

En cuanto al estrato arbustivo, el mayor número de individuos se registró en jardineras y cercos vivos. El 87,5% de las especies registradas son introducidas, debido a su potencial como elementos ornamentales y con amplia plasticidad en el manejo por su adaptación a los trabajos constantes de poda.

Teniendo en cuenta que la mayoría de los individuos arbóreos registrados cuentan con amplios espacios, es característico el desarrollo de amplias copas. Del mismo modo, el clima de la zona y los cuidados a los que son sometidos favorecen el buen estado de la vegetación inventariada.

Como un complemento a la caracterización de las áreas verdes, se realizó el registro de elementos herbáceos, se identificaron 15 spp. pertenecientes a 10 familias. Las familias que presentaron mayor riqueza específica fueron la Poaceae (4 spp.), Commelinaceae (2 spp.) y Euphorbiaceae (2 spp.). La presencia de un mayor número de especies nativas en este estrato se debe a sus estrategias de vida. En este grupo se registraron dos especies como exóticas la *Sansevieria trifasciata* Prain y *Heliconia psittacorum*.

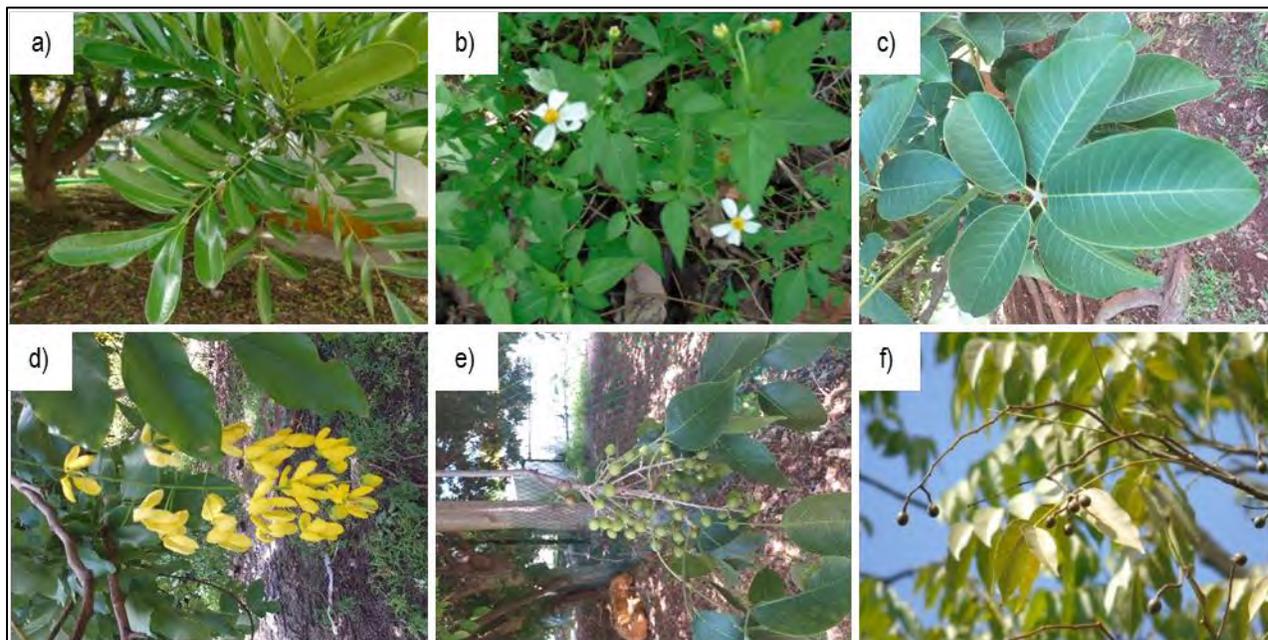


Foto IV.2.3.1.4-3. Especies registradas en el SP: a) *Simarouba glauca*; b) *Bidens pilosa*, c) *Pseudobombax ellipticum*, d) *Cassia fistula*; e) *Bursera simaruba* y f) *Cedrela odorata*

#### **IV.2.3.1.5.- Estimación de los volúmenes considerados para remoción**

Se registraron 302 individuos como parte de las áreas verdes al interior del SP, de los cuales, 241 presentaron crecimiento leñoso, por lo que se realizó la estimación de existencias volumétricas. Se identificó que hubo una segregación de las especies de las familias Cactaceae, Musaceae, Arecaceae que en su mayoría no presentan lignificación o crecimiento leñoso y aquellos del resto de las familias con un diámetro normal inferior a 5,0 cm debido a que las ecuaciones alométricas están diseñadas para diámetros mayores.

Con respecto a lo anterior, se estimó la posible remoción de 113,092 m<sup>3</sup> (Tabla IV.2.3-5), donde el 50% del volumen determinado está conformado por tres especies, *Delonix regia*, *Ficus benjamina* y *Cassia fistula*, todas consideradas como introducidas.

Tabla IV.2.3-5. Existencias volumétricas que se prevé remover

No	Especie	No. de individuos	Volumen total m <sup>3</sup> (V.T.A.)	Volumen (%)
1	<i>Albizia lebbbeck</i>	24	5,430	4,80
2	<i>Beaucarnea recurvata</i>	1	0,155	0,14
3	<i>Beaucarnea plianilis</i>	1	0,412	0,36
4	<i>Brosimum alicastrum</i>	1	0,362	0,32
5	<i>Bursera simaruba</i>	24	6,627	5,86
6	<i>Byrsonima crassifolia</i>	2	0,909	0,80
7	<i>Cassia fistula</i>	59	13,936	12,32
8	<i>Cassia grandis</i>	2	1,902	1,68
9	<i>Cedrela odorata</i>	9	5,858	5,18
10	<i>Citrus aurantium</i>	6	0,176	0,16
11	<i>Cordia dodecandra</i>	6	1,529	1,35
12	<i>Cupressus sempervirens</i>	1	0,039	0,03
13	<i>Delonix regia</i>	34	26,193	23,16
14	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	4,455	3,94
15	<i>Euphorbia lactea</i>	1	0,035	0,03
16	<i>Ficus benjamina</i>	26	18,705	16,54
17	<i>Ficus cotinifolia</i>	2	2,147	1,90
18	<i>Ficus religiosa</i>	6	4,305	3,81
19	<i>Leucaena leucocephala</i>	8	0,671	0,59
20	<i>Mangifera indica</i>	2	2,131	1,88
21	<i>Melia azedarach</i>	1	0,056	0,05
22	<i>Prunus dulcis</i>	3	2,984	2,64
23	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	4	4,514	3,99
24	<i>Psidium guajava</i>	5	0,560	0,50
25	<i>Senna sp.</i>	1	0,144	0,13
26	<i>Simarouba glauca</i>	1	1,683	1,49
27	<i>Spondias purpurea</i>	2	0,239	0,21
28	<i>Tabebuia rosea</i>	5	2,966	2,62
29	<i>Tamarindus indica</i>	1	3,283	2,90
30	<i>Thuja orientalis</i>	2	0,684	0,60
<b>Total</b>		<b>241</b>	<b>113,092</b>	<b>100,00</b>

#### **IV.2.3.1.6.- Especies con categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Considerando el listado de especies registrado, para el caso del SAR se tienen dos especies con categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, la especie *Thrinax radiata* con categoría de Amenazada (A) y *Cedrela odorata* con categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr).

Para el listado del SP, tan solo se tiene el registro de *Cedrela odorata* con categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr).

Teniendo en cuenta el origen de las especies que se prevé remover por el desarrollo del proyecto, es pertinente asegurar que no habrá afectación a la biodiversidad. En atención a ello, se propondrán una serie de medidas en cuyo alcance se prevé la mitigación y/o compensación de tales impactos (Capítulo VI).

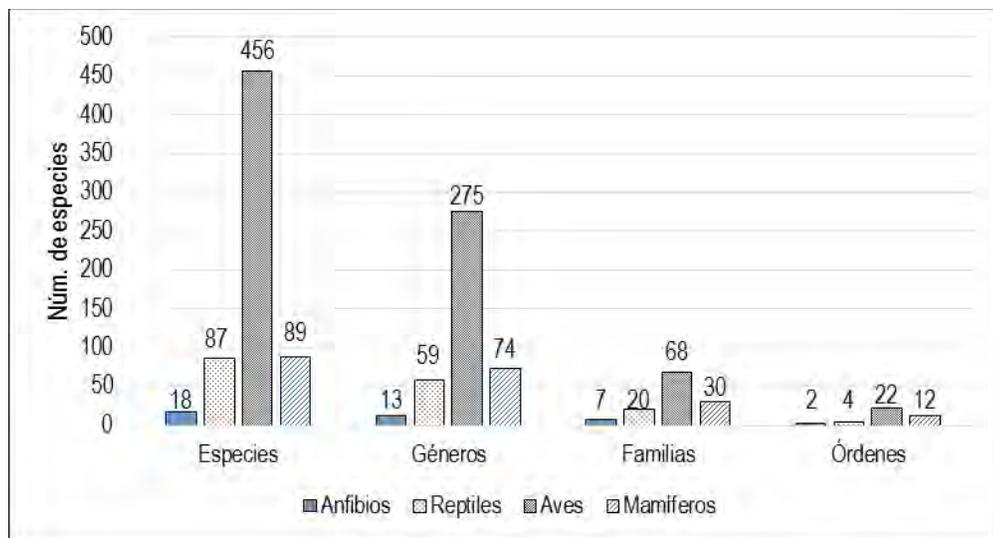
#### **IV.2.3.2.- Fauna**

La Central Termoeléctrica Mérida IV se localizará en la parte suroeste de la zona industrial de la ciudad de Mérida, Yucatán, por lo cual desde el punto de vista zoogeográfico el Área de Influencia (AI) y el Sistema Ambiental Regional (SAR) pertenecen a la Provincia Biótica Yucatán (Álvarez y de Lachica, 1991).

La Provincia Biótica Yucatán se caracteriza por la extensión del karso calizo que le condiciona un peculiar tipo de vegetación y una hidrología característica, los factores antes mencionados son decisivos en el desarrollo de una fauna originada a partir de la que existe en la región del Petén imprimiéndole un sello que se denomina efecto de Peninsularidad (Álvarez y de Lachica, op.cit).

##### **IV.2.3.2.1.- Registros bibliográficos**

Al realizar una consulta bibliográfica para el AI y SAR, no se encontraron registros precisos para ambas zonas, la información de los vertebrados terrestres y voladores con la que se cuenta hasta el 2010 incluye todo el estado de Yucatán, donde el grupo de los anfibios se tiene reconocidas 18 spp., pertenecientes a dos órdenes, siete familias y 13 géneros; respecto a los reptiles se tienen identificadas 87 spp., pertenecientes a cuatro órdenes, 20 familias y 59 géneros (Cháble-Santos, 2010); para el caso de las aves se tienen registradas 456 spp., las cuales están incluidas en 22 órdenes, 68 familias y 275 géneros (Cháble y Pasos, 2010) y finalmente para el grupo de los mamíferos se tienen identificadas 89 spp., pertenecientes a 12 órdenes, 30 familias y 74 géneros (Hernández-Betancourt et al., 2010; Gráfica IV.2.3-1).



Gráfica IV.2.3-1. Vertebrados terrestres y voladores registrados bibliográficamente

#### IV.2.3.2.2.- Fauna silvestre registrada en el Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia

Los registros de las especies de fauna silvestre presentes en el SAR se realizaron mediante trabajo en campo (del 27 al 31 de agosto de 2019). Asimismo, se eligieron ocho puntos de muestreo, cuatro dentro de las instalaciones de la CT Mérida IV pertenecientes al Área de Influencia (los puntos de muestreo 1 y 2 pertenecen al Sitio de Proyecto) y cuatro se realizaron fuera de las instalaciones de la CT, los cuales pertenecen al Sistema Ambiental Regional (Tabla IV.2.3-6, Figura IV.2.3-4 y Figura IV.2.3-5).

Tabla IV.2.3-6. Puntos de muestreo faunístico realizados en el AI y SAR

Punto de muestreo	Área	Coordenadas UTM		Elevación (msnm)
		X	Y	
1	SP	220 533	2 316 406	11
2		220 391	2 316 270	13
3	AI	220 271	2 316 497	13
4		220 596	2 316 686	13
1	SAR	219 517	2 316 710	12
2		219 118	2 316 248	12
3		218 452	2 315 851	11
4		217 643	2 316 239	13

Es importante mencionar que para el registro de los cuatro grupos de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), se realizaron diferentes metodologías para obtener los datos directos e indirectos, la implementación de dichas metodologías se menciona en el **Capítulo VIII (VIII.3.2)**.



Figura IV.2.3-4. Puntos de muestreo faunístico realizados en el Sitio de Proyecto (SP) y Área de Influencia (AI)

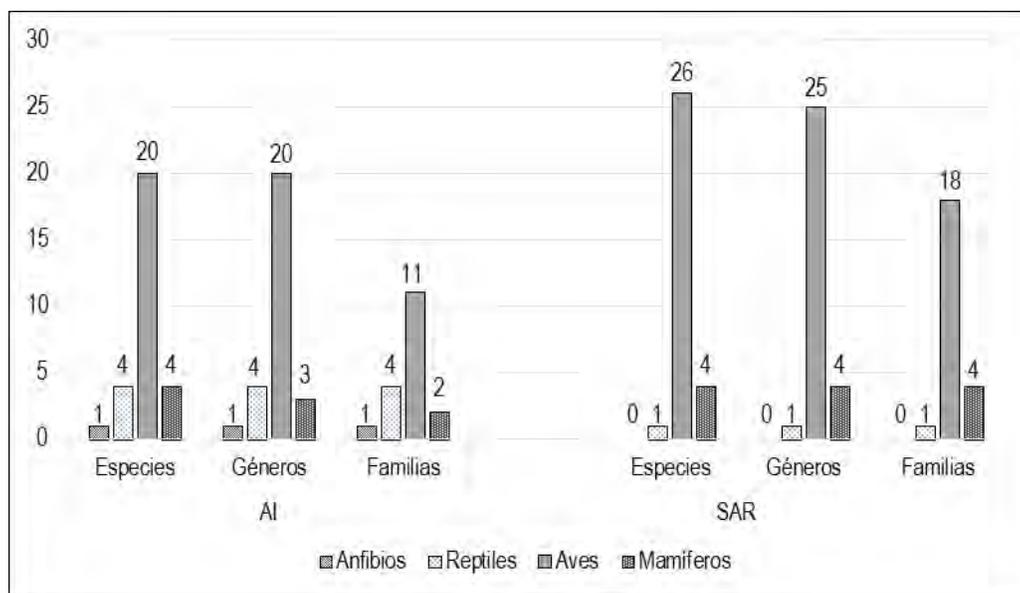


Figura IV.2.3-5. Puntos de muestreo faunístico realizados en el Sistema Ambiental Regional (SAR)

En el **SAR se contabilizaron 294 individuos, pertenecientes a 31 especies de vertebrados**, donde el grupo de las aves presentaron la mayor riqueza específica con 26 spp., seguido de los mamíferos con cuatro especies y los reptiles solo registraron una especie (Gráfica IV.2.3-2).

En el **AI se registraron 614 individuos pertenecientes a 29 especies de vertebrados**, donde el grupo de las aves presentaron la mayor riqueza específica con 20 spp., seguido de los mamíferos con cuatro especies, reptiles con cuatro especies y los anfibios solo registraron una especie (Gráfica IV.2.3-2).

Por lo anterior, con la finalidad de ampliar el conocimiento sobre los listados faunísticos al interior del **AI y SAR**, mediante trabajo en campo y gabinete se realizó su caracterización, misma que se presenta de manera resumida en el siguiente apartado y que se puede consultar de manera amplia en el **Capítulo VIII (VIII.2.4)**.



Gráfica IV.2.3-2. Familias, géneros y especies registradas en el AI y SAR

#### **IV.2.3.2.3.- Especies registradas por punto de muestreo en el SAR y AI**

##### **IV.2.3.2.3.1.- Sistema Ambiental Regional**

- Punto de muestreo 1

Se identificaron 85 individuos pertenecientes a 25 especies de vertebrados terrestres y voladores; el grupo de las aves fue el que registró la mayor riqueza específica con 21 spp., seguido de los mamíferos y reptiles (2spp. c/u).

Se destaca la presencia de las especies de reptiles: *Ctenosaura similis* y *Sceloporus chrysostictus*, de las especies de aves *Colinus nigrogularis*, *Amazilia rutila*, *Eumomota superciliosa*, *Cyanocorax yucatanicus* y *Volatinia jacarina* y la especie de mamífero

*Peromyscus leucopus* (ratón de patas blancas), el resto se mencionan en la Tabla IV.2.3-7.

Tabla IV.2.3-7. Especies registradas en el punto de muestreo 1

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos
Reptiles	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	1
	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa de puntos amarillos	2
Aves	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental	6
	<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz yucateca	4
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	4
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	1
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar Turca	5
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	6
	<i>Columbina minuta</i>	Tórtola pecho liso	8
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	5
	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	1
	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momota cejas azules	1
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	3
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	2
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	1
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	3
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	4
	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	6
	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	3
	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	2
	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	2
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	8
<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro	4	
Mamíferos	<i>Peromyscus leucopus</i>	Ratón de patas blancas	1
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	2
<b>Total</b>			<b>85</b>

- Punto de muestreo 2

Se registraron 62 individuos pertenecientes a 19 especies de vertebrados terrestres y voladores, el grupo de las aves fue el que presentó la mayor riqueza específica con 18 spp. y los reptiles solo registraron una especie (Tabla IV.2.3-8).

En este punto de muestreo (PM) se encontró la especie *Ctenosaura similis* (iguana negra) la cual se encuentra en la categoría de Amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV.2.3-8. Especies registradas en el punto de muestreo 2.

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos
Reptiles	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	2
Aves	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	2
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	1
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	5
	<i>Columbina minuta</i>	Tórtola pecho liso	4
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	3
	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momota cejas azules	1
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	4
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	1
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	2
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	2
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	3
	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	10
	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina alas aserradas	4
	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	4
	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	3
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	4
	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro	2
<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	5	
<b>Total</b>			62

- Punto de muestreo 3

Se registraron 47 individuos pertenecientes a 18 especies de vertebrados, el grupo de las aves registraron la mayor riqueza específica con 16 spp, mientras que los reptiles y mamíferos solo registraron una especie cada una (Tabla IV.2.3-9). Al igual que en los demás puntos de muestreo se encuentra la especie *Ctenosaura similis* (Iguana negra) y se destaca la presencia de las especies de aves *Glaucidium brasilianum* y *Cyclarhis gujanensis* y la especie de mamífero terrestre *Peromyscus leucopus* (ratón de patas blancas).

Tabla IV.2.3-9. Especies registradas en el punto de muestreo 3.

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos
Reptiles	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	1
Aves	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental	4
	<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz yucateca	5
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	4
	<i>Columbina minuta</i>	Tórtola pecho liso	6
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	2
	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajeño	1
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	1
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	1
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	2
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	2
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	4
	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejas canela	1
	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	2
	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	2
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	4
	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro	4
Mamíferos	<i>Peromyscus leucopus</i>	Ratón de patas blancas	1
<b>Total</b>			<b>47</b>

- Punto de muestro 4

En este punto de muestreo se registró un total 100 individuos pertenecientes a 19 especies de vertebrados terrestres y voladores, se presentó la mayor riqueza específica en el grupo de las aves (16 spp.), seguido de los mamíferos (2 spp.), mientras que el grupo de los reptiles solo registró una especie (Tabla IV.2.3-10).

