulta prácticamente imperceptible.

En cuanto a los seres vivos, las tendencias sí pueden recibir modificaciones importantes en los tres escenarios. En un escenario sin introducción de medidas de mitigación, podría generarse un efecto negativo para los organismos; con la introducción de las medidas de mitigación, sin embargo, se prevé una corrección de dicho efecto. Una vez en operación el Proyecto, las tendencias de la región seguirían su dirección y ritmo naturales. Para el caso de la fauna voladora, la introducción de medidas de mitigación contrarrestará de forma muy importante los efectos negativos que puedan derivarse de la implementación del Proyecto.

Analizando la situación socioeconómica, se puede prever que se espera una tendencia positiva con la inserción del proyecto y sus medidas de mitigación. Sin la introducción de proyectos eólicos, las tendencias agropecuarias de la región determinarían la disponibilidad de recursos financieros en el área. No obstante, con la puesta en marcha del Proyecto, se prevé una derrama económica que crea una tendencia beneficiosa al corto, mediano y largo plazo. La tendencia migratoria podría tener un revés con la introducción del Proyecto.

Reafirmando, con la implementación del Proyecto y medidas de mitigación, se pronostica que el SAR continúe con su dinámica actual sin cambios sustanciales; quizá el cambio más sustancial que habrá será la derrama económica –que se verá incrementada-. Los componentes naturales del sitio continuarán con sus tendencias (de deterioro, desafortunadamente), mientras que los componentes humanos podrían resultar beneficiados con la reversión de la emigración en la zona a causa de oportunidades de empleo y del beneficio por el usufructo de los terrenos utilizados para el Proyecto.

VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

La procuración de mayor capacidad instalada y generación de energía son puntos clave en el desarrollo sustentable de cualquier país. En el contexto nacional mexicano, actualmente la mayor parte de la electricidad es generada por medios convencionales: termoeléctrica (68%), hidroeléctrica (22%) y carboeléctrica (5.58%), (Zuk *et al*, 2006). Esto ocasiona que la generación de energía eléctrica sea justamente el primer emisor de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel nacional, y es por dos causas: 1) las emisiones generadas para la obtención de los combustibles y 2) la quema de los mismos para generación de electricidad. Hay además diversos aspectos en los que el medio ambiente recibe afectación por la generación de electricidad por medios convencionales, por lo que es requerido que una parte considerable de la producción de electricidad se comience a efectuar por medios que ocasionen el menor impacto medioambiental posible. Es así como la generación de electricidad en centrales eoloeléctricas se posiciona como una sólida alternativa medioambiental al respecto.

Según un estudio que tomó en consideración siete tecnologías de generación de energía eléctrica (cinco convencionales y dos renovables), y doce impactos ambientales (calentamiento global, disminución de la capa de ozono, acidificación, eutrofización, radiaciones ionizantes, contaminación por metales pesados, sustancias carcinógenas, niebla de verano, niebla de invierno, generación de residuos industriales, residuos radiactivos, y agotamiento de recursos energéticos), se encontró que las energías renovables estudiadas tienen en promedio 31 veces menos impacto ambiental que las convencionales (*Cuadro 192*). Dicho impacto se expresa en ecopuntos de impacto ambiental, o sea que a más puntos, mayor impacto (IDAE, 2000).

Cuadro 192. Impactos ambientales de la generación de electricidad

TECNOLOGÍA	ECOPUNTOS
Minihidráulica	5
Eólica	65
Gas natural	267
Nuclear	672
Carbón	1356
Petróleo	1398
Lignito	1735

De acuerdo a lo anterior, la eólica es una energía con poco impacto medioambiental. Además de los ya mencionados impactos, la generación de electricidad por medios convencionales ejerce una presión sobre el recurso hídrico. El uso del agua en la generación de electricidad en plantas termoeléctricas representó el 5.5% del total nacional en 2013 (CONAGUA, 2014). En cambio, la generación de electricidad por medio de la fuerza motriz del viento no requiere de la utilización del agua –empleada en las termoeléctricas para evaporarse y mover las turbinas-. Con la creciente demanda de agua para distintos usos –consuntivos y no consuntivos-, se hace patente la necesidad de contar con tecnología que genere electricidad sin tener que emplear agua en el proceso.

Por los argumentos señalados, el uso del viento se consolida como alternativa viable para contribuir al logro de la meta de generación de energía renovable a nivel nacional; la cual contempla que para el año 2024, el 35% del total nacional generado sea de este tipo. A este respecto, México es un país con alto potencial eoloeléctrico, y en tanto se aproveche este potencial, se disminuirá la dependencia del uso de medios de generación convencionales y se dará un paso decisivo hacia el desarrollo sustentable.

En concordancia con estas metas de prioridad nacional, el aprovechamiento del viento que desde mediados de los años 90 se efectúa en el área del Istmo de Tehuantepec, es un referente nacional. Dicha área se caracteriza por vientos de clase 5-7 en la escala mundial del viento, valores referidos como “Excelentes” para la generación de electricidad. Con el proceso de aprovechamiento referido -comenzado hace ya 20 años-, existe ya una significativa capacidad instalada en el área, y aún permanecen áreas propicias para el establecimiento de parques eólicos.

Por ende, el Proyecto es, tanto en su asiento renovable como en su emplazamiento, una empresa viable en la región y contribuye a la viabilidad del desarrollo sustentable a nivel nacional. Sea por el uso del viento como fuente de poder o por su ubicación en esta porción del Istmo de Tehuantepec, el Proyecto exhibe las condiciones óptimas para su puesta en marcha y ejecución.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL “A”

VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En este capítulo se mencionan los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en el Manifiesto de Impacto Ambiental Modalidad Regional Proyecto Eólico Ecowind.

VIII.2 CARTOGRAFÍA

Los planos de las obras a realizar en este proyecto (arreglo de la obra y aspectos técnicos de construcción) se encuentran en el capítulo II y en el anexo cartográfico (*Anexo II-1, II-2*).