Se destaca la presencia de la especie de reptil *Sceloporus chrysostictus* (lagartija espinosa), las especies de aves *Colinus nigrogularis*, *Geococcyx velox* y *Stelgidopteryx serripennis* y los mamíferos *Micronycteris megalotis* y *Spilogale angustifrons*.

Tabla IV.2.3-10. Especies registradas en el punto de muestreo 4.

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos
Reptiles	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa de puntos amarillos	3
Aves	<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz yucateca	8
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	1

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	6
	<i>Columbina minuta</i>	Tórtola pecho liso	6
	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	1
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	5
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	2
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	1
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	2
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	3
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	3
	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina alas aserradas	35
	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	5
	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	2
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	12
	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro	2
Mamíferos	<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago orejón brasileño	2
	<i>Spilogale angustifrons</i>	Zorrillo	1
<b>Total</b>			100

#### IV.2.3.2.3.2.- Área de Influencia

- Punto de muestreo 1 (Sitio del Proyecto)

Se identificaron 73 individuos pertenecientes a 17 especies de vertebrados terrestres y voladores, el grupo que presento mayor riqueza especifica fue el de las aves con 15 spp., mientras que los mamíferos registraron 2 spp.

En el AI se observó la presencia del chipe charquero (*Parkesia noveboracensis*) y de los murciélagos *Artibeus jamaicensis* y *A. intermedius*, el resto de las especies registradas se mencionan en la Tabla IV.2.3-11.

Tabla IV.2.3-11. Especies registradas en el punto de muestreo 1

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos
Aves	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar Turca	8
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	4
	<i>Columbina minuta</i>	Tórtola pecho liso	6
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	2
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	3
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	2

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	5
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	2
	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita azul gris	2
	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	7
	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	3
	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe charquero	2
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	8
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	10
	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro	4
Mamíferos	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero de Allen	2
	<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago frutero de Jamaica	3
<b>Total</b>			<b>73</b>

- Punto de muestreo 2 (Sitio del Proyecto)

Se identificaron 78 individuos pertenecientes a 23 especies de vertebrados terrestres y voladores, el grupo que registro mayor riqueza específica fue el de las aves (16 spp.), seguido de los mamíferos (4 spp.), reptiles (2 spp.) y el grupo de los anfibios solo registro una especie.

En este punto se observó la especie *Ctenosaura similis* (Iguana negra), la cual se encuentra en categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, asimismo destaca el registro del sapo costero (*Incilius valliceps*). El resto de las especies registradas se mencionan en la Tabla IV.2.3-12.

Tabla IV.2.3-12. Especies registradas en el punto de muestreo 2

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos
Anfibios	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	1
Reptiles	<i>Basiliscus vittatus</i>	Teterete	1
	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	3
	<i>Anolis sericeus</i>	Abaniquillo sedoso	2
Aves	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	1
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar Turca	4
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	6
	<i>Columbina minuta</i>	Tórtola pecho liso	4
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	4
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	5

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	4
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	7
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	3
	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azul gris	2
	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	5
	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	4
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	6
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	6
	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro	3
Mamíferos	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	1
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero de Allen	2
	<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago frutero de Jamaica	2
	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón de Pallas	2
<b>Total</b>			<b>78</b>

- Punto de muestreo 3

Se identificaron 90 individuos pertenecientes a 15 especies de vertebrados, donde el grupo de las aves fue el que presentó la mayor riqueza específica con 13 spp., mientras que los reptiles solo registraron 2 spp. (Tabla IV.2.3-13).

En este punto se destaca la presencia de la especie *Hemidactylus frenatus* (besucona) y de *Ctenosaura similis* (iguana negra).

Tabla IV.2.3-13. Especies registradas en el punto de muestreo 3

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos
Reptiles	<i>Hemidactylus frenatus</i> ,	Besucona	1
	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	1
Aves	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	2
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	1
	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	3
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar Turca	25
	<i>Zenaida asiática</i>	Paloma alas blancas	14
	<i>Columbina minuta</i>	Tórtola pecho liso	8
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	2
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	1
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	2

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	2
	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	2
	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	2
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	24
<b>Total</b>			90

- Punto de muestreo 4

Se identificaron 373 individuos pertenecientes a 13 especies de vertebrados, las cuales pertenecen al grupo de las aves (Tabla IV.2.3-14). La especie *Streptopelia decaocto* (paloma de collar) fue la más abundante con 250 ind., seguida de *Quiscalus mexicanus* (zanate mexicano) con 65 ind.

Tabla IV.2.3-14. Especies registradas en el punto de muestreo 4

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos
Aves	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	3
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	2
	<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario	1
	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	6
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar Turca	250
	<i>Zenaida asiática</i>	Paloma alas blancas	23
	<i>Columbina minuta</i>	Tórtola pecho liso	12
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	1
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	2
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	1
	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	1
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	65
	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico	6
<b>Total</b>			373

#### IV.2.3.3.-Especies con alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SAR

Del total de especies registradas en el SAR, solo la especie *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) se encuentra en la categoría de riesgo como Amenazada según lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### IV.2.3.4.- Especies endémicas en el SAR

El endemismo es usado para identificar a los taxones nativos o grupos biológicos con área de distribución restringida (Noguera-Urbano, 2017). Existen diferentes clasificaciones para las especies que son endémicas (Berlanga et al., 2015):

- Especies Endémicas (EN): Su distribución geográfica se encuentra restringida a los límites políticos del territorio de México.
- Especies Semiendémicas (SE): son las especies cuya población completa se distribuye únicamente en México durante cierta época del año.
- Especies Cuasiendémicas (CE): son aquellas donde su área de distribución se extiende ligeramente fuera de México hacia algún país vecino ( $\leq 35\ 000\ km^2$ ).

En relación a lo mencionado anteriormente, en el SAR se identificaron tres especies cuasiendémicas (CE) pertenecientes a los grupos de las aves y reptiles (Tabla IV.2.3-15; Lee, 2000, Peterson y Chalif, 2008 y Peterson y Chalif, op. cit).

Tabla IV.2.3-15. Especies endémicas registradas en el SAR

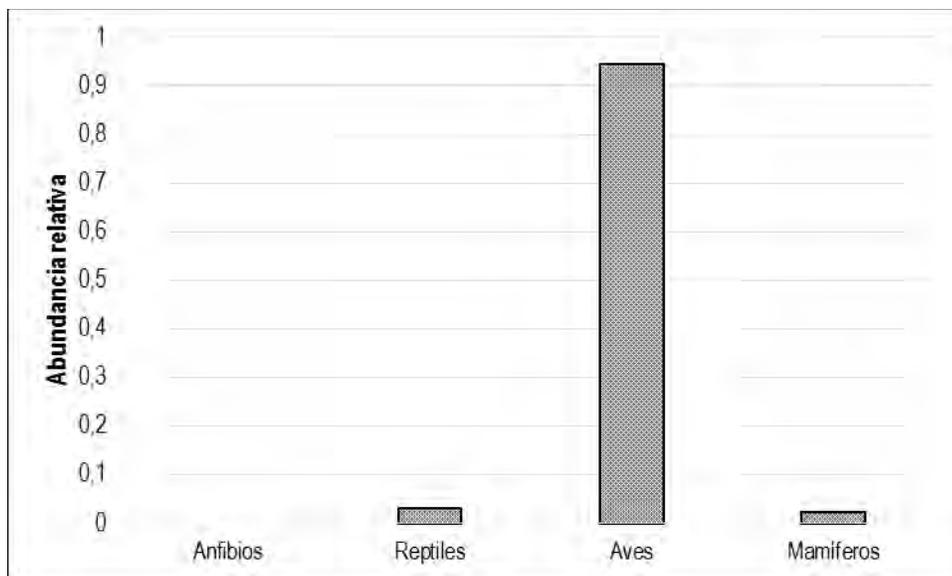
Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Tipo de endemismo	Distribución
Reptiles	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija-escamosa	CE	Península de Yucatán, norte de Guatemala y centro de Belice
Aves	<i>Colinus nigrogularis</i>	Colín gorginegro		Yucatán, Campeche, Guatemala, este de Honduras y Nicaragua
	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca		Noreste de Chiapas, Tabasco, Península de Yucatán, Guatemala, Petén y Belice.

#### IV.2.3.5.-Atributos ecológicos

##### IV.2.3.5.1.- Abundancia relativa en el SAR

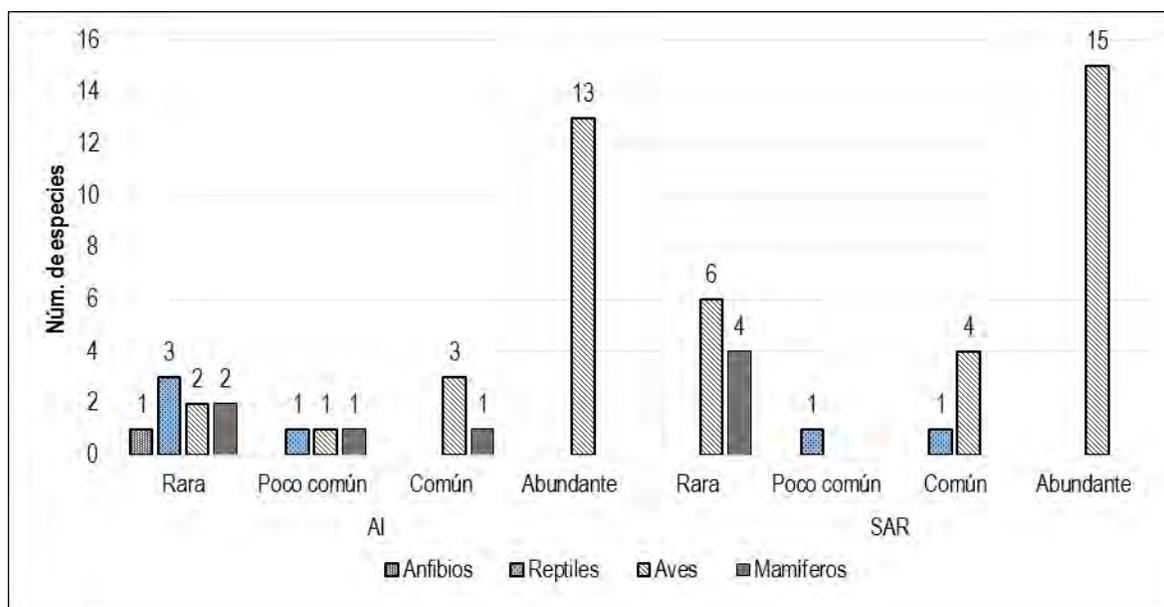
En el SAR se registró un total de 294 ind. pertenecientes a 32 spp. La abundancia relativa (AR) promedio total fue de 3,13 ( $\pm 3,08$ ). El grupo que presentó una mayor AR fue el de las aves (0,94), seguido de los reptiles (0,03) y por último el de los mamíferos (0,02; Gráfica IV.2.3-3).

La AR por grupos se calculó según lo establecido por Álvarez, et al., (2009). Se obtuvo que en el grupo de los reptiles registro una especie poco común y una común, mientras que en las aves se presentaron especies abundantes (15 spp.), raras (6 spp.) y comunes (4 spp.) y por último en el grupo de los mamíferos se identificaron 4 spp. como raras (Gráfica IV.2.3-4).



Gráfica IV.2.3-3. Abundancia relativa por grupos en el SAR

Las especies más abundantes en el SAR fueron *Stelgidopteryx ridgwayi* (39 ind.), seguido de *Quiscalus mexicanus* (28 ind.) y *Columbina minuta* (24 ind.), mientras que las menos abundantes fueron *Geococcyx velox*, *Glaucidium brasilianum*, *Amazilia rutila*, *Cyclarhis gujanensis* y *Spilogale angustifrons* con un individuo cada una.



Gráfica IV.2.3-4. Rangos de abundancia relativa para las especies de fauna registrada en el AI y SAR

#### IV.2.3.5.2.- Índices de diversidad en el SAR

La riqueza total de especies (DMg) registrada en el SAR es de 5,45 con un total de 32 especies (spp.) y 294 ind., lo cual es indicativo de una alta diversidad.

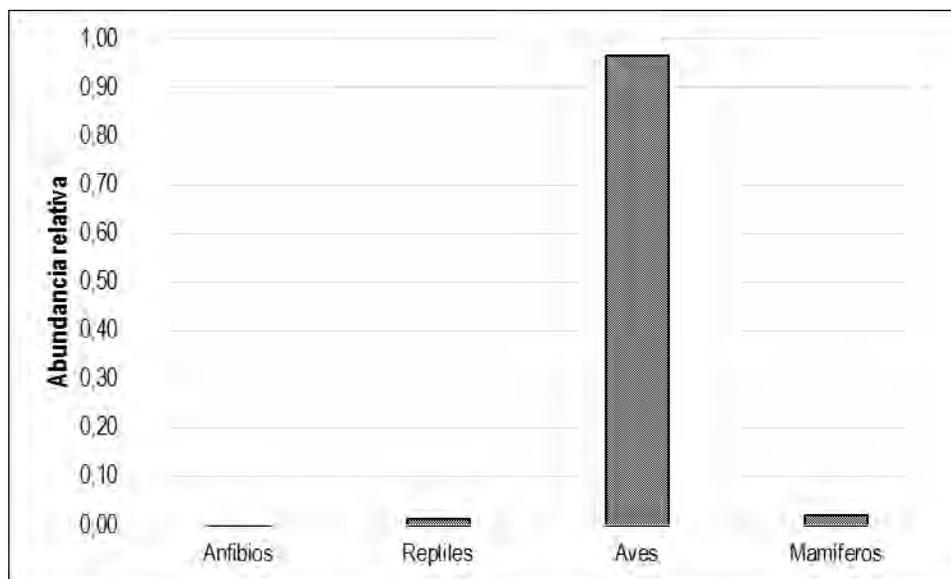
El índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) promedio calculado para la comunidad de fauna silvestre en el SAR fue de 3,05 bits/ind. El cual mide el grado de incertidumbre al predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Smith y Smith, 2004), tomando en cuenta la abundancia y la riqueza de la comunidad.

Con respecto a los grupos de vertebrados, los reptiles registraron un índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) de 0,69, esto se debe a que solo se identificaron 2 ind. pertenecientes a 2 spp. En el de las aves se obtuvo un índice  $H'$ : 2,90, ya que presentó una riqueza de 26 spp. Finalmente, el de los mamíferos registro un índice de  $H'$ : 1,35, con una riqueza de 7 spp.

#### **IV.2.3.5.3.- Abundancia relativa en el AI y SP**

En el AI y SP se registró un total de 614 ind. pertenecientes a 29 spp. La abundancia relativa (AR) promedio total fue de 3,45 ( $\pm 8,95$ ). El grupo que presentó una mayor AR fue el de las aves (0,97), seguido de los mamíferos (0,02), reptiles (0,01) y por último el de los anfibios (0,01; Gráfica IV.2.3-3).

En el AI y en el SP, la AR por grupos registró un mayor número de especies abundantes pertenecientes a las aves con 13 spp. (Gráfica IV.2.3-4).



Gráfica IV.2.3-5. Abundancia relativa por grupos en el AI y SP

#### **IV.2.3.5.3.1.- Índices de diversidad en el AI y SP**

La riqueza total de especies (DMg) registrada en el AI y SP es de 4,36 con un total de 29 especies (spp.) y 614 individuos.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) promedio calculado para la comunidad de fauna silvestre en el AI y SP fue de 2,04 bits/ind. El cual mide el grado de incertidumbre al predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Smith y Smith, 2004), tomando en cuenta la abundancia y la riqueza de la comunidad.

Con respecto a los grupos de vertebrados, los anfibios registraron una especie, con el de los reptiles se obtuvo un índice de  $H'$ : 1,21, ya que presentó una riqueza de 4 spp., con 8 ind., el de las aves fue de  $H'$ : 1,88, con 20 spp. y 593 ind., y por último el de los mamíferos registró un índice de  $H'$ : 1,23, con una riqueza de 4 spp. y 12 ind.

#### IV.2.3.6.- Especies indicadoras de cambios ambientales

Una especie indicadora es aquella que, por sus características de distribución, abundancia o dinámica poblacional, pueden indicar el estado de conservación en el que se encuentran otras especies u otros parámetros ambientales. Se conocen cuatro tipos de especies indicadoras dependiendo de la finalidad para la cual sean empleadas (Dirzo et al., 2014):

- Indicadoras de cambios ambientales
- Indicadoras de la salud ecológica
- Indicadoras de cambios poblacionales
- Indicadoras de biodiversidad

En el SAR y en el AI se identificaron 12 especies indicadoras de cambios ambientales, ya que presentan un alto grado de urbanismo, debido a que se han adaptado a las condiciones de la ciudad cambiando sus recursos alimentarios y conducta general para vivir en estas zonas (Almazán y Hinterholzer, 2010; Tabla IV.2.3-16).

Es importante señalar que las especies de vertebrados que se identificaron es común encontrarlas en sitios perturbados, en este caso en el AI y el punto de muestreo 1 del SAR, ya que se localizan en la zona industrial de Mérida, Yucatán.

Tabla IV.2.3-16. Especies de vertebrados indicadoras de ambientes perturbados

Grupo taxonómico	Nombre científico	Especies presentes en		Fuente
		AI	SAR	
Reptiles	<i>Hemidactylus frenatus</i>	X		Díaz et al., 2017
Aves	<i>Coragyps atratus</i>	X	X	Ramírez-Albores, 2010 y Vázquez-Lozano, 2018
	<i>Columba livia</i>	X		Almazán y Hinterholzer, 2010, MacGregor, 2005 y Ramírez-Bastida, 2000,
	<i>Streptopelia decaocto</i>	X	X	Álvarez-Romero et al, 2008
	<i>Zenaida asiatica</i>	X	X	Vázquez-Lozano, 2018
	<i>Columbina minuta</i>	X	X	Ramírez-Albores, 2010
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>		X	Almazán y Hinterholzer, 2010
	<i>Myiozetetes similis</i>	X	X	Ramírez-Albores, 2010
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	X	X	Almazán y Hinterholzer, 2010 y Ramírez-Bastida, 2000
	<i>Molothrus aeneus</i>	X		Almazán y Hinterholzer, MacGregor, 2005 y Ramírez-Bastida, 2000

Grupo taxonómico	Nombre científico	Especies presentes en		Fuente
		AI	SAR	
	<i>Haemorhous mexicanus</i>		X	Almazán y Hinterholzer y Ramírez-Bastida, 2000,
	<i>Spinus psaltria</i>	X		Almazán y Hinterholzer y Ramírez-Bastida, 2000

#### IV.2.3.7.- Hábitats de reproducción, refugio y descanso presentes en el AI

En esta parte del apartado se menciona solo el Área de Influencia, ya que en esta zona es donde se implementarán las actividades constructivas del Proyecto y en particular las actividades se desarrollarán en el Sitio del Proyecto, asimismo en los puntos 1 y 2 del SP se encuentra la mayor cantidad de árboles, los cuales son especies introducidas para conformar áreas ajardinadas.