La información vectorial y raster utilizada en éste trabajo se describe a continuación:

RASTER		
Insumo	Descripción	Fuente
Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) V 2.0 escala 1:50,000	Son archivos que almacenan datos de elevación (MDE) del terreno los cuales se pueden procesar posteriormente para obtener diversos productos.	http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/continuoElevaciones.aspx
Cuencas Visuales	Se obtienen mediante ArcMap, empleando una herramienta llamada Viewshed y el MDE del CEM	ESRI Inc. ArcGis Desktop 9.3 Service Pack 1
Imágenes de satélite Landsat	Archivos múltiples que al combinarse dan origen a una imagen de satélite la cual puede tener diversas aplicaciones, entre ellas conocer el uso del suelo y vegetación. Satélite y sensor: Landsat 3 MSS Escena: P24 - R49 Bandas empleadas: RGB 3,2,1 Fecha de la escena: 17/03/1979 Hora de la captura: 16:01:02 Resolución espacial: 60m Coordenadas centrales: 15.8 LN -94.6 LO Proyección: UTM WGS 84 Satélite y sensor: Landsat 4 TM Escena: P23 - R49 Bandas empleadas: RGB 4,3,2 Fecha de la escena: 11/04/1992	http://glovis.usgs.gov/ NASA Landsat Program USGS Sioux Falls

RASTER																											
	<p>Hora de la captura: 15:46:59 Resolución espacial: 30m Coordenadas centrales: 15.9 LN -95.2 LO Proyección: UTM WGS 84</p> <p>Satélite y sensor: Landsat 5 TM Escena: P23 - R49 Bandas empleadas: RGB 4,3,2 Fecha de la escena: 27/03/2001 Hora de la captura: 16:22:25 Resolución espacial: 30m Coordenadas centrales: 15.9 LN -95.2 LO Proyección: UTM WGS 84</p> <p>Satélite y sensor: Landsat 7 ETM+ Escena: P23 - R49 Bandas empleadas: RGB 4,3,2 Fecha de la escena: 31/03/2011 Hora de la captura: 16:35:52 Resolución espacial: 30m Coordenadas centrales: 15.9 LN -95.2 LO Proyección: UTM WGS 84</p>																										
Imagen SPOT 2011	<p>Se empleó la escena multispectral con identificador 5 598-317 11/04/28 16:58:39 2 J, sensor HRG2, fechas 11/04/28, hora de paso del satélite 16:58:39, Nivel de procesamiento 1A, número de bandas 4. Ubicación central de la escena Latitude N16° 31' 13" Longitude W94° 49' 23"</p> <p>Ubicación de las esquinas</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Esquina</th> <th>Latitude</th> <th>Longitude</th> <th>Pixel n°</th> <th>Line n°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>N16° 50'43"</td> <td>W95° 1'59"</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>N16° 43'29"</td> <td>W94° 29'7"</td> <td>6000</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>N16° 11'41"</td> <td>W94° 36'46"</td> <td>6000</td> <td>6000</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>N16° 18'54"</td> <td>W95° 9'32"</td> <td>1</td> <td>6000</td> </tr> </tbody> </table>	Esquina	Latitude	Longitude	Pixel n°	Line n°	1	N16° 50'43"	W95° 1'59"	1	1	2	N16° 43'29"	W94° 29'7"	6000	1	3	N16° 11'41"	W94° 36'46"	6000	6000	4	N16° 18'54"	W95° 9'32"	1	6000	<p>http://www.eads.com/eads/int/en/news/press.en_20001023_euronaval.html</p>
Esquina	Latitude	Longitude	Pixel n°	Line n°																							
1	N16° 50'43"	W95° 1'59"	1	1																							
2	N16° 43'29"	W94° 29'7"	6000	1																							
3	N16° 11'41"	W94° 36'46"	6000	6000																							
4	N16° 18'54"	W95° 9'32"	1	6000																							

VECTOR		
Insumo	Descripción	Fuente
Microcuencas	Es una capa que se obtiene empleando el MDE del CEM y una herramienta que se llama Watershed Delineation Tools la cual se carga en ArcMap	http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=15148
Curvas de Nivel generadas a partir del CEM (30m equidistancia)	A partir del CEM 2.0 se generó la capa de curvas de nivel para posteriormente obtener las geoformas.	CEM V 2.0
Geoformas	Mediante procesos de interpolación de las curvas de nivel por unidad de área se obtuvieron las geoformas del sitio empleando la metodología de Priego <i>et al</i> 2008	Priego, Bocco, Mendoza, Garrido. 2008. Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisajes. Fundamentos y métodos. Serie planeación territorial. Semarnat. México DF
Fallas y Fracturas. Conjunto de	Representa las estructuras geológicas originadas por los eventos tectónicos. Conjunto de Datos	http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx

VECTOR		
Datos Vectoriales Geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000.	Vectoriales Geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000.	
Climas	Estos conjuntos de datos vectoriales compuestos por entidades de tipo punto, línea y área de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000 y 1:50 000 de INEGI.	http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx
Suelos	Estos conjuntos de datos vectoriales compuestos por entidades de tipo punto, línea y área de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000 y 1:50 000 de INEGI.	http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx
Vías de comunicación	Estos conjuntos de datos vectoriales compuestos por entidades de tipo punto, línea y área de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000 y 1:50 000 de INEGI	http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx
Rasgos hidrográficos	Estos conjuntos de datos vectoriales compuestos por entidades de tipo punto, línea y área de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000 y 1:50 000 de INEGI.	http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx
Localidades	Estos conjuntos de datos vectoriales compuestos por entidades de tipo punto, línea y área de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000 y 1:50 000 de INEGI	http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx
Datos del relieve	Estos conjuntos de datos vectoriales compuestos por entidades de tipo punto, línea y área de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000 y 1:50 000 de INEGI.	http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx
Zonas de protección de la naturaleza	Estos conjuntos de datos vectoriales compuestos por entidades de tipo punto, línea y área de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000 de INEGI.	http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/InfoEscala.aspx
Áreas de Interés para las Aves (AICAS)	Datos Vectoriales de Áreas de Interés para las Aves en México.	http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/aica250kgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no
Regiones Terrestres Prioritarias	Datos Vectoriales de regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México	http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rtp1mgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no
Regiones Hidrológicas Prioritarias	Datos Vectoriales de regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad	http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rhpri4mgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no
Áreas Naturales Protegidas (ANP)	Datos Vectoriales de las áreas declaradas como Áreas Naturales Protegidas	http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/
Distribución de los Manglares de México	Datos Vectoriales de la Distribución de Manglares, escala 1:50 000. CONABIO (2008)	http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

VIII.3 FOTOGRAFÍAS

Las imágenes relevantes y las consideradas ilustrativas se encuentran en sus respectivos apartados, estas son muy útiles para la descripción de las diferentes actividades y procesos, así mismo y con la finalidad de complementar e ilustrar el documento se incluye un anexo fotográfico (Cap. IV, Anexo fotográfico).