Las áreas verdes de las ciudades a pesar de las actividades antropogénicas ofrecen a las aves y otros vertebrados silvestres, una gran variedad de hábitats, así como de oportunidades de alimentación, refugio y reproducción, creando microambientes para estos organismos (Jiménez y Mendoza, 2010).

En relación a lo que se menciona en el párrafo anterior, las cortinas de árboles introducidos que existen dentro del SP y AI, sirven como zonas de anidación, alimentación y descanso para algunas especies de aves, lo cual pudiera impactar durante el establecimiento del Proyecto, por lo que se propone llevar a cabo acciones de ahuyentamiento durante la preparación del sitio. Asimismo, como complemento en la Carta VII se presenta la distribución de las especies de Fauna Silvestre presentes en el SAR.

#### IV.2.3.8.- Conclusiones

El presente apartado permite establecer un análisis de las especies faunísticas registradas en el AI y el SAR y con ello emitir conclusiones del posible impacto que se pueden causar a la fauna silvestre con el establecimiento del Proyecto.

Por lo anterior, se toma como referencia que en el AI se registraron en total 29 especies de vertebrados terrestres y voladores, los cuales corresponden a una especie de anfibios, cuatro especies de reptiles, 20 de aves y cuatro de mamíferos y se contabilizaron 614 individuos, mientras que en el SAR se registraron 31 especies, las cuales están representadas por una especie del grupo de los reptiles, 26 aves y cuatro mamíferos y se contabilizaron 294 individuos, tomando en consideración las especies registradas y el número de individuos contabilizados se emiten las siguientes conclusiones:

En el SAR se registró una mayor riqueza que en el SP y AI, está en una gran ventaja porque en los puntos de muestreo del SAR no se realizaron ningún tipo de actividades relacionadas con el Proyecto. Sin embargo, el AI registró mayor abundancia, debido a la dominancia de

algunas especies de aves (*Streptopelia decaocto* y *Quiscalus mexicanus*), las cuales son consideradas especies indicadoras de ambientes perturbados.

En el AI solo se registró un ejemplar del grupo de los anfibios (*Incilius valliceps* – el sapo de la costa del Golfo), esto se debe a las condiciones evidentes de perturbación que existen en el SP y AI. Del total de especies que se registraron en ambas áreas 12 de ellas son consideradas indicadoras de ambientes perturbados (diez registradas en el AI y ocho registradas en el SAR), esto significa que las especies más sensibles e indicadoras de ambientes más conservados se registraron en el SAR (*Sceloporus chrysostictus*; *Colinus nigrogularis*, *Glaucidium brasilianum*, *Amazilia rutila*, *Eumomota superciliosa*, *Cyclarhis gujanensis*, *Cyanocorax yucatanicus* y *Stelgidopteryx serripennis* y *Peromyscus leucopus* y *Micronycteris megalotis*).

En el AI y SAR se registró una especie con categoría de riesgo según lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Ctenosaura similis* (iguana negra de cola espinosa), la cual se encuentra como Amenazada.

En el SAR se registraron tres especies cuasiendémicas (especies que tienen su área de distribución que se extiende ligeramente fuera de México hacia algún país vecino  $\leq 35\ 000$  km<sup>2</sup>), las cuales no se verán afectadas por la zona en la que se encontraron, lejos del SP.

Las condiciones de perturbación existentes en el SP y AI, por las especies registradas que fueron las aves (50 % asociadas a ambientes perturbados) y por las características técnicas del Proyecto, el impacto hacia la fauna silvestre presente en el SP, será mínimo.

#### **IV.2.4.- Medio socioeconómico**

En este punto se analizarán aspectos de la población, infraestructura y servicios y uso de suelo que se encuentra en el SAR del proyecto, para ello será necesario cruzar diferentes fuentes de información tanto cuantitativas y cualitativas, con la finalidad de identificar y describir las tendencias de desarrollo y/o de deterioro que registra el SAR y que probablemente pudieran haber incidido de manera determinante en la calidad ambiental que registra actualmente.

##### **IV.2.4.1.- Población**

La competencia territorial del SAR, incide en algunas fracciones de los municipios de Mérida y Umán ambos pertenecientes al estado de Yucatán, en primer lugar, analizaremos el municipio de Mérida y en segundo el municipio de Umán.

De acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida 2018-2021, describe el Municipio de Mérida como perteneciente al Estado de Yucatán, el cual se localiza en el noreste de la Península de Yucatán, entre los paralelos 20° 45' y 21° 15' latitud norte y los meridianos 89° 30' y 89° 45' longitud oeste, coordenadas UTM; limitando al norte con los municipios de Progreso, Chicxulub y Pueblo; al sur con los Municipios de Tecoh, Abalá y

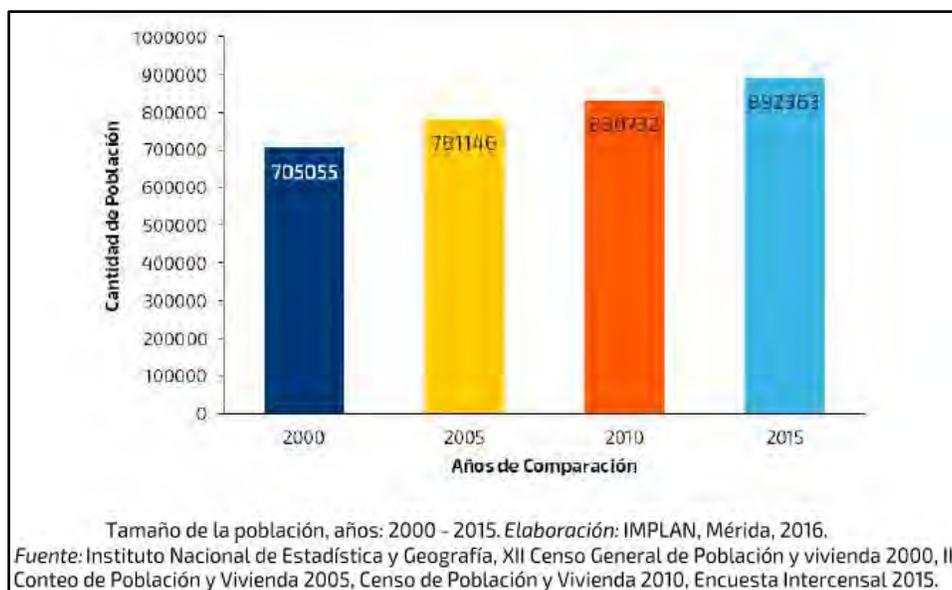
Timucuy; al este con los Municipios de Conkal y Tizpéhual; y al oeste con los Municipios de Ucú y Umán

Tiene una superficie de 87 422 ha establecidas a partir del Límite Convencional Municipal utilizado por la Dirección de Catastro Municipal de Mérida (Catastro ,2016); que representa el 2,19% de la superficie estatal y el 0,005% de la superficie nacional (PMD 2015-2018: Gaceta Municipal No. 509, 2015.)

El conteo Intercensal 2015 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), estimó una población municipal de 892 363 habitantes, con fuerte representatividad en el contexto Metropolitano y estatal; un 79,83% y un 42,55% de la población total respectivamente, lo anterior, considerando a Conkal, Kanasín, Progreso, Ucú y Umán como parte de Zona Metropolitana de Mérida.

Al interior del municipio se presenta una fuerte concentración poblacional en la Ciudad de Mérida, cabecera municipal, regional y metrópoli que articula la Zona Metropolitana de Mérida, en el Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI, esta urbe tenía una población de 777 615 habitantes, representando el 93,61% de la población total del municipio (INEGI, 2010); la población restante se encontraba distribuida en asentamientos dispersos, principalmente un conjunto de localidades de menor representatividad espacial, denominadas por la administración municipal como Comisarías, y Subcomisarias, de acuerdo con el artículo 12 del Bando de Gobierno y Policía del Municipio de Mérida (BGPMM: DOEY Número 30,737, 9 de noviembre del 2006 [Última Reforma en Gaceta Municipal Número 447,11 de marzo de 2015]).

Por otro lado el Programa Municipal de Desarrollo de Mérida continúa señalando que el Municipio de Mérida ha experimentado los siguientes cambios en su población: En el año 2000 había un total de 705 055 habitantes, aumentando para el año 2005 una cantidad de 76 091 habitantes; para el 2010 el aumento fue de 49 586, teniendo en este año 830 732 habitantes; por lo que en 5 años tomando como base el 2010, la población aumento en un 7,41% (61 631); dando un aumento total de 187 308 habitantes en los años comprendidos del 2000 al 2015. Para una mejor comprensión en la Gráfica IV.2.4-1, se muestra gráficamente dichos datos.



Gráfica IV.2.4-1. Tamaño de población, años 2000-015 Mérida

Históricamente, la ciudad de Mérida ha crecido más en extensión que en población; la densidad de población ha decrecido continuamente desde 1950, pasando de 46,7 hab/ha a 38,3 hab/ha en el año 2000 (López Falfán, 2008).

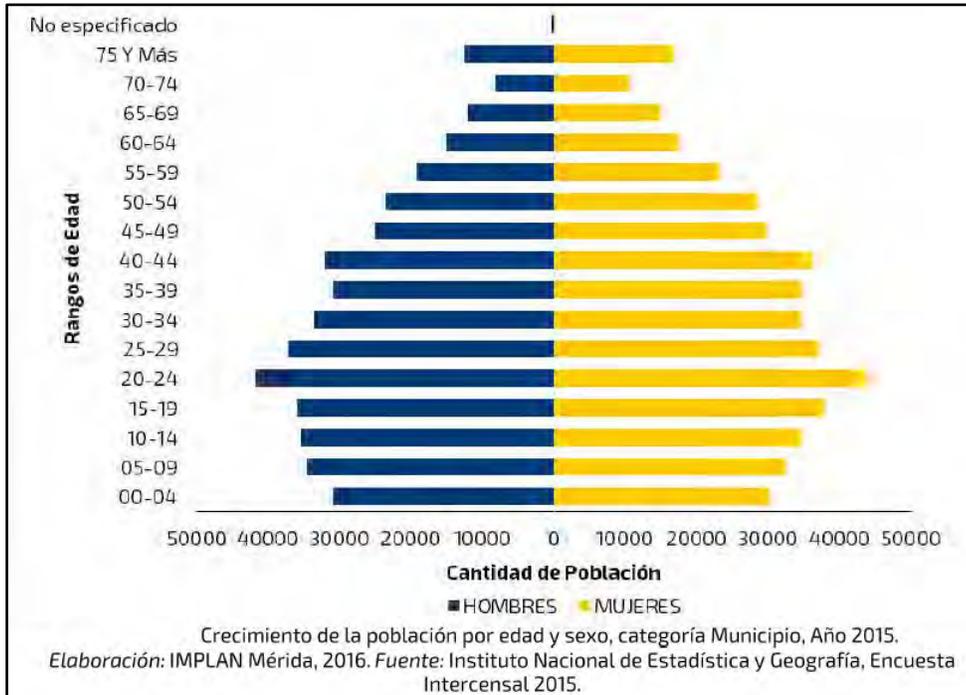
Para el año 2005 se contabilizó una superficie de 21 995,56 ha en área urbanizada por los Asentamientos Humanos y tomando la población para ese mismo año se obtuvo que la densidad de 35 hab/ha (PIDEM, 2012); sin embargo, para el 2010 la densidad poblacional fue de 33,5 hab/ha y para el 2015 se registros una densidad de 38,03 hab/ha (se utilizó la superficie contabilizada de Asentamientos Humanos al 31 de julio de 2017 la cual fue de 24 772 has, No incluye el área urbanizada por los Asentamientos Humanos de la reserva Cuxtal 1 662 ha).

La edad es muy importante pues limita e influye en la participación de la población en hechos tales como, la reproducción, la actividad económica, las migraciones y en general, en todas las actividades sociales.

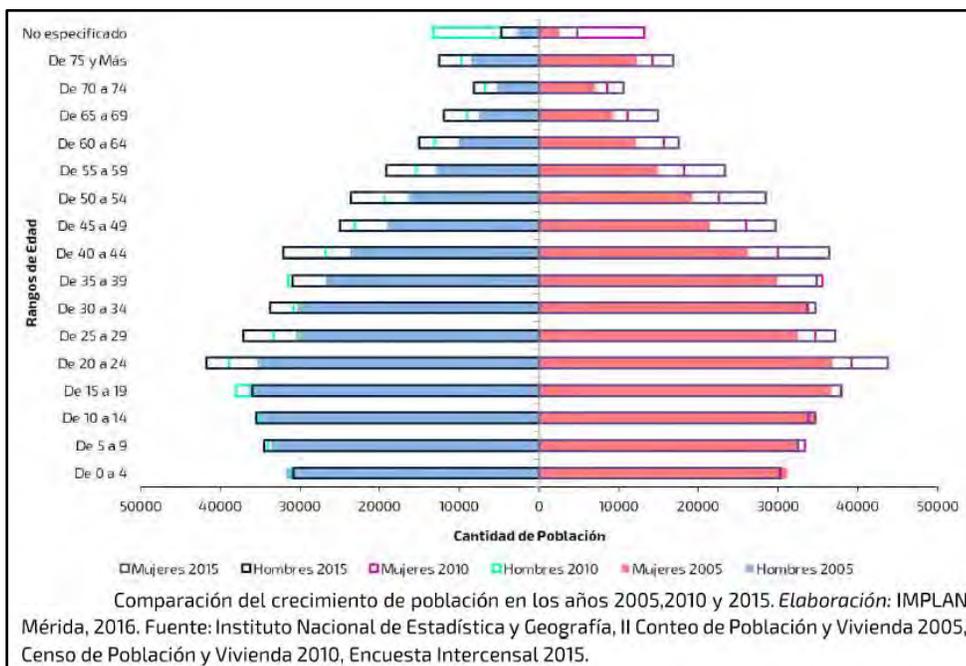
En la pirámide poblacional para el año 2015, se identificó que los rangos más grandes son: 20 a 24, 25 a 29, 40 a 44, 55 a 59 y el de 60 a 64 años de edad. Haciendo un comparativo con el año 2010, se tiene que; hubo una disminución en mujeres del rango de 15 a 19 años de edad con 1996 mujeres, un aumento en mujeres de 4,631 en el rango de 20 a 24 años, aumento en el rango de 40 a 44 años tanto en hombre como en mujeres, misma situación en los rangos de 50 a 54 y 55 a 59 años de edad. En la Gráfica IV.2.4-2 y Gráfica IV.2.4-3, se muestra la distribución en la pirámide poblacional 2015 y los cambios que esta ha presentado con respecto al año 2005 y 2010.

En cuanto a la población de las Localidades Urbanas para el año 2010 que representan el 3,25% de la población municipal (Caucel, Chablekal, Cholul, Komchén, San José Tzal y Leona Vicario), las cuales aumentaron de población de 2000 a 2010, en un promedio de

200 a 900 personas aproximadamente. De igual manera la estructura de la población de las Comisarías, Subcomisarias y las Otras Localidades del Municipio para el año 2010 aumentaron de población y representan el 2,30%, 0,52% y 0,24% respectivamente del total Municipal.



Gráfica IV.2.4-2. Pirámide Poblacional 2015



Gráfica IV.2.4-3. Pirámide Poblacional histórico 2005 al 2015

En el Municipio de Mérida, el 4,51% de la población total está catalogada con alguna limitación en la actividad, es decir 37 549 habitantes del municipio, solo en la ciudad de Mérida existe una población con alguna limitación en la actividad de 35 118 habitantes, la cual representa el 4,22% de su población total. En las Comisarias, Subcomisarias y demás localidades del municipio, se encuentran 2 431 habitantes que representan el 29% de la población municipal (INEGI, 2010).

De acuerdo al INEGI 2010, para el municipio de Mérida se contabilizó 1 926 personas de 8 a 14 años que no saben leer ni escribir, de las cuales el 8,72% pertenece a la ciudad de Mérida y el porcentaje restante pertenece a las localidades urbanas, rurales y otras localidades.

En cuanto a la población de 15 años y más del municipio, el 3,23% es analfabeta, cifra del año 2010, la cual disminuyó en el año 2015 ya que la población analfabeta en este rango fue de 2,77%, en este aspecto hay un avance en la parte educativa.

El grado promedio para el municipio en el año 2010 fue de 10,09 (primer año del bachillerato), mientras que para el 2015 este fue 10,63, para la ciudad de Mérida es 10,29.

El municipio de Mérida cuenta con un grado considerado como de Alta Cohesión Social, de igual manera está caracterizado como municipio con un grado de Baja Marginación (CONAPO 2010), en donde la mayoría de su población presenta condiciones favorables en sus viviendas, ingresos y nivel educativo, así como un grado de Rezago Social Muy Bajo (CONEVAL, 2010).

Únicamente la ciudad de Mérida está con grado de rezago social “muy bajo” y grado de Marginación “Muy bajo, asimismo existentes en otras localidades con un “Bajo o Muy bajo” nivel de rezago social, sin embargo, se encuentran con “Alto Grado de marginación, esto puede deberse a que el rezago social mide las carencias, pero de acuerdo al CONAPO, la marginación es un fenómeno multidimensional y estructural originado por el modelo de producción económica expresado en la desigual distribución del progreso, en la estructura productiva y en la exclusión de diversos grupos sociales, tanto del proceso como de los beneficios del desarrollo.

En lo que hace la Vivienda, el municipio concentra en términos de distribución dentro de la ciudad de Mérida la mayor cantidad de vivienda, incluso de la Zona Metropolitana y es el municipio con mayor número a nivel estatal, poniéndola como la principal ciudad del Estado que tiene una ocupación del suelo por vivienda en un 25%, dividido aproximadamente en 217 colonias y 301 fraccionamiento.

De conformidad con el Censo de Población y Vivienda 2010, el municipio, cuenta con un total de 327 764 viviendas divididas en 229 705 viviendas habitadas para el área Urbanizada por los asentamientos humanos de Mérida (24 772 has al 31 de julio de 2017, No incluye el área urbanizada por los asentamientos humanos de la Reserva Cuxtal 1662,1 has) lo que representa 12,43 Viv/hab, cifra que ha ido creciendo en un 16,39% de 1970 a la fecha. De las cuales el 97,79% corresponde a casa-habitación, el 0,07% departamentos, 0,61%

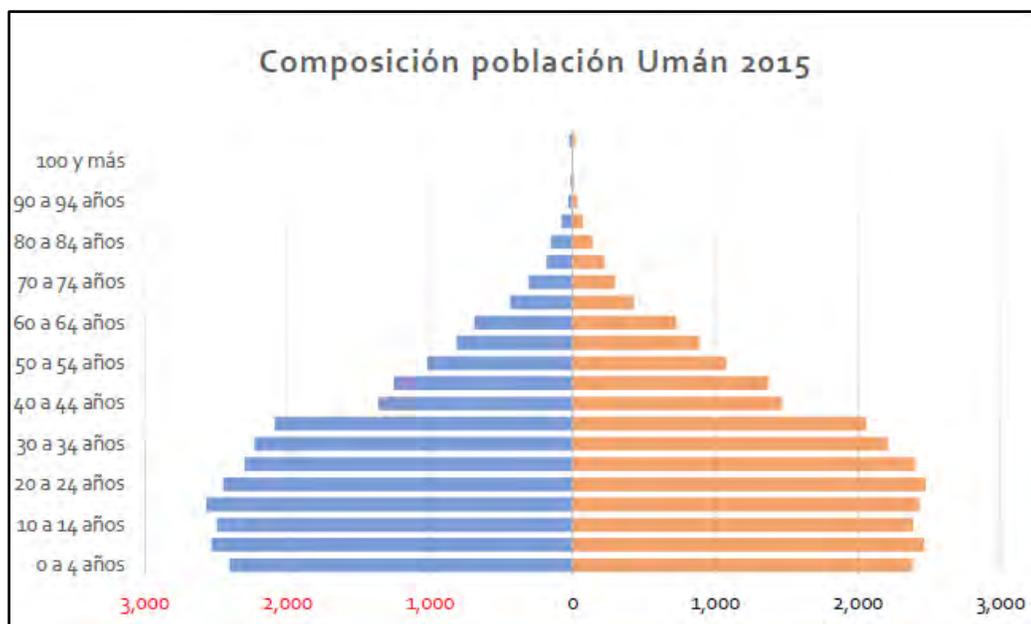
vecindad, 0,12% otros (cuarto de azotea, local no construido para vivienda o vivienda móvil) y un 77% de vivienda no especificada, de igual forma se tiene que 16 756 (5,89%) viviendas son de uso temporal y 41 188 viviendas se encuentran deshabitadas.