En el anexo fotográfico, cada imagen correspondiente a fauna contiene su Código de identificación, Familia, Nombre científico y nombre común. Como se muestra a continuación:



Código: IV.25_Aves_1
Familia: Emberizidae
Nombre científico: *Peucaea sumichrasti*
Nombre común: Zacatonero istmeño

Las imágenes de vegetación y fauna están georeferenciadas en los anexos: *Anexo VIII-1* al *Anexo VIII-6*

VIII.4 VIDEOS

No aplica

VIII.5 OTROS ANEXOS

VIII.5.1 LISTADOS FLORÍSTICOS Y FAUNÍSTICO

Dentro de los anexos se incluyen las listas de especies de flora y fauna con características ecológicas, económicas y sociales relevante (*Anexos IV-10, IV-11, IV-12, IV-14, IV-15*).

VIII.5.2 DOCUMENTOS LEGALES.

Estos documentos se encuentran referenciados en el capítulo I de esta manifestación y se pueden consultar en el *Anexo I-2*.

VIII.5.3 RESULTADOS DE LABORATORIO.

Los resultados de los análisis de laboratorio de las muestras de suelo, son interpretados en su respectivo apartado dentro del capítulo IV, y los resultados completos se encuentran en el Anexo IV-4.

VIII.5.4 RESULTADOS DE ANÁLISIS Y/O TRABAJOS DE CAMPO.

Esta información se encuentra en cada apartado del sistema natural (ambiental y socioeconómico) dentro del capítulo IV.

VIII.5.5 EXPLICACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS

El análisis matricial causa-efecto utilizado para la evaluación de los impactos ambientales y socioeconómicos se explica en el Capítulo V.

VIII.6 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Abundancia: es el número de individuos que presenta una comunidad por unidad de superficie o de volumen (densidad de la población).

Acahual: Nombre común que se da a las asociaciones vegetales secundarias en zonas de cultivo y pastoreo cuando son abandonadas y que se forman una vez destruida la original.

Acumulación (AC): Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada a la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, es decir, se considera simple, el efecto se valora como uno. Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro.

Anfibios: Se dice de los vertebrados de temperatura variable que son acuáticos y respiran por branquias durante su primera edad, se hacen aéreos y respiran por pulmones en su estado adulto. En el estado embrionario carecen de amnios y alantoides.

Arbóreo: Referente al estrato conformado por las especies de árboles, generalmente mayores a 3 m de alto y que habitan un lugar.

Arbustivo: Estrato conformado por plantas leñosas, menores a 3 m, cuyo tallo se ramifica desde la base.

Caducifolia: Que permanece sin hojas durante una parte del año.

Cámbico: Connotativo de un cambio de color, estructura o consistencia de un suelo.

Componentes ambientales: Están definidos como entidades biológicas, particularmente por los órdenes taxonómicos de la fauna presente en los diferentes tipos de vegetación.

Composición. La manera como está integrado un grupo de organismos. Se aplica en particular, dentro de la biología, para la ordenación jerarquizada y sistemática, con sus nombres, de los grupos de organismos.

Comunidad vegetal: Conjunto de plantas de cualquier rango, que viven e interaccionan mutuamente en un hábitat natural.

Corredor biológico: Espacio geográfico limitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitats naturales o modificados.

Criticalidad: Se define como la medida cualitativa de las unidades ambientales que pondera su importancia como proveedora de servicios ambientales, la presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección y aquellos elementos de importancia desde el punto de vista social.

Diversidad: se refiere a la variedad de especies que constituyen una comunidad.

Diversidad alfa: es el número de especies en un área pequeña siendo ésta área uniforme. El índice de Shannon mide este tipo de diversidad.

Diversidad beta: Comprende la heterogeneidad dentro de un ecosistema a través de la determinación del cambio en la composición de especies a través de un gradiente fisiográfico. Se expresa en tasas de cambio de la composición de las especies o índices de similitud.

Diversidad gamma: es el número total de especies observadas en todos los hábitats de una determinada región que no presenta barreras para la dispersión de los organismos.

Distribución: Arreglo espacial de una especie sobre su hábitat.

Distribución potencial: Es la extensión de terreno en el que las especies pueden habitar, con base en su capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas. La distribución real o verificada generalmente es menor que la potencial.

Especie amenazada: Aquella especie, o poblaciones de la misma, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si se presentan y prevalecen factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Dosel: Piso superior, techo.

Efecto (EF): Este atributo se refiere a la relación causa efecto, o forma de manifestación de un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la actuación consecuencia directa de ésta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, si no que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma valor de uno en el caso de que el efecto sea secundario y el valor cuatro cuando sea directo.

Emisión: Es la descarga directa o indirecta a la atmósfera de sustancia o energía, en cualquiera de sus estados físicos.

Epífita: Vegetal que vive sobre otras plantas sin sacar de ellas su nutrimento.

Especie: Unidad básica de la clasificación de los organismos, que incluye a grandes rasgos, a todos los individuos que se parecen entre sí más que otros y que por fecundación recíproca producen descendencia fértil.

Especie en peligro de extinción: Aquella especie cuya área de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Especie endémica: Aquella que tiene distribución restringida a nivel regional, estatal o de país.

Especie sujeta a protección especial: Aquella especie o población que podría llegar a encontrarse amenazada por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Excreta: Deyección de los restos no digeridos de los alimentos.

Extensión (EX): Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (porcentaje del área respecto al entorno en el que se manifiesta el efecto). La selección producirá un efecto muy localizado; considerando lo siguiente: impacto como un carácter puntual (uno). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo, el impacto será total (ocho), considerando las situaciones intermedias, según gradación, como impacto parcial (dos) y extenso (cuatro). En el caso de que el efecto sea puntual pero se produzcan en un lugar crítico (vertidos próximos y aguas arriba de una toma de agua, degradación paisajística en una zona muy visitada, etc), se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del porcentaje de extensión en que se manifiesta.

Flora: Conjunto de plantas que habitan en una región, analizado desde el punto de vista de la diversidad de los organismos.

Ganges: (Marcha de temperatura tipo) Se refiere a las regiones que presentan el mes más cálido del año antes del solsticio de verano (antes del mes de junio en el hemisferio norte, o antes de diciembre en el hemisferio sur).