De ese total de viviendas al momento de expedir el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida el 8,05% se localiza en los nuevos desarrollos habitacionales; cifra que aumento en un 1,67% del 2000 al 2010 (Estimación basada en información del RUV con respecto al tipo de crédito por vivienda y la base de datos de nuevos fraccionamientos autorizados) y el 1,02% en asentamientos irregulares (información obtenida por imagen satelital catastro 2016).

El Municipio de Umán se encuentra ubicado en la región noreste del estado de Yucatán dentro de la zona metropolitana, con una extensión de 350,551 km<sup>2</sup>. Colinda al norte con los municipios de Samahil, Hunucmá, Ucú y Mérida; al este con el municipio de Mérida; al sur con los municipios de Mérida, Abalá y Chocholá y al oeste con los municipios de Chocholá y Samahil.

Las coordenadas geográficas indican que el Municipio se encuentra entre los paralelos 20°.40' y 20°.48' latitud norte y los meridianos 89°40' y 89°50' latitud oeste. La cabecera del municipio es la ciudad de Umán localizada a 16 km al suroeste de la ciudad de Mérida. Además, cuenta dentro de su jurisdicción municipal con el pueblo Bolón y las comisarías de Itzincab, Palomeque, Xtepen, Holzuc, Tebec, Ticimul, Oxcum, San Antonio Chun, Dzibikak, Oxhalam, Poxilá, Yaxcopoil, y las subcomisarías de Petecbiltun, Hunxectaman y San Antonio Mulix.

Respecto a la población del municipio de Umán, el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021, indica que de acuerdo con datos más recientes del Consejo Estatal de Población (COESPO), Umán tiene 54 865 habitantes de los cuales 27 289 son hombres (49,73%) y 27 576, mujeres (50,27%). Asimismo, este instrumento sigue manifestando que estudios de distribución poblacional reflejan que el grupo más grande de habitantes se ubica entre los 10 y los 34 años de edad. También indica que el crecimiento en el número de habitantes llevará a Umán a tener alrededor de 65 900 personas viviendo en la región en el año 2030, esto debido a su conurbación con Mérida. En la Gráfica IV.2.4-4 se puede observar la distribución de la población por grupos quinquenales de edad y sexo en el 2015.



Gráfica IV.2.4-4. Distribución de la población por grupos quinquenales de edad y sexo. Fuente: INEGI

En cuanto a la Calidad de Vida este instrumento de planeación, indica que Úman, está catalogado por el CONEVAL como un municipio de baja marginación. Sin embargo, existen marcadas diferencias entre las condiciones de los habitantes de la cabecera y las comisarias, en las cuáles vive el 22% de la población total del municipio, y es donde se concentra el mayor número de personas en situación de vulnerabilidad y marginación.

Es importante señalar que el municipio de Úman es considerado como zona Metropolitana de esta región, y un fenómeno recurrente en las zonas metropolitanas es también la concentración de personas con elevadas carencias. Son regiones en las que interactúan grupos poco homogéneos en cuanto a carencias y conviven quienes no tienen ningún tipo de necesidad considerado para determinar los niveles de pobreza con otros que cumplen todas las condiciones para ser considerados como pobres o pobres extremos.

Las mediciones de CONEVAL determinan que en el municipio de Úman (las cifras se presentan en porcentaje de población) el rezago educativo es de 26,58%; la carencia por acceso a los servicios de salud, 20,52%; carencia por acceso a la seguridad social, 49,47%; carencia por calidad y espacios de la vivienda, 24,08%; carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda, 44,85 % y carencia por acceso a la alimentación, 29,70%.

Según el INEGI (2010) en el municipio de Umán viven 2 386 personas con algún tipo de limitación física: de éstas, 1 185 no pueden caminar o moverse; 811 no pueden escuchar; 225 no pueden comunicarse; 106 no pueden atender al cuidado personal; 97 no pueden poner atención o aprender; 235 presentan limitación mental, y 277 alguna limitación no especificada.

El promedio de escolaridad en Umán es de 8,36 grados entre la población de 15 años en adelante. El municipio cuenta con servicios de educación básica (prescolar, primaria,

secundaria y bachillerato). El 45,9% de la población de 15 años en adelante tiene educación básica (de preescolar a preparatoria) incompleta. Según datos de la SEP, se cuenta con 88 centros educativos de los cuales 33 corresponden a preescolar, 37 primarias, 16 secundarias y 2 bachilleratos. El 7,84% de la población (4 301 personas) corresponde al grado de analfabetismo.

En cuanto a la vivienda, de acuerdo con datos del INEGI, al año 2010 el municipio de Umán contaba con 50 989 ocupantes de viviendas particulares de los cuales 50 540 son habitantes de casas particulares, 16 de departamentos, 1 habitante en un local no usado como habitación y 396 habitantes de viviendas no especificadas. El promedio de ocupantes es de 4 personas por vivienda. El total de viviendas registradas por el INEGI es de 12 736 que a “viviendas particulares”.

De las viviendas habitadas, 1 293 cuentan con un cuarto; 2 709 con dos cuartos; 3 323 con 3 cuartos; 3 460 con cuatro cuartos; 1 258 con 5 cuartos; 443 con 6 cuartos; 135 con 7 cuartos; 53 con 8 cuartos, y 34 cuenta con 9 o más cuartos. El porcentaje de viviendas que cuentan con menos de cuatro cuartos es de 84,68%.

Como se puede leer con antelación los datos proporcionados en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida y el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 de Umán, en los temas de población y su estructura, podemos deducir que en el municipio de Mérida y Umán a pesar de ser unza Zona Metropolitana comparten estructuras sociales per también tiene diferencias puntuales entre estas. Por un lado, en Mérida, se concentra el grueso de la población mientras que Umán empieza a crecer debido a la cercanía a Mérida, teniendo actualmente población flotante que prácticamente busca una oportunidad de mejora en Mérida. Ambas localidades están teniendo un crecimiento aparente año con año, lo que representa en demanda de bienes y servicios de todo tipo. Por otro lado el grueso de la población en estas entidades relativamente es joven (14 a 40 años aproximadamente) en su mayoría, la cual resulta positivo pues se encuentra en edad laborable, esto ayuda a potencializar la probabilidad de que los empleos que pudieran generar en las etapas de preparación del sitio y construcción sean ocupados preferentemente por gente local, aunado a lo anterior el grado de estudio, es decir la preparación de esta población en su mayoría tiene niveles medio superior, lo cual contribuye en los perfiles laborales que pudiera ocupar el proyecto; de tal suerte que las probabilidades son un tanto altas de poder encontrar gente local que pudiera ser empleada temporalmente para alguna actividad relacionada con el proyecto. en otro orden de ideas, la vivienda en ambas localidades resulta importante, pues algunos trabajadores que estén relacionados al proyecto pudieran tener la necesidad de rentar una vivienda durante el periodo de su estancia laboral, esto conlleva tener disponibilidad de vivienda, sin embargo como se ha descrito el municipio de Mérida ha tenido un crecimiento en la vivienda mayor en contraste con Umán, sin embargo ambos cuentan con disponibilidad para habitar viviendas en algunas de estas, por lo que resultaría fácil para los trabajadores encontrar alguna en renta, traduciéndose esto en un ingreso temporal indirecto para aquellos dueños de las viviendas de estas localidades.

#### IV.2.4.2.-Infraestructura y Servicios

Para el Municipio de Mérida de acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida 2018-2021, los servicios de suministro de agua potable, electricidad y saneamiento, así como su infraestructura asociada, son prioritarios desde el punto de vista social y ambiental, por considerarse fundamentales para la realización de una amplia gama de derechos humanos; con respecto a su impacto en el bienestar y calidad de vida de la población, a nivel municipal, destaca la debilidad de la política sectorial. Los enfoques de planificación y la capacidad institucional, que han incrementado la brecha entre la demanda y la oferta, la inaccesibilidad y el incremento de los costos de los servicios y la infraestructura, que impacta con mayor fuerza, a los sectores poblacionales con menos ingresos; en ese sentido es necesario transitar hacia modelos de gestión, que garanticen que los servicios e infraestructura estén disponibles física y culturalmente accesibles para todos, sin discriminación alguna en su acceso, siendo que las estrategias deben desarrollarse con y para los habitantes de las ciudades, dando prioridad a los sectores con mayor rezago (ONU-Hábitat, 2015).

En materia de infraestructura y servicios básicos de electricidad. El Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI), permite establecer mediante la estratificación de su información a nivel localidad, AGEB y manzana los siguientes escenarios:

- En términos generales el Municipio, el 97% de las viviendas particulares habitadas cuenta con energía eléctrica, bajo el supuesto de que el servicio es otorgado por la CFE, al ser el prestador preponderante en la región, a través de tres centrales generadoras (Nachi-Cocom, Mérida II y Mérida III y 12 subestaciones eléctricas (CFE,2013); lo anterior se fundamenta, en los 291 594 contratos registrados en el municipio para el suministro de energía eléctrica (INEGI, 2010), valor coincidente proporcionalmente con las 287 649 viviendas registradas en 2010 (INEGI 2010).
- Las estadísticas estratificadas a nivel localidad, AGEB y manzana, permiten vislumbrar que, aunque los valores generales a nivel municipal indican una óptima cobertura, existen rezagos en determinados sectores del municipio; destacando los siguientes:
  - a).- Comisarías y Subcomisarias, con valores que oscilan entre un 80% a un 100% de viviendas particulares habitadas con luz eléctrica, siendo las localidades con más del 10% de sus viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica las siguientes: Cheumán, Petac, San Anotnio Hool, Yaxché Casares y Santa María Yaxche;
  - b).- Colonias periféricas dentro de la Vialidad Regional Estatal; Anillo Periferico que indica rezago, principalmente en secciones al norte como: Fraccionamiento las Magnolias, Colonia San Vicente, Colonia San Benito Norte, Colonia Santa Gertrudis Copó y Fraccionamiento San Miguel; y
  - c).- Nuevas áreas urbanas que al momento de realizar el Censo no contaban con el servicio, principalmente en las secciones de mayor presión inmobiliaria (INEGI, 2010).

Este instrumento de planificación señala que, en los talleres de participación ciudadana, se expresó constantemente que la cobertura en términos cuantitativos no representa un problema en la mayoría de los casos; la preocupación de los habitantes del municipio, se enfoca en otros aspectos como lo son:

- I.- El incremento constante de los costos por el servicio.
- II.- La falta de iniciativas para la adopción de tecnologías alternativas y;
- III.- La superación de la infraestructura existente, sobre todo, en las zonas de mayor presión inmobiliaria en donde el ritmo del crecimiento urbano, supera la capacidad de servicio y respuesta de la CFE.

En materia de infraestructura y servicios básicos de agua potable. Este instrumento de planeación señala que la red de agua potable en el Municipio de Mérida, es administrada por la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán (JAPAY), dependencia del Gobierno del Estado; este sistema está integrado por 4 zonas de captación y sus respectivas plantas potabilizadoras, 23 cárcamos de rebombeo y 51 sistemas independientes. La infraestructura del sistema de agua incluye tanto el manejo de agua potable como el manejo de aguas residuales. Esta debe garantizar la extracción, recolección y el suministro de agua potable en cantidad y calidad a largo plazo, así como el manejo adecuado de las aguas residuales, de tal forma que se garantice la salud pública y se ejecuten obras eficientes en cuanto al uso de energía para asegurar su suministro (JAPAUY, 2013).

En materia de infraestructura y servicios para el saneamiento, este instrumento señala que las infraestructuras y servicios de saneamiento tienen un impacto profundo en el bienestar y calidad de vida de la población, sobre todo porque una menor cobertura o deficiencia, se relaciona directamente, con efectos negativos sobre la salud pública y el medio ambiente; el saneamiento involucra un conjunto de acciones públicas y privada con el objetivo de alcanzar niveles óptimos de salubridad ambiental; para lo cual, se interviene en diversos ámbitos, relacionados con la reducción de riesgos para la salud y la prevención de la contaminación; el manejo sanitario de las aguas residuales, y excretas, el manejo de las aguas pluviales y el manejo de los residuos sólidos urbanos son temas que el municipio maneja en su control

En materia de infraestructura de red vial, este instrumento de planeación advierte que la red vial constituye una parte esencial de un sistema urbano, al estructurar físicamente el funcionamiento de los Centros de Población y Asentamientos Humanos, como resultado de las dinámicas económica y el proceso histórico de desarrollo urbano de las ciudades; en el caso del municipio, la red vial presenta las siguientes características:

- a) Es reticular en buena medida
- b) Es radial con respecto al centro urbano de la Ciudad de Mérida
- c) Responde a la concentración de infraestructura, equipamientos y servicios
- d) Incorpora circuitos periféricos y periurbanos que articulan las áreas habitacionales, Comisarias y Subcomisarias

- e) Ofrece un grado regular de accesibilidad y de potencial para la definición de una red jerarquizada.

Como parte de la red vial, en el municipio, confluye una red vial regional y una red vial urbana; en el caso de la primera, destacan las vialidades regionales federales y estatales, que conectan directa e indirectamente a Mérida con otros municipios y ciudades colindantes del Estado y de la República Mexicana; la red federal es atendida por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT); la estatal por el Centro SCT Yucatán, las Secretaría de Obras Públicas y el Instituto de Infraestructura Carrera de Yucatán (INCAY), que en conjunto integran una infraestructura carretera, que permite a Mérida y su región inmediata, ser las más conectadas y funcional a nivel peninsular y de la región sur-sureste, con una importancia estratégica desde el punto de vista de la movilidad, pero también de la economía regional (Iracheta y Bolio, 2012).

A nivel regional la Ciudad de Mérida se encuentra conectada radialmente por la Vialidad Regional Estatal: Anillo Periférico, que cuenta con 46 kilómetros de longitud, y que rodea el área consolidada de la ciudad a su interior, facilitándola movilidad intraurbana, pero también, conectando con las vialidades regionales federales, estatales y la red municipal periurbana e intercomisarías.

Por otro lado el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del municipio de Umán a diferencia de Mérida este no realiza un diagnóstico pormenorizado de su infraestructura, solo se limita a señalar en sus Eje 4 Desarrollo urbano Sustentable y Obras públicas, cuyo objetivo es dotar a todos los habitantes del municipio de servicios básicos para contribuir a incrementar su calidad de vida., para lo cual pretende Implementar programas y gestionar ante las autoridades competentes el incremento de cobertura del alumbrado público, agua potable, drenaje, pavimentación, gestión de residuos, rastros, mercados y espacios de convivencia en la cabecera, las colonias y fraccionamientos, la zona industria industrial y las comisarías y Dotar de infraestructura y mobiliario urbano acorde a la arquitectura municipal, Dotar al municipio de las obras e instalaciones que permitan detonar la actividad económica y turística mediante el aprovechamiento de los cenotes y de la gastronomía local, así como incrementar la calidad de vida de los habitantes del municipio, gestionar el incremento de la cobertura de electricidad en la cabecera y las comisarías, entre otras tantas.

Asimismo, este instrumento continúa señalando que el municipio de Umán presenta un crecimiento desordenado y sin considerar las necesidades futuras y en la medida que la población aumenta la demanda de servicios crece. Bajo la perspectiva de un incremento en el desarrollo de viviendas favorecida por situaciones económicas o por políticas públicas federales, se han generado asentamientos en los que no siempre se incluyen en los procesos de planeación municipal los requerimientos futuros. La planificación integral vivienda, servicios e infraestructura, así como la integración a las zonas ya urbanizadas es un problema que se presenta por la cercanía que Umán guarda con Mérida. Umán conforma la denominada Zona Metropolitana de Mérida y es uno de los tres municipios centrales. Los otros son Mérida y Ucú. Esta situación provee al municipio de una suerte que dificulta sus

operaciones y que requiere de una atención especializada para planear su crecimiento y para atender las necesidades propias de una conurbación física con la capital del Estado. El corredor Umán-Mérida parece no distinguir límites. Una calle principal los comunica y se puede transitar de un espacio al otro sin distinguir mayores diferencias por la homogeneidad del uso del suelo industrial de la zona.

El sitio del proyecto que no ocupa territorialmente se ubica en el municipio de Mérida en contraste con el SAR que incide en Mérida y Úman, cabe recordar que el proyecto está confinado dentro de un predio ya impactado y propiedad de la CFE; no obstante ello este atiende una preocupación que la población en especial de los habitantes de Mérida han manifestado con respecto a la falta de iniciativas para la adopción de tecnologías alternativas en el sector de energía eléctrica, pues con la construcción de esta Central de Ciclo Combinado se empleará tecnología que contribuirá a mejorar la calidad del aire en esta región sin dejar de generar energía eléctrica que demanda esta región debido a su crecimiento si bien es cierto que la mayoría de los habitantes cuenta con el servicio, también lo es que este resulta ser en muchos casos insuficiente y deficiente, por lo que la exigencia a las actuales Centrales Generadoras es mayor e insuficiente, por ello el proyecto resulta ser viable social, económica y ambientalmente.

En lo tocante a la red de carreteras como se ha manifestado en párrafos anteriores Mérida cuenta con una gran red vial que permite la movilidad de los habitantes sin problemas a diferencia del municipio de Úman en donde hay una clara deficiencia de vialidad comparado con Mérida, no obstante ello la movilidad del proyecto no es a gran escala puesto que está confinado en un predio la mayoría de las actividades, solo se prevé la utilización de las vías de comunicación solo en el traslado de material, de equipo y de personal el cual deberá existir una logística para ello en su momento oportuno, sin embargo esto no se prevé afecte la movilidad de la población de estas municipalidades.

#### **IV.2.4.3.- Usos de Suelos**

La Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán, en su Fracción IX y XX del artículo 3 establece respectivamente que por Destinos se debe entender “*cómo los fines públicos a los que se prevea dedicar determinadas áreas o predios de los centros de población*” y por Usos Se entienda como “*Los fines privados a que podrá dedicarse determinadas zonas o predios de un centro urbano*”. Bajo esa tesitura es claro que el primero se refiere al orden público mientras que el segundo se refiere al orden privado.