Hábitat: Es un área que tiene una combinación de recursos como el alimento y el agua, así como de factores ambientales como la temperatura y la precipitación pluvial, que favorecen la presencia de individuos de una especie.

Herbáceo: Con aspecto de hierba, plantas no leñosas de consistencia blanda.

Herpetofauna: Nombre dado al conjunto de especies, tanto de anfibios como de reptiles, que habitan un área determinada.

Huella: Impresión en el terreno de las extremidades delanteras (manos) o traseras (patas) de mamíferos.

hm3: Hectómetros cúbicos, en este capítulo se refiere a volumen de agua en balances hidrológicos de gran escala.

Impacto: Efecto que una determinada actuación produce en los elementos del medio o en las unidades ambientales y que puede ser beneficioso, es decir positivo, o perjudicial, negativo. Se manifiesta cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Son internos y se generan de las actividades

del proyecto y nos estamos refiriendo a todas las acciones del proyecto, que se han identificado como agentes causales de afectaciones, positivas o negativas en el medio natural.

Impacto acumulativo: cuyo efecto al prolongarse en el tiempo, incrementa progresivamente su gravedad por carecer el medio de mecanismos de eliminación efectivos similares al incremento del impacto.

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

Impacto benéfico: Como impactos benéficos, se pueden reconocer a aquellos que son infringidos al sistema socio-ambiental que retribuyen e impulsan un proceso positivo que puede o no significar retribuciones económicas.

Importancia del impacto: La importancia del impacto, es la importancia del efecto ante una acción sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental aceptado. La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante la fórmula propuesta a continuación y está dada en función del valor asignado a los símbolos considerados.

Intensidad (I): Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El factor está comprendido entre 1 y 12 en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 representa una afección de intensidad baja. Los valores intermedios entre estos dos términos manifestarán una afectación parcial.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecute la acción que produce el impacto.

Magnitud del impacto: Medida relativa del cambio que experimenta cada componente relevante al ejecutarse el proyecto con relación al valor que presenta dicho componente en el área de influencia.

Momentos (MO): El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t_0) y el comienzo del centro (t_j) sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, en momentos será inmediato, y si es inferior a un

año, (corto plazo) se le asignará un valor de (cuatro). En un periodo de tiempo que va de uno a cinco años, (largo plazo), se asignará también un valor (uno).

MJ/m²: Megajoules por metro cuadrado de superficie. En este caso una medida de la energía de la radiación solar a nivel de superficie.

Nativa: Planta propia del sitio, que crece espontáneamente y se reproduce sin intervención humana por encontrarse ecológicamente bien adaptada. Sinónimos: autóctona, indígena.

Naturaleza del impacto (NA): Hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones sobre cada uno de los factores considerados.

Ócrico: Subunidad de suelo que se caracteriza por presentar en la superficie una capa de color claro y pobre en materia orgánica.

Perenne: Duradero. Referente a las plantas que duran 3 o más años.

Periodicidad (PR): Se refiere a la regularidad de manifestación, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor cuatro, a los periódicos un valor de dos y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y los discontinuos uno. Un ejemplo de efecto continuo, es la ocupación de un espacio consecuencia de una construcción. El incremento de los incendios forestales durante el estío, es un efecto periódico, intermitente y continúan en el tiempo. El incremento del riesgo de incendios, consecuencia de una mejor accesibilidad a una zona forestal, es un efecto de aparición irregular, no periódico, ni continuo pero de gravedad excepcional.

Persistencia (PE): Se refiera al tiempo que supuestamente, permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornará a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Situará menos de un año, considerando que la selección produce un efecto fugaz, asignándole un valor de uno. Si dura entre uno y diez años es considerado temporal (dos); y si el efecto tiene una duración superior a los diez años, consideramos el efecto como permanente asignándole un valor de cuatro. La persistencia es independiente a la reversibilidad. Un efecto permanente, puede ser reversible o irreversible. Los efectos fugaces y temporales son siempre reversibles recuperables y los efectos permanentes pueden ser irreversibles e irrecuperables.

Plutónicas (rocas): Rocas originadas por solidificación de magmas –silicatados- dentro de la corteza terrestre.

P/T: Coeficiente precipitación/temperatura, utilizado para distinguir condiciones de humedad en un tipo de clima.

Rastro: Cualquier señal o indicio que dejan los mamíferos durante sus actividades.

Recuperabilidad (MC): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es preciso con la posibilidad de retornar las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor de uno o dos, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si no es parcialmente, el efecto liquidable toma un valor de cuatro. Cuando el efecto es irrecuperable con alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana se le asignará un valor de 8. En el caso de ser irrecuperable existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias por lo tanto el valor asignado será cuatro.

Redes de niebla: Redes de nylon de 6 y 9 m de longitud y 2,5 m de ancho y abertura de malla de 3/4 de pulgada, que se utilizan para atrapar aves o murciélagos sin hacerles daño.

Reptiles: Son animales vertebrados, que a diferencia de los anfibios, tienen la piel dura, cubierta de escamas, y sus huevos tienen cáscaras casi impermeables o son vivíparos. Estas dos características les permiten vivir lejos del agua en algunos de los hábitats más secos del mundo. Aunque los reptiles tienen sangre fría, con frecuencia se calientan tomando sol; una vez que se han calentado pueden moverse más rápido.

Reversibilidad (RV): Se refiere al tiempo de reconstrucción, total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, existe la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que esta deja de actuar sobre el medio. Si es a corto plazo, se le asigna un valor de uno, si es a medio plazo (dos) y si el efecto es irreversible se le asigna el valor cuatro. Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos son los mismos asignados en el parámetro anterior (Recuperabilidad).

Sinergia (SI): Este atributo completa el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocado por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las

acciones que las provocan actúan de manera independiente y no simultánea. Cuando una acción actúa sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor de uno, si presenta un sinergismo moderado el valor asignado será dos y si es altamente sinérgico cuatro.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Textura: Proporción relativa de los diferentes tamaños de partículas minerales del suelo menores a 2 mm de diámetro.

Trampas Sherman: Trampas de aluminio que se ceban y se utilizan para la captura sin daño de pequeños mamíferos principalmente.

Transectos: Línea recta de tamaño considerable donde se van colocando las trampas Sherman, cada 10 m. También puede entenderse como recorridos realizados, por lo general a pie, a lo largo de una línea que permite facilitar información sobre la composición faunística.

Vegetación secundaria: Acahual. Calificativo de la vegetación o procesos ecológicos influidos directa o indirectamente por el hombre.

VIII.7 BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA (POR TEMA)

VIII.7.1 VINCULACIÓN

Certificado CONANP-08-/2004 de la zona de uso común en río verde del cerro Tolistoque. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. SEMARNAT

Certificado CONANP-12-/2004 de la zona de uso común en cerro bandera de la sierra Tolistoque. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. SEMARNAT

Certificado CONANP-20/2005 de la zona 1 y 2 del área de uso común. Comisión Nacional de áreas naturales protegidas. SEMARNAT

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. Última reforma publicada en DOF 09 de febrero de 2012. Disponible en web:
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm>

CONANP 2012. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en web:

http://www.conanp.gob.mx/listado_areas.html

CONABIO 2012. Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad. Disponible en web:

<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>

Conferencia Internacional sobre Energías Renovables. Disponible en web:

http://www.sener.gob.mx/webSener/res/PE_y_DT/pe/conf_inter_er.pdf

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma publicada en: DOF. 04-

06-2012. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgeepa.htm>

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma publicada en DOF. 04-06-2012.

Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgdfs.htm>.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última reforma publicada en DOF. 30-

05-12. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgpgir.htm>

Ley General de Vida Silvestre. Última reforma publicada en DOF. 06-06-2012

<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgvs.htm>

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica. Última reforma DOF. 09-04-2012. Disponible en:

<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm>

Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

Publicada en DOF 12-01-2012. Disponible en web:

<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/laerfte.htm>

Normas Oficiales Mexicanas. Disponible en web: <http://www.economia-noms.gob.mx/noms/inicio.do>

Plan de Manejo de las Áreas de Protección Ejidal Certificadas en Mena-Nizanda, Asunción Ixtaltepec,

Oaxaca. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Sociedad para el Estudio de los Recursos Bióticos de Oaxaca, A.C. Universidad Nacional Autónoma de México.

Plan Estatal de Desarrollo Sustentable del Estado de Oaxaca 2011-2016. Disponible en web:

<http://www.oaxaca.gob.mx/>

Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Disponible en web: <http://pnd.presidencia.gob.mx/>

Plan Municipal De Desarrollo 2011-2013 Asunción Ixtaltepec, Oaxaca

POISE 2011-2025. Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2011-2025. Disponible en web:
<http://aplicaciones.cfe.gob.mx/aplicaciones/otros/POISE20102024.ZIP>

Programa Sectorial de Energía 2007-2012. Disponible en web:
<http://www.energia.gob.mx/webSener/portal/Default.aspx?id=1426>

Prospectiva del Sector Eléctrico 2009-2024. Disponible en web: <http://www.sener.gob.mx>

Protocolo de Kyoto. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Última reforma publicada en DOF 26-04-2012. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley.htm>

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma publicada en DOF el 21 de febrero de 2005. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última reforma publicada en DOF el 30 de noviembre de 2006. Disponible en:
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. Última reforma publicada en DOF 30 de noviembre 2006. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>

Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica. Última reforma publicada en Diario Oficial de la Federación el 25 de mayo de 2001. Disponible en web:
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>

Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. Publicada en Diario Oficial de la Federación el 2 de septiembre de 2009. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>

VIII.7.2 CLIMA

CFE. 2000. Observaciones meteorológicas (información inédita). Registros meteorológicos de diversas estaciones en la República Mexicana. Comisión Federal de Electricidad.

CFE. 2003. Datos horarios del viento para 1999 de la estación La Venta, Oaxaca (información inédita). Comisión Federal de Electricidad.

- CONAGUA. 1980. Normales Climatológicas 1941-1970 de Chicapa y Unión Hidalgo, Oaxaca. Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA. 2007. Normales Climatológicas provisionales 1961-1990 del estado de Oaxaca. Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua. <http://smn.cna.gob.mx>.
- CONAGUA. 2010. Normales Climatológicas 1971-2000 del estado de Oaxaca. Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua. <http://smn.cna.gob.mx>.
- Elliot, D., M. Schwartz, G. Scott, S. Haymes, D. Heimiller, R. George. 2004. Atlas de Recursos Eólicos del Estado de Oaxaca. National Renewable Energy Laboratory. NREL/TP-500-35575.
- Fuentes, O., M. T. Vázquez. 1997. Probabilidad de presentación de ciclones tropicales en México. Cuadernos de Investigación 42, CENAPRED. 37 pp.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 217 pp. México.
- García, E. 1997. Mapas de climas 1:1 000 000 (clasificación Köppen modificado por E. García). Hojas Chiapas. CONABIO.
- Hernández, E., A. Tejada y S. Reyes. 1991. Atlas Solar de la República Mexicana. Col. Textos Universitarios. Universidad Veracruzana – Universidad de Colima. 155 pp.
- IMTA. 2006. CD ERIC-III: Extractor Rápido de Información Climática, versión 3.0. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua- Comisión Nacional del Agua. CD-ROM.
- Romero-Centeno R., J. Zavala-Hidalgo, A. Gallegos, J. O'Brien. 2003. Isthmus of Tehuantepec Wind Climatology and ENSO signal. *Journal of Climate* 16: 2628-2639.
- Unisys. 2007. Unisys Weather – Hurricane. <http://weather.unisys.com/hurricane/index.html>
- Unisys. 2010. Unisys Weather – Hurricane. <http://weather.unisys.com/hurricane/index.html>

VIII.7.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

- Carranza-Edwards, A. 1980. Ambientes Sedimentarios Recientes de la Llanura Costera Sur del Istmo de Tehuantepec. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*. Vol. 7, No. 2.
- Ferrusquía, I. 1998. Geología de México: una sinopsis. p. 3-108. Publicado en: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (compiladores), 1998. *Diversidad Biológica de México*. Instituto de Biología UNAM. 792 pp.

- INEGI. 1984. Carta Geológica Escala 1:250 000. E15-10 D15-1. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- INEGI. 2000. Datos Vectoriales Fallas y Fracturas escala 1:1 000 000. Instituto Nacional de estadística y geografía.
- Manea, M., V. Manea, L. Ferrari, V. Kostoglodov, W. Bandy. 2005. Tectonic evolution of the Tehuantepec Ridge. *Earth and Planetary Science Letters* 238 (2005) 64–77. Elsevier.
- SSN-UNAM. 2007 Consulta electrónica del Boletín Sismológico. Servicio Sismológico de la UNAM. <http://www.ssn.unam.mx/SSN/datos.html>.
- Zepeda, O., S. González (Editores). 2001. Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres de México. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 225 pp.