Sin embargo, en este punto solo se analizarán aquellos que la guía para la elaboración de la manifestación del impacto ambiental modalidad regional establece para este punto que son:

- Recreativo. Para poder analizar dicho factor, es necesario conceptualizarlo, para ello nos apoyaremos del Diccionario de la lengua española, Edición Tricentenario Actualizada al 2018 de la Real Academia Española el cual define a Recreativo como, “adj. Que recrea o es capaz de causar recreación”, es decir que divierte, alegra o delita.

- Productivo. De igual manera para poder analizar dicho factor, es necesario conceptualizarlo, para ello nos apoyaremos del Diccionario de la lengua española, Edición Tricentenario Actualizada al 2018 de la Real Academia Española el cual define Productivo, “adj. Gram. Dichos principalmente de una pauta léxica o gramatical: que posee un rendimiento elevado y da lugar a un número apreciable de formas nuevas” es decir que es útil o provechoso.

Por otro lado, la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán, en sus fracciones I a IX del artículo 50 establece que los usos y destinos del suelo podrán ser:

- I.- Habitacionales.
- II.- De servicios.
- III.- Comerciales.
- IV.- Industriales.
- V.- Áreas verdes.
- VI.- Equipamiento.
- VII.- Infraestructura.
- VIII.- Patrimonio arqueológico, histórico, artístico y natural
- IX.- Los demás que se establezcan en los programas de desarrollo urbano, siempre y cuando sean compatibles con los usos y destinos establecidos.

Ahora bien, de una armoniosa interpretación de los factores Recreativo y Productivo, en relación con los conceptos del Diccionario de la lengua española, Edición Tricentenario Actualizada al 2018 de la Real Academia Española, descritos con antelación, así como del artículo 50 de la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán, es evidente que algunos de los Usos y Destinos se engloban en Recreativos o Productivos.

- Recreativos.
  - a) De Servicios.
  - b) Comerciales
  - c) Áreas Verdes
  - d) Patrimonio arqueológico, histórico y natural.
- Productivos.
  - a) De Servicios
  - b) Comerciales
  - c) Industriales
  - d) Infraestructura.

Como se ha expuesto nuestro SAR, se ubica en el municipio de Mérida y en el municipio de Umán, y cada uno de estos dentro del ámbito de sus facultades ha realizado el destino y los Usos de Suelo de acuerdo a sus necesidades y visiones que cada gobierno ha tenido a bien implementar para el bienestar social. Para la identificación de usos de suelo recreativos y productivos en nuestro SAR se utilizó la Carta D-49 Usos de Suelo, del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida 2018-2021, y la Carta municipal para el desarrollo urbano del Municipio de Umán.

En la Carta D-49 Usos de Suelo, del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida 2018-2021, que el sitio del proyecto y su Área de Influencia Indirecta del SAR se ubica en un uso de suelo industrial (Productivo), el cual es concordante con el Proyecto que pretendemos desarrollar ya que este pertenece a la industria eléctrica; asimismo fuera del sitio del proyecto y su Área de Influencia Indirecta encontramos un mosaico de usos de suelo que van Aglomeración Industrial (Productivo), Baldíos (Productivo), Equipamiento Público (Productivo) y Vegetación (Recreativo).

En lo tocante al municipio de Umán, la carta municipal para el desarrollo urbano se identificó que parte de nuestro SAR, se ubica en uso de suelo, de Asentamiento Humano (Recreativo), agrícola (Productivo), y vegetación secundaria (Recreativo).

Es evidente que dada las características del proyecto este no se opone al ámbito socioeconómico de la región, por el contrario, este contribuirá pues con él se garantizar la generación de energía eléctrica que demanda esta región. Sin dejar de lado el aspecto social, ambiental y económico, pues como se ha demostrado a lo largo de este estudio, el contar con energía suficiente contribuye a logro de los objetivos de una sociedad, pues esta se emplea en para la transformación de bienes y/o servicios que los humanos utilizamos a diario, ya sea para recrearse, o para ser productivos, por otro lado la tecnología que se va a emplear contribuye a combatir el cambio climático pues este central generadora utilizara gas natural para su por eso de generación de energía, reduciendo con ello gases contaminantes al atmosfera, por lo que se presume que el proyecto es viable social, económica, ambiental y jurídicamente.

#### **IV.2.5.- Paisaje**

Es la expresión espacial y visual del medio. Es un recurso natural escaso, valioso y con demanda creciente, fácilmente depreciable y difícilmente renovable. El paisaje visual considera la estética y la capacidad de percepción por un observador (Muñoz-Pedreros, 2004).

El estudio del paisaje está ligado a las áreas naturales, y al de su avance y transformación, ya sea por consecuencia de procesos naturales o como resultado de la intervención humana sobre ellos. La consideración del paisaje como un recurso natural y su valoración como tal está muy relacionada con la progresiva importancia que se da a la conservación de espacios naturales (Gómez-Orea 1999).

La metodología utilizada para la evaluación del paisaje consideró tres aspectos fundamentales, la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje. En la Tabla IV.2.5-1, se describen dichos aspectos, los cuales serán considerados para evaluar el paisaje en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y Sitio de Proyecto dentro de la CC Mérida IV.

Tabla IV.2.5-1. Conceptos fundamentales del paisaje

Concepto	Descripción
Visibilidad	Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros factores como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia.
Calidad paisajística	Incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m, en donde se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc., y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el Proyecto que incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y geomorfológicos.
Fragilidad del paisaje	Es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él (capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas). La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares) y la accesibilidad.

#### IV.2.5.1.- Componentes y dinámica del paisaje

Considerando la propuesta de Morláns (2005), se describirán aquellos componentes que permiten las interacciones y dinámica de un paisaje, mismas que se presentan a continuación.

##### IV.2.5.1.1.- Componentes

**Componente geológico:** La tierra, el relieve (llanuras, montañas, colinas, etc.), y la naturaleza del terreno (disposición de los materiales, afloramientos rocosos), el agua en sus diversas expresiones y todo otro elemento abiótico.

**Componente biológico:** Vida vegetal y animal. La fauna tiene menos importancia, aunque a veces es un elemento determinante como en el caso de las reservas faunísticas.

**Componente antrópico:** Si bien el hombre es un elemento más de la naturaleza unido a ella por vínculos de dependencia, e indudablemente un componente biótico, las estructuras espaciales debidas a las actuaciones humanas se consideran separadamente dado que su papel en el paisaje es muy activo. Especialmente en los últimos siglos, la tecnología desarrollada permite unas intervenciones sobre el medio imposibles anteriormente, lo que ha aumentado y acelerado los procesos de transformación antrópica de éste, y por lo tanto la evolución de los paisajes.

##### IV.2.5.1.2.- Dinámica

El paisaje está en permanente evolución como consecuencia de:

- Procesos antrópicos. Roturaciones, talas, transformación de usos de suelo, instalaciones de infraestructuras, etc.

- Procesos dinámicos naturales del medio biótico (evolución de la vegetación, colonización, sustitución, etc.) y del medio abiótico (procesos erosivos o sedimentarios, transformaciones de los cursos fluviales, procesos glaciares, etc.).

Cada uno de los componentes citados (geológico, biológico y antrópico) va a tener diferente peso específico en cada unidad del paisaje, estableciéndose entre ellos una serie de relaciones e interdependencias que dan unidad al conjunto y determinan su evolución (Morláns, 2005).

Las intervenciones antrópicas suelen causar modificaciones de ciclo corto: cambios en la utilización del suelo, una tala, una roturación, instalación de infraestructuras de comunicación, incendios provocados, etc. Estas modificaciones rápidas desatan procesos de adaptación y reorganización del medio natural, tanto biótico como abiótico, en la mayor parte de los casos de ciclo largo: recolonización vegetal en zonas quemadas o taladas, progresiva invasión de las infraestructuras por la vegetación y materiales depositados, estabilización de taludes, etc. El paisaje es, en definitiva, una entidad dinámica que evoluciona temporalmente como consecuencia de unos procesos naturales y unas intervenciones antrópicas o por el cese de éstas. Por ello, no ha de considerarse un fenómeno estático susceptible de ser encerrado en una imagen momentánea, sino como algo en permanente evolución.

#### **IV.2.5.2.-Principales componentes del paisaje visual en el Sistema Ambiental Regional (SAR), Área de Influencia (AI) y Sitio del Proyecto (SP)**

En la Foto IV.2.5.1.2-1 se observan los componentes del paisaje identificados en el SAR, AI y SP. No obstante, no todos están relacionados directamente con la obra, pero forman parte del paisaje del SAR. Se puede que con base en la geomorfología el paisaje se compone en su mayoría de un relieve plano (A), siendo parte característica de la zona peninsular que se encuentra dentro del SAR. Este paisaje se enriquece a su vez por la cobertura de vegetación arbórea y arbustiva de Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Caducifolia (B y C) y terrenos agrícolas (D).

Asimismo, existe fauna silvestre que se adapta a las condiciones de disturbio (E), otro rasgo importante en la formación de paisaje tiene que ver con la zona industrial, siendo el elemento más notable, las instalaciones de la Central Termoeléctrica Mérida II (F) dentro de la zona urbana e industrial.

Una condición muy similar se encuentra en el AI (Foto IV.2.5.1.2-2), sólo que aquí deja de existir el paisaje moldeado por terrenos agrícolas y de Vegetación arbórea y arbustiva de Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Caducifolia. En su lugar se encuentra vegetación inducida compuesta por diversos elementos florísticos ornamentales introducidos y que forman parte de las áreas verdes de la C.T Mérida II (A y B). Dicha condición favorece la presencia de fauna silvestre indicadora de áreas perturbadas, en una condición similar a la

del paisaje que se encuentra fuera del AI (C y D). En el AI el paisaje que domina se relaciona con el objeto de la CT Mérida II: infraestructuras que forman parte del proceso de generación de energía eléctrica (E), torre de enfriamiento, una subestación eléctrica y oficinas administrativas.

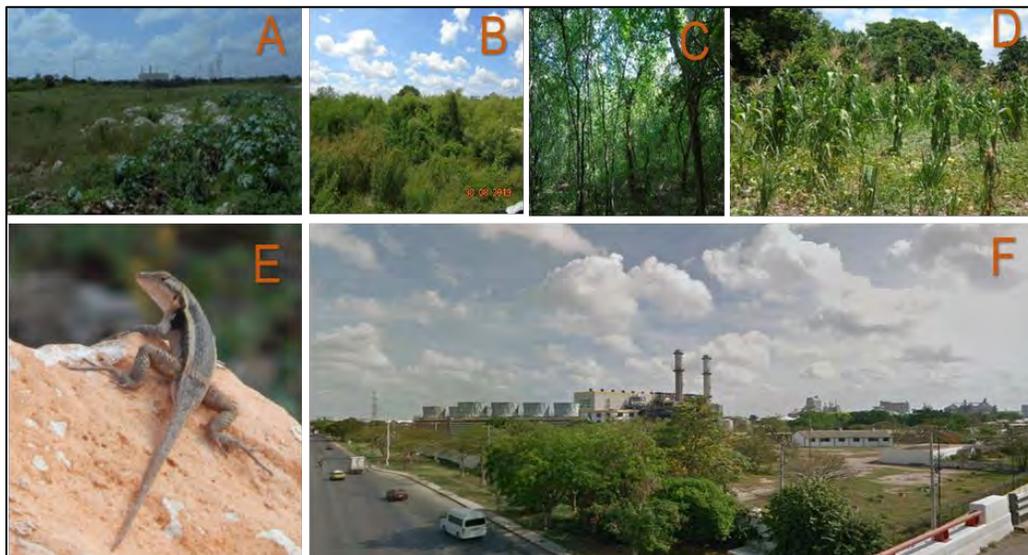


Foto IV.2.5.1.2-1. Principales componentes del paisaje en el SAR



Foto IV.2.5.1.2-2. Principales componentes del paisaje en el AI

En el AI y SP, domina la presencia de infraestructura como postes y líneas de energía eléctrica, tuberías de conducción de agua, planchas de concreto y espacios habilitados, así como oficinas y áreas ajardinadas compuestas por introducida que forman parte de las áreas verdes de la CT Mérida II (Foto IV.2.5.1.2-3 A y B).

Cada uno de estos factores o componentes del paisaje aparece diferenciado ante el observador por sus particulares características visuales básicas (forma, línea, color, etc.).

Tomando en cuenta los componentes anteriores, se determinaron las Unidades de Paisaje (UP) para el SAR, AI y SP.



Foto IV.2.5.1.2-3. Principales componentes del paisaje en el SP

#### IV.2.5.3.- Determinación de las Unidades de paisaje (UP)

Las Unidades de Paisaje en el SAR, AI y SP se definieron en base a los principales componentes del paisaje visual identificados (geológico, biológico y antrópico). De tal forma, que para el presente estudio se definieron cuatro Unidades de Paisaje:

- UP1 Zona urbana: Se encuentra representada en su mayor parte por la zona urbana de la ciudad de Mérida y Uxmal.
- UP2 Zona industrial: Se encuentra representada principalmente por comercios varios y la Central Termoeléctrica Mérida.
- UP3 Zona agrícola: Se encuentra representada por los cultivos de riego en su mayor parte.
- UP4 Zona forestal: Vegetación arbórea y arbustiva de Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Caducifolia.

Como se puede observar en la Figura IV.2.5-1, en el SAR, se encuentran representadas las cuatro Unidades de Paisaje, mientras que el AI y SP se encuentra representada por la UP-4 (Zona Industrial). Lo anterior derivado de las actividades antrópicas en donde se ha eliminado en su totalidad la vegetación natural (Vegetación arbórea y arbustiva de Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Caducifolia.) que existió anteriormente en el Área de Influencia y Sitio del Proyecto, modificando de esta manera el paisaje del SAR.

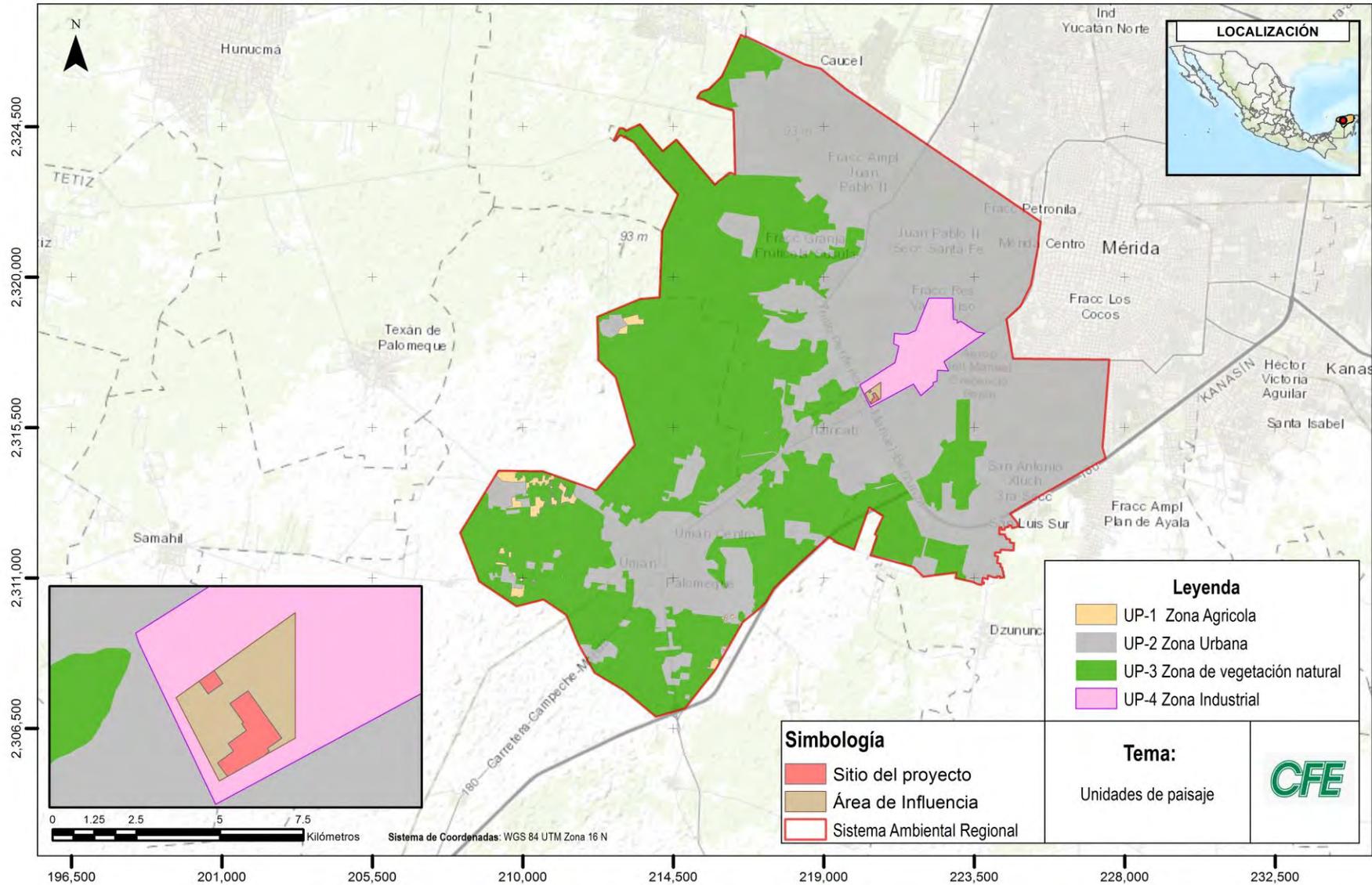


Figura IV.2.5-1. Ubicación física de cada una de las Unidades de Paisaje identificadas dentro del SAR

### IV.2.5.3.1.- Evaluación de las Unidades de paisaje

La evaluación del paisaje se analizó tomando en consideración las condiciones paisajísticas que pueden ser divididas en características intrínsecas como la calidad visual (sensibilidad) y extrínsecas como la visibilidad; además de considerar la capacidad de la naturaleza para absorber el impacto por la construcción de un proyecto, obra o actividad (fragilidad) tomando en cuenta la textura, el contraste y la composición con el entorno natural; y por último la consideración de los aspectos social y cultural de la zona (Gómez-Orea, 1999).

De esta manera, el análisis de evaluación de la visibilidad, calidad y fragilidad del paisaje se estableció de acuerdo con las características de uso de suelo y/o vegetación en el SAR, AI y SP (Tabla IV.2.5-2).

Tabla IV.2.5-2. Características del paisaje de acuerdo al uso de suelo en el SAR, AI y SP

Concepto	Características	Uso de suelo	Componentes
Visibilidad	Alta	Urbana	Cobertura vegetal escasa, vegetación inducida
	Media	Mixto	Cobertura vegetal media, planicie, infraestructuras urbanas.
	Baja	Forestal	Cobertura vegetal densa
Calidad	Alta	Conservación	Cobertura vegetal baja, altura de la vegetación, sin cuerpos de agua.
	Media	Transformación	Cobertura vegetal intercalada con áreas de cultivo.
	Baja	Actividades de alto impacto visual	Terrenos agrícolas, áreas urbanas, infraestructuras.
Fragilidad	Alta	Grado de deterioro de alto impacto	Sin capacidad de absorción visual del entorno.
	Media	Gradiente de transformación del entorno	Menor capacidad de absorción visual del entorno.
	Baja	Conservación del entorno	Capacidad de absorción visual del entorno.