VIII.7.4 EDAFOLOGÍA

- FAO-UNESCO. 1998. Mapa mundial de suelos – leyenda revisada. Informes sobre recursos mundiales de suelos 60. FAO – UNESCO – ISRIC. 142 pp.
- INEGI. 1983. Carta Edafológica Escala 1:250000. Hoja: E15A85 1:50 000. (2ª Impresión 2000). Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- INIFAP-CONABIO 1995. Metadatos “Edafología”. Escalas 1:250 000 y 1:1 000 000. México.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.

VIII.7.5 HIDROLOGÍA

- Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. Aguas continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. <http://www.conabio.gob.mx>.
- CNA. 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006 Región V Pacífico Sur. México. 237 pp. <http://www.cna.gob.mx>.

VIII.7.6 VEGETACIÓN

Ambrosio Montoya, A y Avendaño Reyes, S. 1999. Catálogo de Plantas Útiles del Municipio de Misantla, Veracruz. Revista de la Universidad Veracruzana. La Ciencia Y El Hombre. Número 31, Volumen XI. Xalapa, Ver.

Avendaño Reyes, S. 1989. Base de Datos de las Plantas Útiles de México. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver.

Avendaño Reyes, S. y Acosta-Rosado, I. 2000. Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz. Publicación Madera y Bosques Vol. 6 No. 1 Ed. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Ver. México.

Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York, 1262 pp., ISBN 0-231-038801

Garza S. W. 2008. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad regional de proyectos de generación. Transmisión y transformación de energía eléctrica. Parque Eólico Istmeño; Oaxaca. INGESA, S. A. DE C. V.

Gentry A. 1996. A Field guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú). The University of Chicago Press. United States of America. 895p.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1983. "Carta de uso del suelo y vegetación. E15-10. Escala 1: 250 000.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2010. ITER 2010.
http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx?c=27329&s=est

Melic, A. 1993. Biodiversidad y riqueza biológica. Paradojas y problemas. Z (3): 97-104. Artículo.

Miranda, F. y E. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28: 29–179.

Missouri Botanical Garden W3 TROPICOS. <http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx>.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Mostacedo B, Fredericksen TS (2000) Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 87 pp

- Niembro Rocas, A. 1990. Árboles y Arbustos Útiles de México. Universidad Autónoma de Chapingo Departamento de Bosques. Ed. Limusa Noriega. México.
- Rincón, E. y Asesores. 2005. Manifestación de Impacto Ambiental. Proyecto Eólico “La Ventosa”. México.
- Rincón, E. y Asesores. 2006. Manifestación de Impacto Ambiental. Parque eólico “Eurus”. México.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial LIMUSA, S.A. México. 431 p.
- Semarnat. 2010. Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-ECOL-2010. Protección ambiental- Especies de la flora y fauna silvestres de México- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Listas de especies en riesgo. Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. D.F. 83 pp.
- Sosa, V. y Gómez-Pompa, A. 1994. Flora de Veracruz, Lista Florística, fascículo 82. Instituto de Ecología, A. C. y University of California. Xalapa, Veracruz, México.
- Standley, P. C. 1958. Flora of Guatemala. EE. UU. Chicago Natural Museum. Fieldiana botany 24 (1)11-63

VIII.7.7 FAUNA

- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C. y CONABIO. Xalapa, Ver., México. 212 pp.
- Arnett, E. B. (2007) Patterns of pre-construction bat activity at a proposed wind facility in northwest Massachusetts. Annual report Prepared for the Bats and wind energy cooperative.
- AOU (American Ornithologists’ Union). 2011. Checklist of North American birds. 9th ed. American Ornithologists’ Union. Washington, D.C.
- Bernard, E. (2001), Vertical stratification of bat communities in primary forest of Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 17:115-126.
- Binford, L. C. 1989. A distributional survey of the birds of the Mexican State of Oaxaca. American Ornithologist Union, Ornithol. Monogr. No 43, Washington, D.C.
- Campbell, J. and W. Lamar. 1989. The Venomous Reptiles of Latin America, Cornell University Press, Nueva York.

- Casas-Andreu G., F. Méndez-de la Cruz y J. L. Camarillo. 1996. Anfibios y Reptiles de Oaxaca. Lista, distribución y conservación. *Acta Zoológica Mexicana* 69:1-35.
- Ceballos, G. y Oliva, G. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 986 pp.
- CITES 2011. Lista de las especies CITES. Secretaria de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Tomado de <http://www.cites.org>
- Cooper, B. A., R. H. Day, R. J. Ritchie & C. L. Cranor. 1991. An improved marine radar system for studies of bird migration. *Journal of Field Ornithology* 62:367-377.
- Dunn, J. L. & K. L. Garrett. 1997. A field guide to warblers of North America. Houghton Mifflin Co., Boston MA.
- EBIRD 2012. Checklist aves de La Ventosa. <http://ebird.org/ebird/map/>
- Escalante, P. A., M. Sada y J. R. Gil. 1996. Listado de nombres comunes de las aves de México. CONABIO. Sierra Madre. 32 p.
- EstimateS Statistical estimation of species richness and shared species from samples Version 8.0.0 2006 by Robert K. Colwell, University of Connecticut USA, Copyright 1994-2012
- FURUNO. 2002. Operator's manual. 15" Multi-color high performance shipborne radar and ARPA. Model FR-1500 MARK-3 series. FURUNO Electric Co. Ltd., Nishinomiya, Japan.
- Frost, D., T. Grant, J. Faivovich, R. Bain, A. Haas, C. Haddad, R. De Sá, A. Channing, M. Wilkinson, S. Donnellan, C. Raxworthy, J. Campbell, B. Blotto, P. Moler, R. Drewes, R. Nussbaum, J. Lynch, D. Green & W. Wheeler. 2006. The Amphibian Tree of Life. *Bulletin of the American National History Museum* No. 297, Nueva York.
- Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zool. Mex.* (n. s.) 73:57-74.
- García A., A. y G. Ceballos. 1994. Guía de Campo de los Reptiles y Anfibios de la Costa de Jalisco. Fundación Ecológica de Cuixmala, A.C. Instituto de Biología, UNAM, México D.F. 184 pp.
- García-Mendoza, A. y R. Torres-Colín. 1999. Estado actual del conocimiento sobre la flora de Oaxaca, México. In: Vásquez Dávila, M. A. (Ed.). *Sociedad y naturaleza en Oaxaca* 3. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. Oaxaca. pp. 50-86.

- Guyer, C. & Savage, J. M. (1986). Cladistic relationships among anoles (Sauria: Iguanidae). *Systematic Zoology*, 35, 509-531.
- Howell, S.N.G. & S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford University Press, New York.
- INECOL. 2003. *Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, para el Proyecto P.E. La Venta II*.
- INECOL-CFE, 2007. *Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Particular. del Proyecto 31 CE La Venta III, Oaxaca. Reporte Final. Junio de 2007*.
- INECOL-CFE. 2009. *Plan de Vigilancia de la fauna (aves y murciélagos) dentro de la Central Eléctrica La Venta II, Municipio de Juchitán. Informe Final. Diciembre 2009*.
- INECOL. 2011. "Plan de vigilancia de la fauna (aves y murciélagos) en la central eólica la venta II, Oaxaca 2011.
- INE-CONABIO 1997. *Guías de aves canoras y de ornato*.
- Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1997. *Guía de Aves Canoras y de Ornato*. INE, Conabio, México.
- Kays, R. W. y D. E. Wilson. 2002. *Mammals of North America*. Princeton University Press. 240 p.
- Kovach, W. 2010. *Oriana version 2.0*. Kovach Computing Services, Anglesey, Wales.
- Köhler, G. 2003. *Reptiles of Central America*. Herpeton. 367 pp.
- Kunz, H.T. 2004. Wind power: bats and wind turbines. Pp. 50-56 In: *The American wind energy Association and The American Bird Conservancy. Proceeding of the wind energy and birds/bats workshop: understanding and resolving bird and bat impacts*. Washington, DC. May 18-19. 107 pp.
- Kunz, H.T.E., B. Arnett, W. Cooper, R. Erickson, T. Larkin, M. Mabee, Morrison, M.D. and J. Szewczak. 2007. *Assessing impacts of wind-energy development on nocturnally active birds and bats: a guidance document*. *The Journal of Wildlife Management* 71(8): 2449-2486.
- Lee, J. C. 2000. *A Field Guide to the Amphibians and Reptile of the Maya World: the lowlands of Mexico, Northern Guatemala y Belize*. Compstock/Cornell Paperbacks. Cornell University Press.

- North American Mammals. 2012. <http://www.mnh.si.edu/mna>.
- Medellín, R.A., Arita, H.T y Sánchez, O. 1997. Identificación de los murciélagos en México, clave de campo. Asociación Mexicana de Mastozología, México. 83 pp.
- Medellín, R. A., H. T. Arita y O. Sánchez. 2008. Identificación de los murciélagos de México, clave de campo, Segunda Edición. Instituto de Ecología, UNAM-CONABIO, 89 pp
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. SEA. 83 pp.
- MultiVariate Statistical Package (MVSP) Version 3.21 Copyriht 1985-2012 Computing services.
- National Geographic Society. 2000. Field guide to the birds of North America, 3th ed. National Geographic Society, Washington, D. C. 480 p.
- Nieblas, E. 2011. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular. Proyecto eólico. Parque Eólico Bii Nee Stipa II. <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36777609>
- Pelcastre V. L. y O. A. Flores-Villela. 1992. Lista de especies y localidades de recolecta de la herpetofauna de Veracruz, México. Publ. Esp. Mus. Zool.4:25-96.
- Pérez-García 2006. Plan de manejo de las Áreas de protección ejidal certificadas en Mena-Nizanda, Asunción Ixtaltepec, Oaxaca. CONANP, UNAM, SERBO A.C
- Pyle, P. 1997. Identification Guide to North American Birds. Part 1. Slate Creek Press, Bolinas, CA. 742 p.
- Ramírez-Bautista, A. 1994. Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México. Instituto de Biología, UNAM. 127 pp.
- Ramírez-Pulido J., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s) 21(1): 21-82.
- Reeder, T. W., C. J. Cole & H. C. Dessauer. 2002. Phylogenetic relationships of whiptail lizards of the genus *Cnemidophorus* (Squamata: Teiidae): a test of monophyly, reevaluation of karyotypic evolution and review of hybrid origins. American Museum Novitates 3365:1–61.
- Rincón, E. y Asesores A.C. 2005. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular. Proyecto Eólico. “La Ventosa”. Noviembre de 2005.
- <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/oax/estudios/2005/200A2005E0011.pdf>

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. 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. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., México.

Sibley, D. 2000. The Sibley guide to Birds. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, Inc. 545 p.

SIGEA. 2007. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular. Proyecto Eólico. Fuerza Eólica del Istmo. Enero de 2007.

<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/oax/estudios/2007/20OA2007E0001.pdf>

SIGEA. 2010. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular. Proyecto Eólico. Central Eoloeléctrica en el Istmo de Tehuantepec.

<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/oax/estudios/2003/20OA2003ED001.pdf>

Smith, H. H y E. H. Taylor. 1996. Herpetology of Mexico – Annotated checklist and key to the Amphibians and Reptiles: A reprint of bulletins 187, 194 and 199 of the US National Museum with a List of Subsequent 1st Ed. Ashton: Eric Lundberg. 639 pp.

Stattersfield, A. J., Crosby, M. J., Long, A. J & D. C. Wege. 1998. Endemic Bird Areas of the World. BirdLife Conservation Series no 7. BirdLife International, Cambridge, 846 p.

UICN 2011. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Zalles, J. I. & K. L. Bildstein (Eds). 2000. Raptor watch: a global directory of raptor migration sites. Birdlife International, Cambridge; Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA.

VIII.7.8 SOCIOECONÓMICO

Bassols-Batalla, 1990. Atlas Nacional de México. Mapa VI.14.3. Regionalización Económica. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México.

CONAPO. 2009. Sistema Urbano Nacional: Población y tasas de crecimiento

http://www.conapo.gob.mx/distribucion_tp/material/01_01.xls

http://www.economia.com.mx/regiones_socioeconomicas_de_mexico.htm

INEGI. 2006. Resultados del II Censo de Población y Vivienda 2005. Principales resultados por localidad 2005.