Por lo tanto, en la Tabla IV.2.5-3 se muestran los resultados de la evaluación de las Unidades de Paisaje identificadas en el **SAR, AI y SP**.

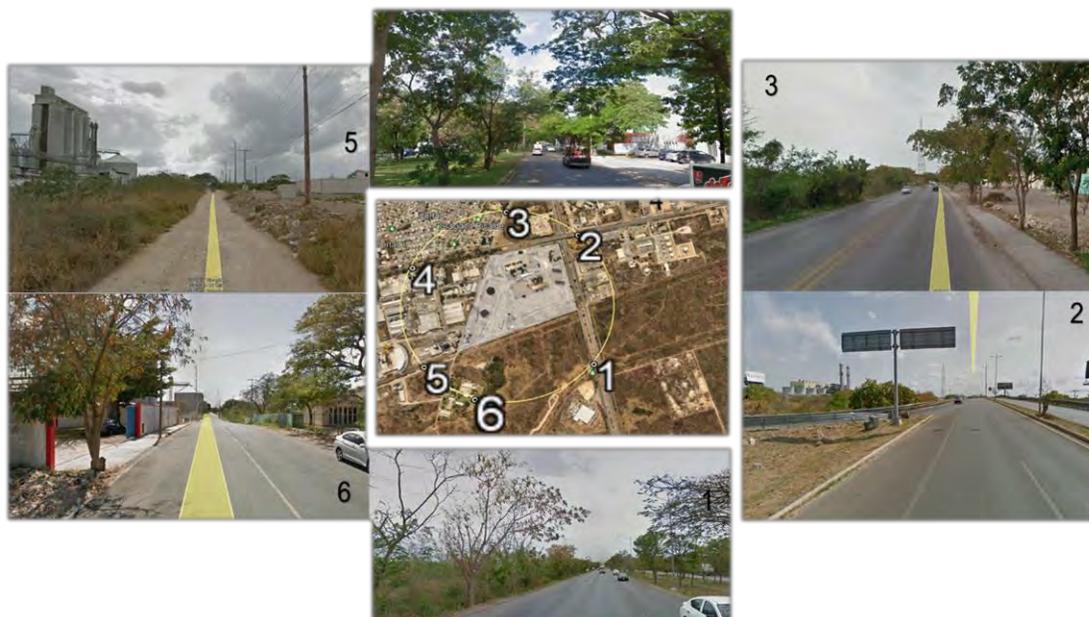
Tabla IV.2.5-3. Valoración de las UP identificadas en el SAR, AI y SP

Unidad de paisaje	Visibilidad	Calidad paisajística	Fragilidad del paisaje
UP1 Zona urbana	Baja	Baja	Alta
UP2 Zona industrial	Baja	Baja	Alta
UP3 Zona agrícola	Baja	Baja	Alta
UP4 Zona forestal	Media	Alta	Baja

Como los resultados lo demuestran, la visibilidad en las UP está representada en su mayor parte por una visibilidad y calidad paisajística baja, no obstante, la fragilidad se encuentra

dentro de las tres categorías consideradas. Lo anterior se debe a que el SAR, AI y SP se encuentran ubicados dentro de la zona urbana de Mérida, la cual ha sido transformada por los asentamientos humanos y diversas infraestructuras, así como la implantación de la zona industrial (Central Termoeléctrica). Por tal motivo la implantación del Proyecto podrá ser vista o no, de acuerdo a la ubicación de los posibles observadores y ángulo de visión.

En la Foto IV.2.5.3.1-1 se muestran la visibilidad del Proyecto por posibles observadores en un radio de 500 m fuera de la Central Termoeléctrica.



*Foto IV.2.5.3.1-1. Visibilidad del Proyecto por posibles observadores en un radio de 500 m*

Como se puede observar en las fotos anteriores, la visibilidad del Proyecto por los posibles observadores estará en función de diferentes factores como la distancia, ubicación, ángulo de visión, vegetación, topografía, infraestructuras urbanas, entre otros.

El paisaje es; en definitiva, una entidad dinámica que evoluciona temporalmente como consecuencia de procesos naturales y actividades antrópicas o por el cese de éstas. Por ello, no ha de considerarse un fenómeno estático susceptible de ser encerrado en una imagen momentánea, sino como algo en permanente evolución (Morláns, 2005).

### **IV.3.- Diagnóstico ambiental**

A continuación, se presenta la síntesis del estado actual del SAR, AI y SP con la intención de identificar su grado de conservación y/o deterioro de acuerdo con la descripción efectuada en los apartados previos del presente capítulo. Se incluye, además, una valoración de las capacidades de respuesta ambiental del SAR en función de las principales tendencias de desarrollo.

### **IV.3.1.- Proceso metodológico para el desarrollo del diagnóstico ambiental**

#### **IV.3.1.1.-Identificación de componentes, factores y subfactores ambientales**

La elaboración de este diagnóstico se sustenta en la integración del inventario ambiental, desarrollado en los Apartados IV.1 y IV.2, en los que se incluyen las características de los componentes presentes en el SAR, AI y SP de manera previa a la implantación del Proyecto. Además de lo anterior, el diagnóstico se apoya en lo observado durante el trabajo de campo, así como en la información bibliográfica y cartográfica.

#### **IV.3.1.2.- Diagrama de interacciones y clasificación de dependencia**

Con base en el Capítulo II y apartados anteriores del presente, e implementación de reuniones de análisis y discusión con los distintos especialistas y, tomando como fundamento los factores y subfactores ambientales, se determinaron las interrelaciones causa-efecto entre los componentes, factores y subfactores ambientales en cada una de las etapas del Proyecto (Figura IV.3.1-1). A su vez, dichas interacciones se utilizaron para elaborar la matriz de interacción para determinar el Índice Relativo de Conexión (Tabla IV.3.2-1).

Como resultado de las interacciones identificadas y con relación directa de la implementación del Proyecto, se realizó un análisis para identificar los componentes ambientales relevantes y/o críticos del sistema y así determinar su valor específico para la estabilidad o afectación en el sistema. Con la identificación de las interacciones se calculó el Índice Relativo de Conexión (IRC) y se agruparon en los siguientes terciles: Importante ( $I < 33\%$ ), Relevante ( $R 34-66\%$ ) y Crítico ( $C > 66\%$ ).

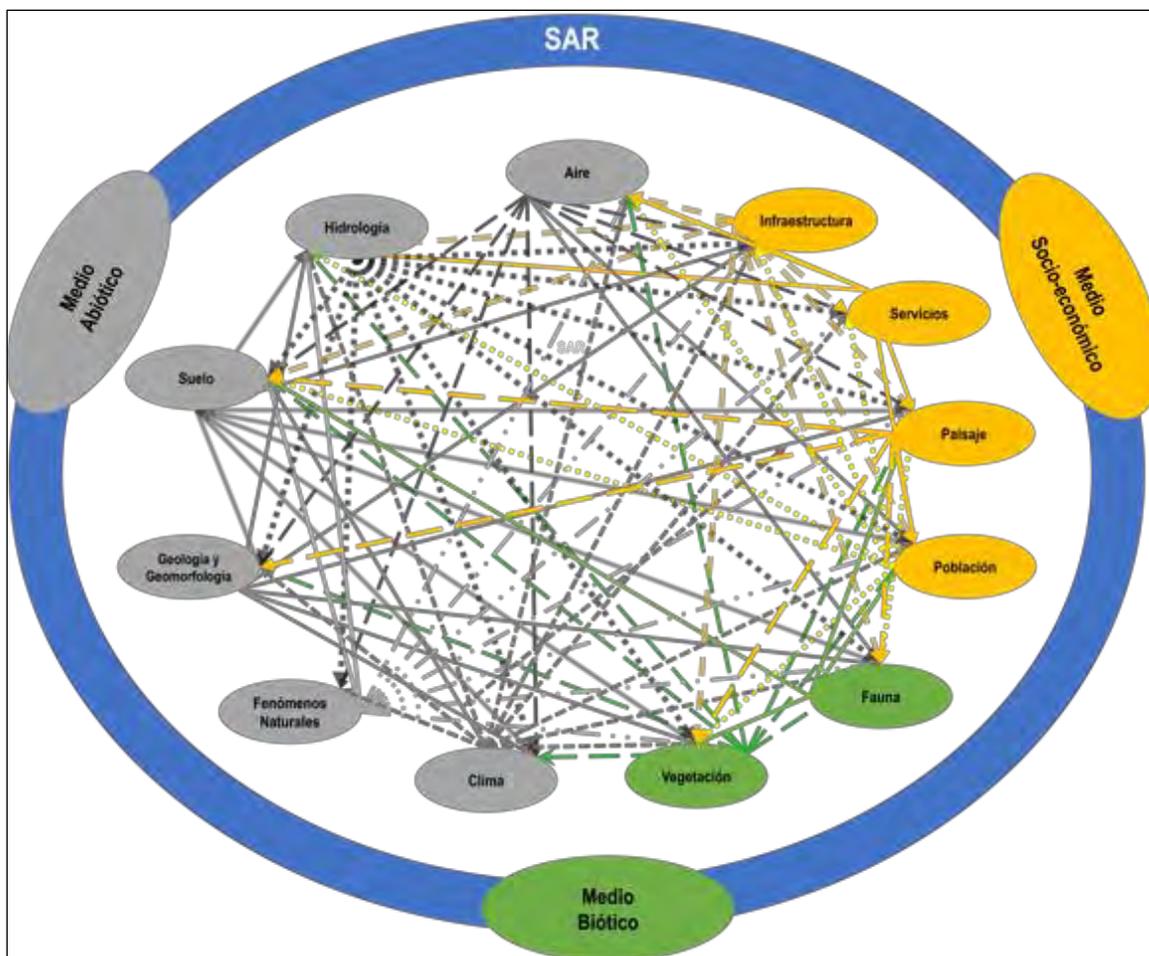
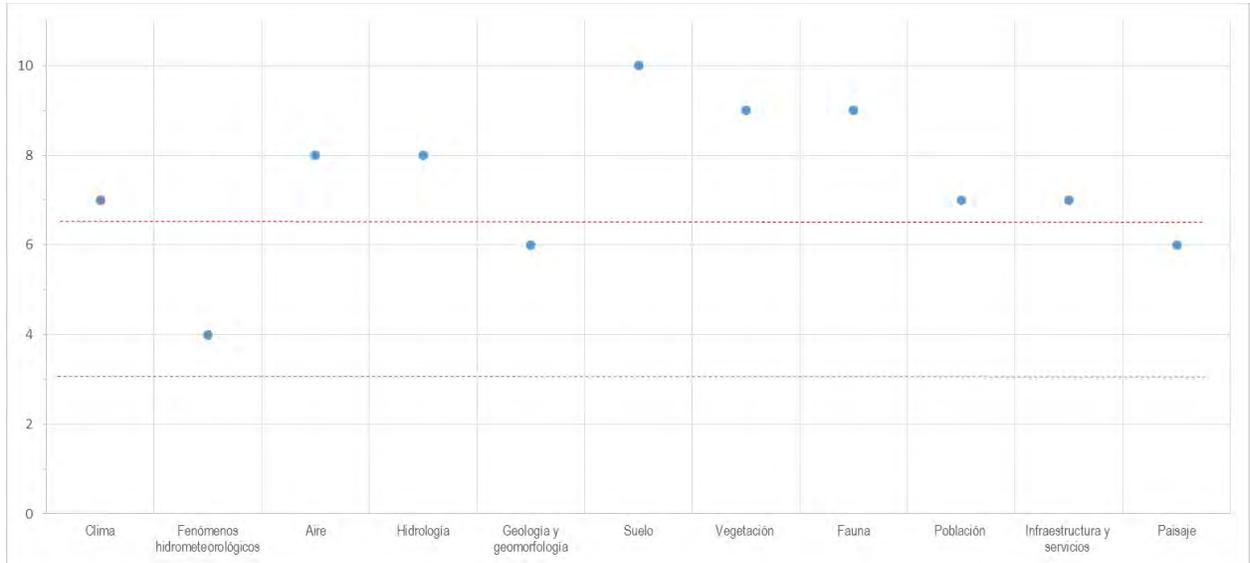


Figura IV.3.1-1. Diagrama de interacciones en el medioabiótico, biótico y socioeconómico

### IV.3.2.- Resultado del diagnóstico ambiental

En la Tabla IV.3.2-1 y Gráfica IV.3.2-1 se presenta el resultado de la identificación de las interacciones, así como el Índice Relativo de Conexión (IRC) para cada uno de los subfactores. En el marco del Diagnóstico Ambiental del SAR se identificaron tres subfactores relevantes: Fenómenos hidrometeorológicos, Geología fallas y fracturas y Paisaje. Los subfactores identificados como Críticos corresponden a Clima, Aire, Hidrología, Suelo, Vegetación, Fauna, Población e Infraestructura y servicios. Ninguno de los subfactores se identificó como importante.



*Gráfica IV.3.2-1. Ubicación de los valores del IRC en cada uno de los terciles (las líneas verde y roja son los límites de los tercile)*

Tabla IV.3.2-1. Matriz de interacción para determinar el Índice Relativo de Conexión

Factor	Subfactor	Abiótico						Biótico		Socio-económico			No. de Interacciones	Índice relativo de conexión
		Clima	Fenómenos hidrometeorológicos	Aire	Hidrología	Geología y geomorfología	Suelo	Vegetación	Fauna	Población	Infraestructura y servicios	Paisaje		
Abiótico	Clima	-	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	7	Crítico
	Fenómenos hidrometeorológicos	1	-	0	0	1	0	1	0	1	0	0	4	Relevante
	Aire	1	1	-	1	1	1	1	0	1	1	0	8	Crítico
	Hidrología	1	0	1	-	1	1	1	0	1	1	1	8	Crítico
	Geología y geomorfología	0	1	1	1	-	1	0	0	0	1	1	6	Relevante
	Suelo	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	10	Crítico
Biótico	Vegetación	1	1	1	1	1	1	-	1	1	0	1	9	Crítico
	Fauna	1	1	1	1	1	1	1	-	1	0	1	9	Crítico
Socio-económico	Población	0	0	1	1	0	1	1	1	-	1	1	7	Crítico
	Infraestructura y servicios	1	0	1	1	1	1	0	0	1	-	1	7	Crítico
	Paisaje	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	-	6	Relevante

### **IV.3.2.1.- Medio abiótico**

En términos generales, el SAR, el AI y el SP presentan grados de disturbio ambiental, atribuido particularmente a lo observado en los Usos del suelo y vegetación cuyo componente principal corresponde al tipo Urbano construido, seguido por la presencia de Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Caducifolia y por la presencia de zonas con uso del suelo de agricultura de temporal permanente. Es por ello, que el análisis de Diagnóstico Ambiental tenga como resultado, índices críticos (IRCC) y relevantes (IRCR), los cuales, se describen a continuación.

#### **IV.3.2.1.1.- Subfactor aire**

Presenta un Índice Relativo de Conexión Crítico (IRCC) al tener conexión con otros subfactores tanto del factor abiótico como de los factores biótico y socioeconómico. Sin embargo, es importante mencionar que, de acuerdo con la información correspondiente a la calidad del aire analizada en el presente estudio, los datos cumplen con las Normas oficiales mexicanas correspondientes en materia de ozono y monóxido de carbono; estando por encima solamente en el límite anual de partículas menores a 2,5 micras. Las fuentes de emisión identificadas para cada contaminante atmosférico en el SAR, se encuentra descrita en el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Yucatán 2018-2027 entre las que destacan la generación de energía eléctrica como fuente importante de PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, y NO<sub>x</sub>. Sin embargo, cabe resaltar que el tipo de tecnología del Proyecto, Ciclo Combinado, es una tecnología de baja emisión de contaminantes atmosféricos.

#### **IV.3.2.1.2.- Subfactor hidrología**

Presenta un Índice Relativo de Conexión Crítico (IRCC), debido a que las condiciones hidrogeológicas del acuífero propician la contaminación del agua subterránea, ya que por un lado las oquedades del terreno kárstico de alta permeabilidad y por otro lado la ausencia de un medio poroso que sirva de material filtrante y la escasa profundidad del agua subterránea, facilitan el acceso de los contaminantes al subsuelo y su rápida propagación en el acuífero. Entre los principales problemas que afectan la calidad del agua de la región se encuentran el desarrollo urbano, las actividades económicas, el uso de excesivo de nutrientes y pesticidas agrícolas, la mala disposición de los residuos sólidos, así como la falta de protección de fuentes de abasto de agua.

El SAR se encuentra sobre el acuífero 3105 Península de Yucatán, el cual, suministra agua a la región. Posee una disponibilidad media anual de agua del subsuelo POSITIVA de un total de 2 842,715476 MMm<sup>3</sup>/año; es decir, que existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones o incrementar el volumen de las ya existentes en el acuífero Península de Yucatán.

#### **IV.3.2.1.3.- Subfactor suelo**

Presenta un Índice Relativo de Conexión Crítico (IRCC), ya que en el suelo del SAR se observan dos grados de degradación de este subfactor: extremo y ligero. El grado extremo se presenta en el área donde se ubica el Sitio del Proyecto y el Área de Influencia; y corresponde con la mancha urbana de la ciudad de Mérida; presenta degradación física extrema por pérdida de la función productiva debido a la urbanización. Mientras que, el resto del SAR posee degradación ligera de tipo químico por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica atribuido a actividades agrícolas, deforestación y remoción de la vegetación

#### **IV.3.2.1.4.- Subfactor geología y geomorfología**

Presenta un Índice Relativo de Conexión Relevante (IRCR) no tanto desde el punto de vista de efectos antrópicos, sino más bien desde la perspectiva modeladora que tienen la geología y geomorfología en el comportamiento hídrico, transporte y dinámica de masas de aire y de formación de suelos. Situación que le imprime al SAR los elementos naturales de paisaje original desde el punto de vista del relieve plano con presencia cenotes y dolinas, característicos de la región.

Las fracturas identificadas en la región, se encuentran fuera del SAR y, por lo tanto, no representan riesgo para el Área de Influencia ni para el Sitio del Proyecto.

#### **IV.3.2.1.5.- Subfactor fenómenos hidrometeorológicos**

Presenta un Índice Relativo de Conexión Relevante (IRCR). El cual, al igual que el Subfactor geología y geomorfología pueden incidir de manera temporal o permanente en las condiciones naturales del SAR. Siendo el aspecto más relevante el momento en el cual algún fenómeno natural extraordinario incide en las actividades productivas del SAR o bien en la modificación de alguno de sus componentes o para el caso, otros subfactores.

### **IV.3.2.2.-Medio biológico**

#### **IV.3.2.2.1.- Subfactor vegetación**

Presenta un Índice Relativo de Conexión Crítico (IRCC). Las formaciones vegetales en el SAR en general, manifiestan una condición secundaria debido a un intenso desarrollo de actividades agrícolas y agropecuarias, lo que ha provocado que hasta un 95,61 % de la superficie forestal del estado se encuentre en dicha condición. El SAR ha sido sometido a una tasa constante y acelerada de cambio de uso del suelo con fines agropecuarios, industriales, habitacionales y de equipamiento urbano, tendiente a soportar una carga demográfica y socioeconómica superior a la capacidad del mismo.

El desarrollo urbano y rural contribuye de manera importante al deterioro del espacio y por tanto a la pérdida de los recursos biológicos. Esto tiene una fuerte correlación con el

incremento en la densidad de población, de crecimiento de centros de población o del surgimiento de otros.

#### **IV.3.2.2.2.- Subfactor fauna**

Presenta un Índice Relativo de Conexión Crítico (IRCC), esto no tanto por su abundancia o riqueza, sino por su escasa representatividad. A nivel SAR, el índice de Shannon- Wiener para reptiles presenta una diversidad muy baja, alta para aves y baja para mamíferos. Es importante señalar que se identificaron especies de vertebrados que es comúnmente encontrarlas en sitios perturbados, en este caso el AI y un punto del SAR localizados en la zona industrial de Mérida, Yucatán. Asimismo, se debe indicar que en el SAR existen algunos manchones de vegetación original y como consecuencia en estos se registraron especies indicadoras de ambientes un poco más conservados.

#### **IV.3.2.3.-Medio socioeconómico**

En el factor socioeconómico, el Índice Relativo de Conexión Crítico (IRCC) se encuentra en el Subfactor Población e Infraestructura y servicios. Obedeciendo al crecimiento poblacional y por consecuente, a la necesidad de una mayor cobertura de servicios básicos. Asimismo, el subfactor, Paisaje presenta un Índice Relativo de Conexión Relevante (IRCR) esto debido a que la tendencia de crecimiento poblacional es positiva o al alza, lo cual también se ve reflejado en el incremento de la mancha urbana. Asimismo, esta situación es la manifestación extrema del deterioro del paisaje dentro del SAR, así como la pérdida de la biodiversidad en flora y fauna silvestre.

#### **IV.3.3.- Síntesis descriptiva del diagnóstico ambiental en el SAR**

Con base en el desarrollo del diagnóstico ambiental, se encuentra que el mismo está modificado por actividades antrópicas. Destaca la presencia de la industria, las actividades agropecuarias y por tanto el subsecuente crecimiento de la traza urbana.

- Como consecuencia del desarrollo de actividades productivas, así como del incremento de la tasa poblacional, el recurso natural con mayor presión se encuentra en el subfactor suelo. No se soslaya el aire, pues es un componente ambiental que, si bien no se aprovecha de manera tangible, es el evidente receptor de las emisiones provenientes de fuentes fijas (industria), móviles (transporte urbano) de área (agropecuarias, domésticas, quema de material dendroenergético, imprentas, tintorerías por mencionar algunas).
- Los Subfactores del medio natural (abiótico y biótico) presentan en su mayoría, un Índice Relativo de Conexión Crítico (IRCC) por efectos de la actividad antrópica.
- En el medio socioeconómico cobra relevancia el Índice Relativo de Conexión Crítico (IRCC), esto a pesar de que éste Subfactor no presenta flujos o déficits de desabasto de insumos, materias primas y/o servicios; pero sí se tiene una población con crecimiento constante y conllevan a la modificación del paisaje ocasionada por establecimiento de infraestructura para la industria y habitacional.

Derivado del análisis de los IRC se encuentra que en el SAR existe un importante disturbio antrópico lo que conduce a que se tenga mucha más dependencia de los recursos naturales disponibles y que por tanto regulen su estabilidad, lo cual se distingue de manera superlativa en el AI y SP. Las actividades agropecuarias e industriales han promovido la eliminación de la cobertura vegetal, las descargas de aguas residuales y la generación de emisiones a la atmósfera, principalmente.

En conclusión, se identifica que el SP, el AI y el SAR, aunque integran un medio estable, el mismo resulta ser sensible debido a la especificidad de los procesos y flujos de energía entre los componentes ya que la condición de dependencia demanda importantes aportaciones de energía del exterior.

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO:

---

346 CC MÉRIDA IV

---

## CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS  
IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL  
SISTEMA AMBIENTAL

## ÍNDICE GENERAL

<b>V.- IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL....</b>	<b>1</b>
V.1.- Identificación de impactos .....	1
V.1.1.- Metodología para identificar y evaluar los impactos .....	1
V.1.2.- Identificación de las fuentes de impacto .....	4
V.1.3.- Identificación de factores y atributos ambientales .....	4
V.1.4.- Interacciones ambientales identificadas .....	6
V.2.- Caracterización de los impactos .....	10
V.3.- Valoración de los impactos .....	18
V.3.1.- Naturaleza y significancia de los impactos .....	22
V.4.- Impactos residuales .....	31
V.5.- Impactos acumulativos .....	33
V.6.- Conclusiones .....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V.3-1. Criterios básicos propuestos en la metodología de Bojórquez-Tapia et al. (1998)...	19
Tabla V.3-2. Criterios complementarios propuestos en la metodología de Bojórquez-Tapia et al. (1998).....	19
Tabla V.3-3. Clases de significancia de los impactos evaluados, propuestas en la metodología de Bojórquez-Tapia et al. (1998).....	21
Tabla V.3.1-1. Naturaleza de los impactos por Etapa y Actividad del Proyecto.....	24
Tabla V.3.1-2. Naturaleza y Significancia de los impactos del Proyecto por Factor y Subfactor...28	
Tabla V.3.1-3. Naturaleza y Significancia de los impactos por Etapa y Actividad del Proyecto.....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V.1.1-1. Etapas (Generalidades, Identificación, Caracterización y Valoración), actividades y métodos aplicados en la evaluación de impacto ambiental del Proyecto.....	3
Figura V.1.2-1. Fuentes de impacto por cada una de las etapas del Proyecto.....	4
Figura V.1.3-1. Apartados, factores y subfactores que pudieran verse afectados por las fuentes de impacto ambiental del Proyecto.....	5
Figura V.1.4-1. Matriz de interacciones ambientales del Proyecto.....	7
Figura V.3-1. Escala utilizada para estimar los criterios básicos y complementarios de los impactos ambientales del Proyecto.....	20
Figura V.3.1-1. Matriz de Significancia y Naturaleza de los impactos ambientales del Proyecto...	26

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica V.1.4-1. Proporción del número de interacciones ambientales identificadas por Apartado ambiental.....	8
Gráfica V.1.4-2. Total de interacciones ambientales del Proyecto identificadas por Apartado y Factor ambiental.....	8
Gráfica V.1.4-3. Proporción del número de interacciones ambientales identificadas por Etapa del Proyecto.....	9
Gráfica V.1.4-4. Total de interacciones ambientales en las etapas de Preparación del sitio (A), Construcción (B), Operación-Mantenimiento (C) y Abandono (D); en las actividades de Contratación de mano de obra (CMO), Operación de equipo, maquinaria y vehículos (OEMV), Demolición y retiro de la infraestructura existente (DRIE), Manejo de residuos (MR), Retiro de vegetación y despalme (RVD), Excavaciones, compactaciones y nivelaciones (ECN), Explotación de materiales pétreos y acarreo (EMPA), Rellenos (RE), Cimentación de instalaciones, estructuras y edificaciones (CIEE), Instalación y operación de infraestructura temporal (IOIT), Montaje de equipos e infraestructura permanente (MEIP), Construcción de obras asociadas (COA), Pruebas y puesta en servicio (PPS), Uso de gas (SG), Generación de energía eléctrica (GTEE), Mantenimiento preventivo (MP), Mantenimiento correctivo (MC), Mantenimiento mayor (MM), Desmantelamiento de equipos (DE), Desarmado y/o demolición de estructuras y edificaciones (DDEE), Limpieza y acondicionamiento del predio (LAP) y Restauración de suelos (RS).....	9
Gráfica V.3.1-1. Naturaleza de los impactos del Proyecto.....	22

---

Gráfica V.3.1-3. Naturaleza de los impactos del Proyecto por Factor ambiental.....	23
Gráfica V.3.1-4. Naturaleza de los impactos por Etapa del Proyecto.....	23
Gráfica V.3.1-5. Representatividad del nivel de Significancia de los impactos del Proyecto.....	25
Gráfica V.3.1-6. Significancia y Naturaleza de los impactos del Proyecto.....	25
Gráfica V.3.1-7. Significancia de los impactos por Apartado ambiental.....	27
Gráfica V.3.1-8. Significancia de los impactos del Proyecto por Factor ambiental.....	28
Gráfica V.1-1. Significancia de los impactos por Etapa del Proyecto.....	29
Gráfica V.4-1. Extensión de los impactos Negativos Residuales del Proyecto.....	32
Gráfica V.5-1. Naturaleza de los impactos Acumulativos por Apartado del Proyecto.....	33
Gráfica V.1-2. Impactos ambientales Acumulativos del Proyecto.....	34

## **V.- IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

En el presente Capítulo se documentan los impactos ambientales del Proyecto al igual que la metodología utilizada para su evaluación. El impacto ambiental se define como *la modificación al ambiente ocasionada por la acción del hombre o la naturaleza* (H. Congreso de la Unión, 2019), mientras que la evaluación de impacto ambiental se entiende como *el instrumento de la política ambiental destinado a regular la ejecución de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente y en la salud humana* (H. Congreso de la Unión, 2019). La importancia de este instrumento reside en que, a través de él, se incorpora el criterio ambiental a la resolución de un problema, se resaltan los impactos positivos y se mitigan los negativos, a la vez que facilita y respalda la toma de decisiones fundamentales; asimismo fomenta la participación de la sociedad y representa un bien económico, político y ético (Dellavedova, 2011).

La información contenida en este Capítulo, de acuerdo con la *Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental-Regional* (SEMARNAT, s/f), se enfoca a la identificación, caracterización, ponderación y evaluación de los Impactos Ambientales (IA), con énfasis en aquellos relevantes o significativos, y de estos, los que son residuales, acumulativos y/o sinérgicos. La evaluación de los IA involucró todas las etapas (preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono) así como las actividades pretendidas del Proyecto destacando su naturaleza, magnitud y temporalidad; además de las condiciones del escenario ambiental actual regional y local donde se busca implementar el mismo, para ello, se atendió la información previamente descrita en los capítulos II y IV de esta MIA-R.

### **V.1.- Identificación de impactos**

De acuerdo con la Guía antes señalada, para identificar los IA del Proyecto se deben desarrollar tres acciones: 1) Conocer el proyecto y sus alternativas, 2) Conocer al ambiente en el que se va a desarrollar el proyecto, y 3) Determinar las interacciones entre proyecto y ambiente. A continuación, se describe la metodología utilizada para la identificación y evaluación de los IA del Proyecto.

#### **V.1.1.- Metodología para identificar y evaluar los impactos**

Las metodologías de evaluación de los IA, como se mencionó anteriormente, tienen como objetivo identificar, evaluar y predecir los IA; además de cumplir con la función de sistematizar la información por la gran cantidad de componentes que son considerados y a la complejidad que conlleva cada uno de ellos (Franco-López, 2015). Al elegir una técnica de medición de los IA es necesario tomar en cuenta la valoración preliminar que se realizó

del ambiente (línea base, Capítulo IV), junto con las actividades del Proyecto en sus diferentes etapas (Capítulo II). Toda vez que se ha revisado y comprendido la información, se deben considerar las posibilidades y limitaciones de cada uno de los métodos existentes y proceder a la ejecución de uno o varios de ellos.

Existe un gran número de metodologías de evaluación, todas ellas permiten identificar IA derivados de la relación causa-efecto, la mayoría de las técnicas tienen procedimientos en común, tal como lo son: a) Análisis preliminar de los componentes y del estado o condición del sitio donde se pretende ejecutar el proyecto así como de su zona de influencia, b) Análisis del grado de relación entre los componentes y c) Análisis de las implicaciones sociales que presenta el proyecto. A pesar de la similitud entre las técnicas de evaluación, todas ellas conllevan un grado de incertidumbre (Bojórquez-Tapia and Ortega-Rubio, 1998), por lo cual es necesario considerar que el diseño de la metodología por si solo puede facilitar o dificultar el proceso, lo esencial para hacer una evaluación de impacto ambiental efectiva es seleccionar los métodos más apropiados para las necesidades específicas de cada proyecto (Oyarzún-Muñoz, 2008).

Dicho lo anterior, en particular para el Proyecto de interés se eligió una serie de métodos (Figura V.1.1-1), que comprenden tres niveles de aproximación: 1) Valoración inicial de los impactos identificados, 2) Valoración cualitativa de los impactos definidos, y 3) Valoración cuantitativa de los impactos determinados (Franco-López, 2015). La combinación de las metodologías coadyuvo a la identificación, predicción, síntesis y valoración de los IA en cada una de las etapas de la evaluación. A continuación, se detalla lo realizado en cada una de ellas:

En la etapa denominada *GENERALIDADES* quedó de manifiesto la información de las obras y actividades que se pretenden llevar a cabo durante el Proyecto de acuerdo a su naturaleza, objetivos, características, distribución, etc. Al mismo tiempo, se elaboró una caracterización y análisis actual y retrospectivo del estado del Sistema Ambiental Regional (SAR). Para profundizar en estos aspectos se sugiere consultar los capítulos II y IV del presente documento.

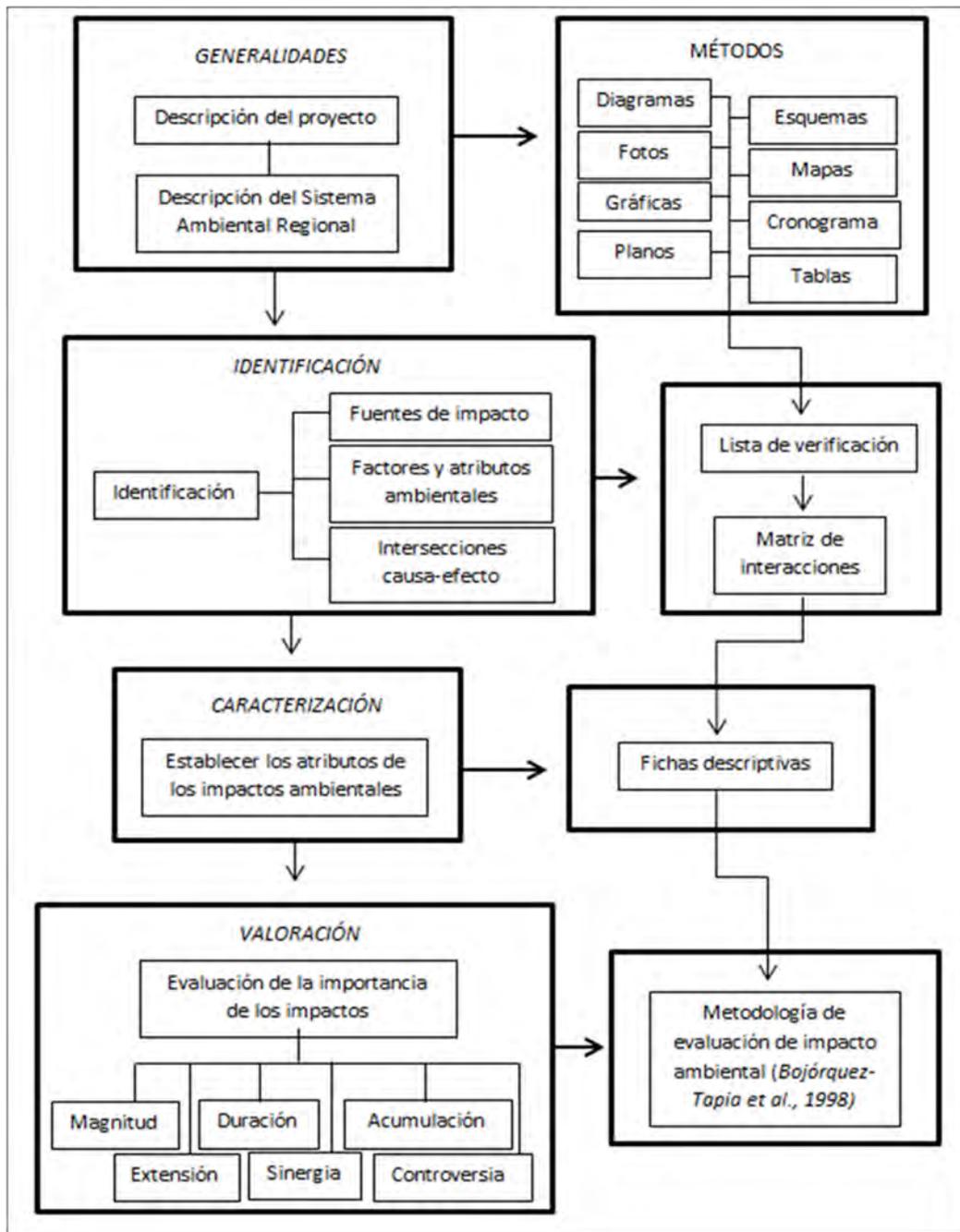


Figura V.1.1-1. Etapas (Generalidades, Identificación, Caracterización y Valoración), actividades y métodos aplicados en la evaluación de impacto ambiental del Proyecto

Una vez descritas las generalidades la siguiente etapa correspondió a la **IDENTIFICACIÓN**, la cual consta de tres fases: a) Identificación de las fuentes de impacto, b) identificación de los factores y atributos ambientales y c) Identificación de las interacciones causa-efecto.

### V.1.2.- Identificación de las fuentes de impacto

Las fuentes de impacto se reconocen como las acciones y/o actividades que pueden generar un efecto negativo o positivo en uno o más factores ambientales. En la Figura V.1.2-1 se presenta un *listado* por etapa del Proyecto de las fuentes de impacto resultado de la identificación realizada por un grupo de expertos con conocimientos y experiencia en evaluación, ejecución y supervisión de proyectos similares al que nos ocupa.