<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/conteo2005/localidad/iter/default.asp>

INEGI. 2010. Resultados del II Censo de Población y Vivienda 2005. Principales resultados por localidad 2010

<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/conteo2005/localidad/iter/default.asp>

INECOL, 2003. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto Eólico La Venta II-Oaxaca.

INEGI. 2006. Resultados del II Censo de Población y Vivienda 2005. Principales resultados por localidad 2005.

<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/conteo2005/localidad/iter/default.asp>

Regiones económicas de México.

http://www.economia.com.mx/regiones_socioeconomicas_de_mexico.htm

SSA. 2009. Cédula de micro diagnóstico familiar. Unidad Médica Rural No. 12. Santo Domingo Ingenio. Secretaria de Salubridad y Asistencia. Secretaría de Salud. 2001. Manual para la Vigilancia Epidemiológica Simplificada. Instituto Mexicano del Seguro Social. 31 p.

WIIIE/FMDR 2003. Información sobre arrendamiento de tierras y potencial de generación de empleos relacionados con el desarrollo de proyectos eolieléctricos en México. Elaborado para USAID/México y Gobierno del Estado de Oaxaca. 67 p.

VIII.7.9 DIAGNÓSTICO

Arizmendi, M. C. y L. M. Valdelamar (eds.). 1998. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D. F. 440 p. + 1 mapa.

Conesa, V. F. 2010. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Editorial Mundi-Prensa, España. 864 p.

Gómez, O. D. 2010. Evaluación de Impacto Ambiental. Editorial Mundi-Prensa, España. 749p

Goulder, L. H. & D. Kennedy. 1997. Valuing Ecosystem Services: Philosophical Bases and Empirical Methods. In: Daily, G. C (Ed.). Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press, Washington, D.C. pp 23-47.

INECOL, 2003. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del proyecto Eólico La Venta II-Oaxaca, Capítulos y Anexos.

INECOL-CFE, 2007. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Particular. Proyecto 31 CE La Venta III, Oaxaca. Reporte Final. Junio de 2007.

Pérez-Maqueo, O. 2003. Las Manifestaciones de Impacto Ambiental: un análisis crítico. Tesis Doctoral, Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver. 160 p + anexos.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial LIMUSA, S.A. México. 431 p.

Stattersfield, A. J., M. J. Crosby, A.J. Long. & D. C. Wege. 1998. Endemic Bird Areas of the World. Priorities for Biodiversity Conservation. BirdLife International. Cambridge, UK.

VIII.7.10 IMPACTOS

Beanlands, G.E. and P.N. Duinker. 1983. An Ecological Framework for Environmental Impact Assessment in Canada. Institute for Resource and Environmental Studies, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia.

Canter, L. W. 1997. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. 2ª ed. McGraw Hill/Interamericana de España, S. A. U. Madrid, España, 84 p.

Conesa.-Fernández, V. 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 3ª ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, 412 pp.

Canadian Environmental Assessment Agency. 1999. Cumulative Effects Assessment Practitioners Guide. The Cumulative Effects Assessment Working Group.

Eccleston, Charles H. 2001. Environmental impact assessment: a guide to best professional practices.

Pérez-Maqueo, O. 2003. Las Manifestaciones de Impacto Ambiental: un análisis crítico. Tesis Doctoral, Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver. 160 pp + anexos.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Guía para la presentación de la manifestación ambiental del sector eléctrico, modalidad particular., México, D.F.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. 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. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., México.

INECOL. 2003. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, para el Proyecto P.E. La Venta II.

INECOL 2007. Monitoreo de murciélagos para el proyecto de Investigación Centro Regional de Tecnología Eólica (CERTE) para conocer el escenario previo a la instalación de tres aerogeneradores. Instituto de Ecología, A. C. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. 33 pp.

INECOL. 2009. "Estudio prospectivo de fauna avifauna y quirópteros para las centrales eoloelectricas Oaxaca I,II,III y IV, Oaxaca. Informe Final.

INECOL. 2011. "Plan de vigilancia de la fauna (aves y murcielagos) en la central eólica la venta II, Oaxaca 2011.

INECOL-CFE, 2007. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Particular. Del Proyecto 31 CE La Venta III, Oaxaca. Reporte Final. Junio de 2007.

UICN 2011. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Leopold L.B., F.E. Clark., B.B. Hanshaw y J.R. Balsley, 1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact. U.S. Geological Survey. Circular # 645. Department of the Interior. Washington, D.C.

VIII.7.11 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Gauthreaux, S. A. Jr. and C. G. Belser. 1999. The behavioural responses of migrating birds to different lighting systems on tall towers. In Proceedings of Avian Mortality at Communications Towers Workshop (A. Manville, editor), 11 August 1999.

Hodos, W., A. Potocki, T. Storm and M. Gaffney. 2001. Reduction of motion smear to reduce avian collisions with wind turbines. Pp. 88-105. National Avian-Wind Power Planning Meeting IV, Proceedings. Prepared by Resolve, Inc., Washington DC.

Jakle, A. (2012). Wind Development and Wildlife Mitigation in Wyoming: A Primer. Laramie, Wyoming, Ruckelshaus Institute of Environment and Natural Resources.

Kingsley, A. and B. Whittam. 2001. Potential Impacts of Wind Turbines on Birds at North Cape, Prince Edward Island: A report for the Prince Edward Island Energy Corporation. Bird Studies Canada, Atlantic Region. 31 p.

- Mossop, D.H. 1998. Five years of monitoring bird strike potential at a mountaintop wind turbine, Yukon Territory. CANMET Energy Technology Centre, Energy Technology Branch, Energy Sector, Department of Natural Resources Canada, Ottawa.
- Sterner, D. 2002. A Roadmap for PIER Research on Avian Collisions with Wind Turbines in California. California Energy Commission. 40 p.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. 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. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., México.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1993, Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., México.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-015-SCT3-1995, Que regula el señalamiento visual y luminoso de objetos Diario Oficial de la Federación (dof-01-09-1996). México, D.F., México.
- U.S. Fish & Wildlife Service. 2003. Service Interim Guidance on Avoiding and Minimizing Wildlife Impacts from Wind Turbines. Washington D.C.
- Rajvanshi, A. (2008). Mitigation and compensation in environmental assessment. TEAM EA Lecturer's Handbook. TwoEA-M. 5.