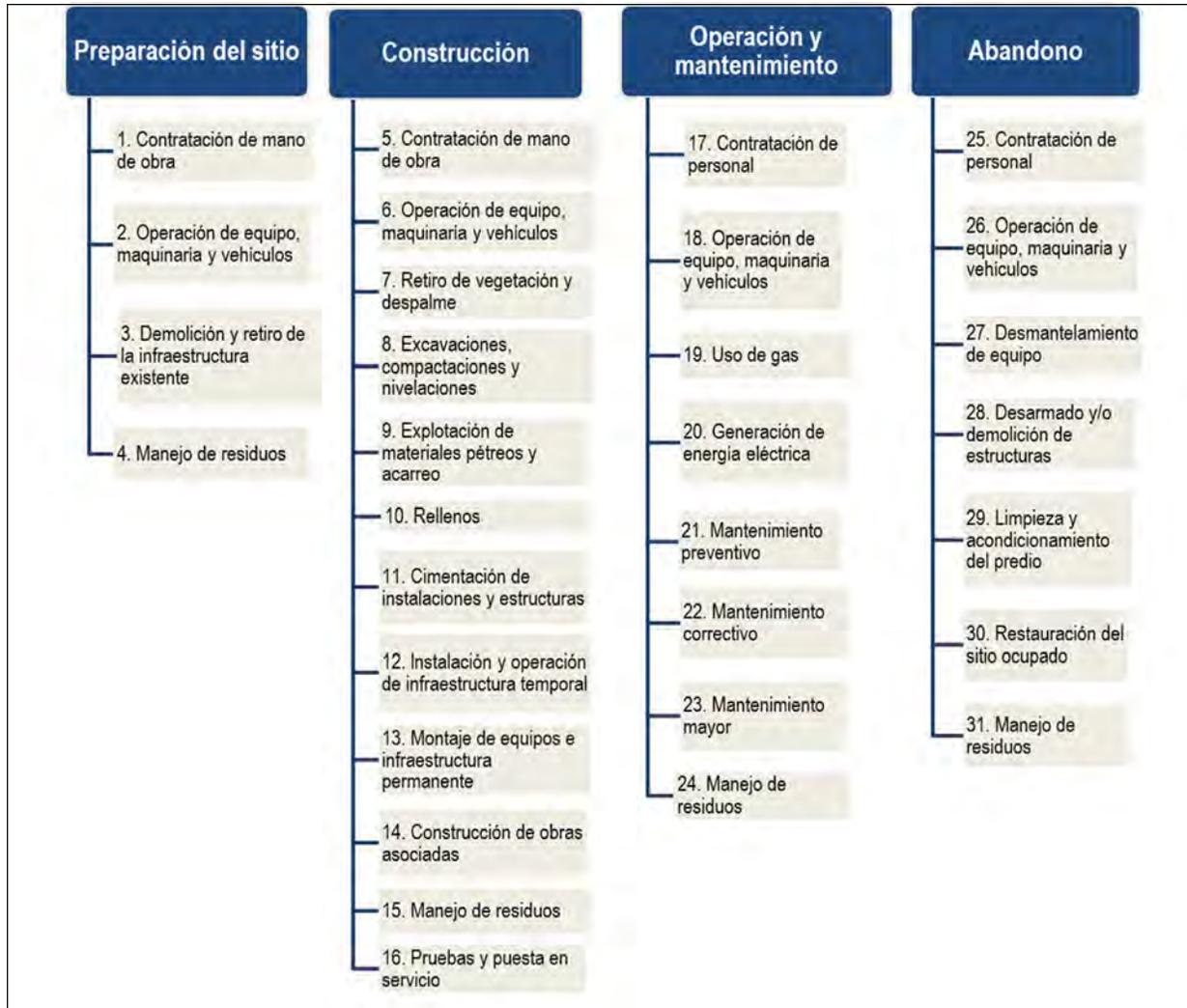


Figura V.1.2-1. Fuentes de impacto por cada una de las etapas del Proyecto

### V.1.3.- Identificación de factores y atributos ambientales

En esta etapa se utilizó una *lista de verificación simple* que consiste en una relación unidimensional ordenada de factores (aire, agua, topografía, suelo, ruido y vibraciones, vegetación, fauna, recursos naturales, uso de suelo, energía, transporte, servicios públicos, infraestructura, población, salud, economía, percepción social, aspectos estéticos, aspectos culturales, residuos y riesgos) que pueden ser afectados por la

ejecución de un proyecto de ingeniería (Apartado VIII.3.3 del Capítulo VIII), de esta MIA-R). Entre las ventajas que tiene este método están: a) Facilita la organización de la información, b) Permite elaborar un primer diagnóstico ambiental expresado como un resumen conciso, c) Proporciona una base sistemática para el resto de la evaluación de los IA y d) Disminuye las posibilidades de que se omita información relevante de algún factor (Sánchez-Sánchez, 2008; Mijangos-Ricardez y López-Luna, 2013). La lista de verificación es una evaluación preliminar además de un auxiliar para la generación del *listado de factores susceptibles a los IA del Proyecto*, en el cual se identifican factores y subfactores en cada uno de los *Apartados* del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico) que el Proyecto pudiera modificar, y con ello, promover posibles alteraciones en la calidad ambiental del SAR (Figura V.1.3-1).

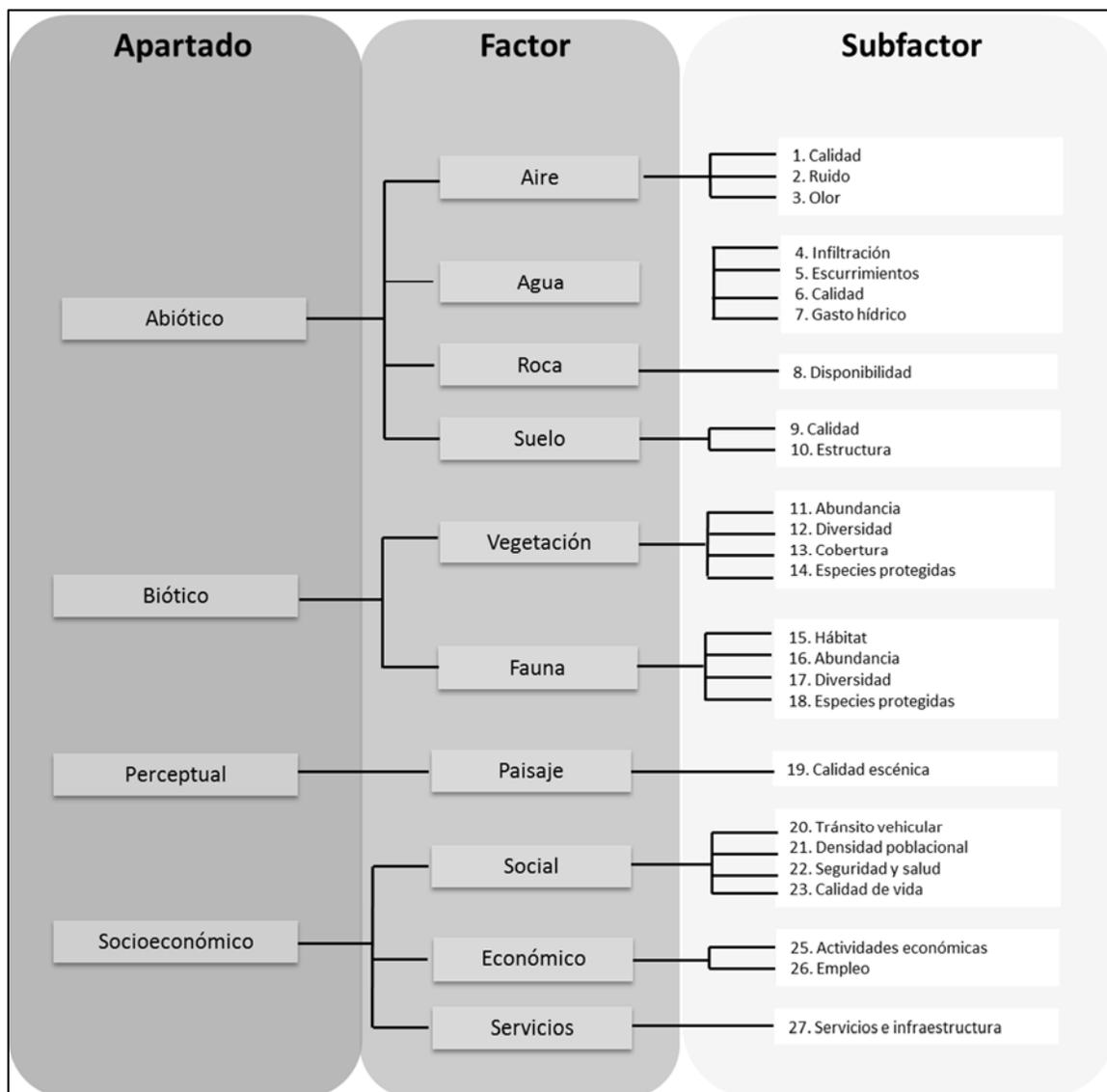


Figura V.1.3-1. Apartados, factores y subfactores que pudieran verse afectados por las fuentes de impacto ambiental del Proyecto

Una vez identificadas las actividades además de los *Factores* y *Subfactores* involucrados en el Proyecto, lo siguiente fue utilizar dicha información para elaborar una *Matriz de interacciones* en la que se dispusieron como columnas las acciones o actividades del Proyecto que pueden causar IA y como filas, los factores y subfactores susceptibles de ser impactados. Una vez construida la matriz con ambas entradas, se definieron las *Interacciones* existentes, las cuales de preferencia debieron cumplir los criterios de: 1) ser significativos (o responsables de algún efecto), 2) ser independientes y 3) ser medibles.

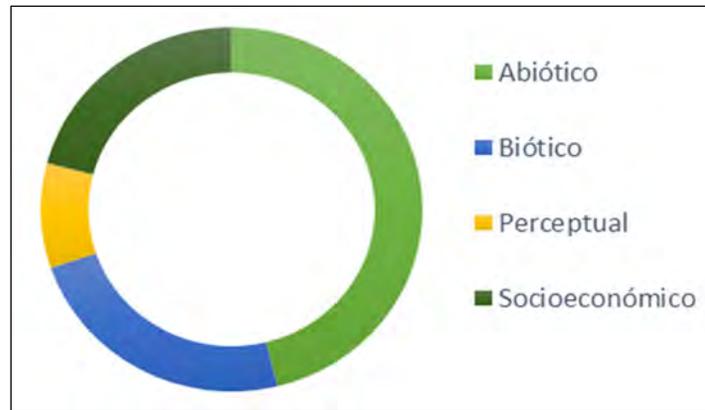
El uso de la matriz de interacciones tiene el objetivo de establecer las *relaciones causa-efecto* de acuerdo a las características particulares de un proyecto, es un método global, ya que cubre las características bióticas, abióticas y socioeconómicas del sistema. Entre las ventajas que representa su uso están: a) Considera los posibles impactos de acciones sobre diferentes factores ambientales, b) Es un apoyo en el entendimiento del alcance y efectos del Proyecto, c) Ayuda en la determinación del orden del impacto y las relaciones más complejas, d) A través de esta matriz se logra ponderar el impacto de las acciones sobre el medio ambiente y así medir su calidad (Dellavedova, 2011).

#### **V.1.4.- Interacciones ambientales identificadas**

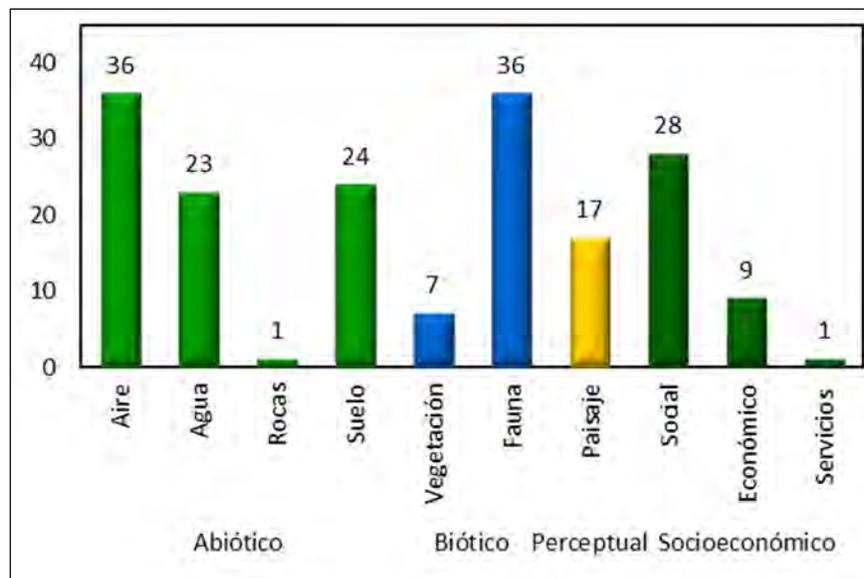
Como resultado del análisis descrito en el apartado anterior, se contabilizó un total de *182 interacciones* (Figura V.1.4-1). El *Apartado* con mayor número de interacciones identificadas fue *Abiótico* (84), seguido del *Biótico* (43), *Socioeconómico* (38) y finalmente *Perceptual* (17) (Gráfica V.1.4-1). Por su parte, el factor con el mayor número de interacciones fue *Aire*, mientras que los de menor número correspondieron a *Roca* y *Servicios* con una cada uno (Gráfica V.1.4-2).

Apartado	Factor	Subfactor	Preparación del sitio				Construcción								Operación y Mantenimiento						Abandono												
			Contratación de mano de obra	Operación de equipo, maquinaria y vehículos	Demolición y retiro de la infraestructura existente	Manejo de residuos	Contratación de mano de obra	Operación de equipo, maquinaria y vehículos	Retiro de vegetación y despalme	Excavaciones, compactaciones y nivelaciones	Explotación de materiales pétreos y acarreo	Rellenos	Cimentación de instalaciones, estructuras y edificaciones	Instalación y operación de infraestructura temporal	Montaje de equipos e infraestructura permanente	Construcción de obras asociadas	Manejo de residuos	Pruebas y puesta en servicio	Contratación de mano de obra	Operación de equipo, maquinaria y vehículos	Uso de gas	Generación de energía eléctrica	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento correctivo	Mantenimiento mayor	Manejo de residuos	Contratación de mano de obra	Operación de equipo, maquinaria y vehículos	Desmantelamiento de equipos	Desarmado y/o demolición de estructuras y edificaciones	Limpieza y acondicionamiento del predio	Restauración de suelos	Manejo de residuos
Abiótico	Aire	Calidad	1	2		3	4	5	6	7	8		9	10		11	12									13		14	15	16			
		Ruido	17	18		19		20		21		22	23	24	25		26	27						28		29	30	31					
		Olor	32			33											34							35		36							
	Agua	Infiltración					37	38		39	40	41		42																		43	
		Escurremientos					44	45		46	47	48		49																	50		
		Calidad																		51				52									
		Gasto hídrico						53	54	55	56			57						58										59			
	Rocas	Disponibilidad							60																								
	Suelo	Calidad	61	62	63	64					65	66		67	68		69					70	71		72		73	74			75	76	
		Estructura					77	78		79	80	81		82																83	84		
Biótico	Vegetación	Abundancia					85																						86				
		Diversidad					87																						88				
		Cobertura					89																						90				
		Especies protegidas					91																										
	Fauna	Hábitat	92	93		94	95	96									97										98		99	100			
		Abundancia	101	102		103	104	105									106										107		108	109			
		Diversidad	110	111		112	113	114									115										116		117	118			
		Especies protegidas	119	120		121	122	123									124										125		126	127			
Perceptual	Paisaje		128	129		120	131		132	133	134	135	136	137	138				139				140			141	142	143		144			
Socioeconómico	Social	Tránsito vehicular	145			146																				148							
		Densidad poblacional	149			150										151										152							
		Seguridad y salud	153		154	155									156	157								161	162		163						164
		Calidad de vida	165			166											167									168		169	170	171	172		
	Económico	Actividades económicas																		173			174										
		Empleo	175			176											177						178	179	180		181						
Servicios	Servicios e infraestructura																	182															

Figura V.1.4-1. Matriz de interacciones ambientales del Proyecto

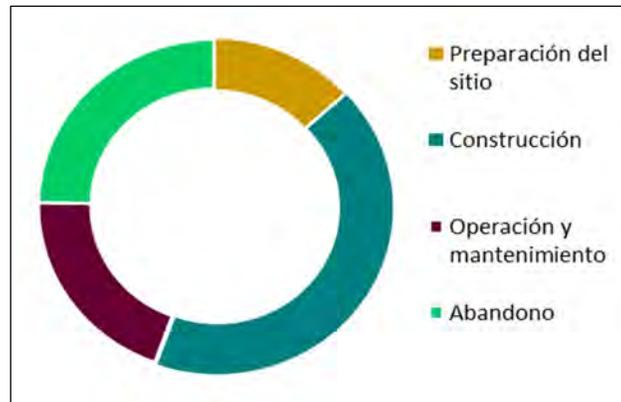


Gráfica V.1.4-1. Proporción del número de interacciones ambientales identificadas por Apartado ambiental

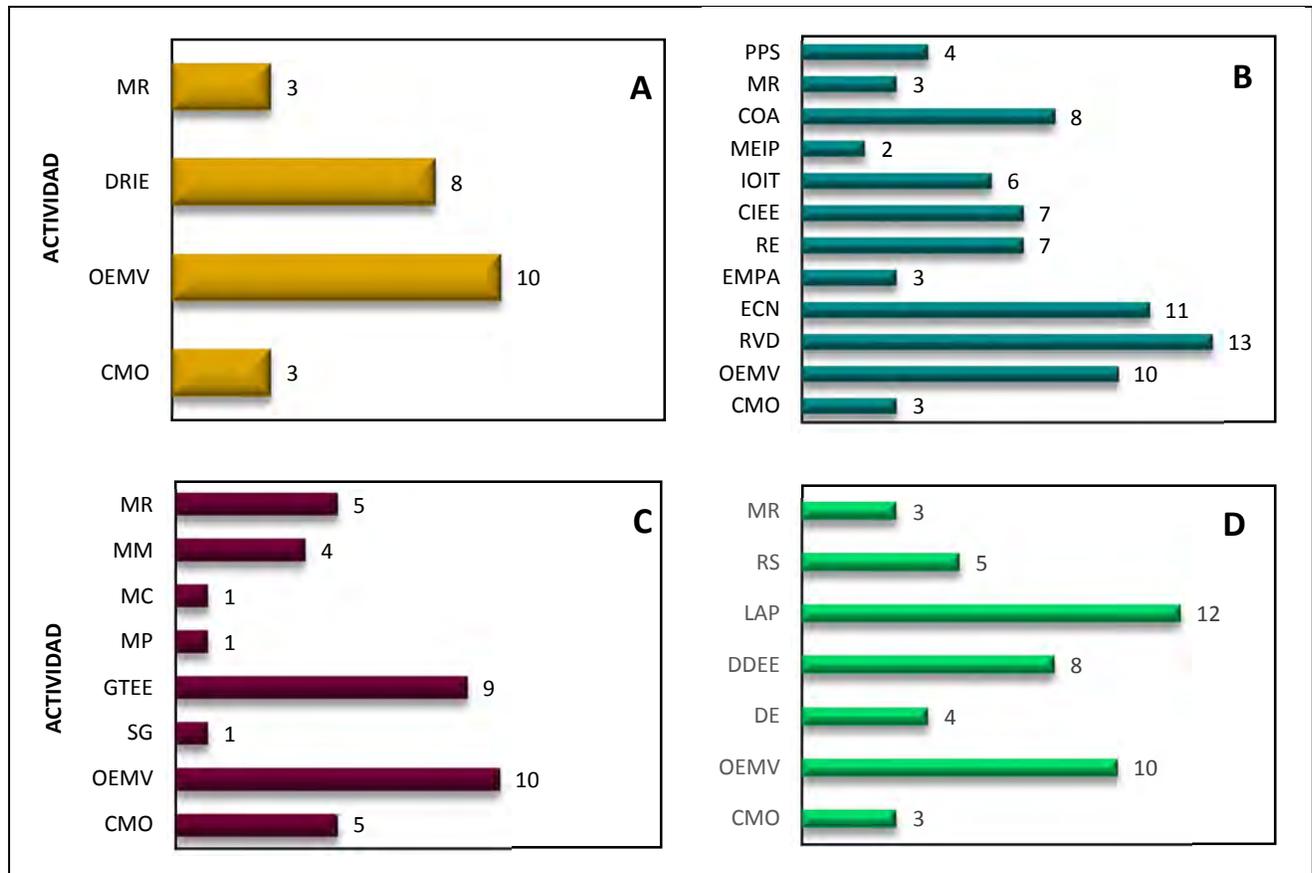


Gráfica V.1.4-2. Total de interacciones ambientales del Proyecto identificadas por Apartado y Factor ambiental

Por otra parte, el análisis por *Etapa* mostró que el mayor número de interacciones se presenta en *Construcción* (77), mientras que el menor número de éstas se tiene en *Preparación del sitio* (24)-Gráfica V.1.4-3-. Cabe mencionar que en dicha etapa se considera únicamente la ejecución de *cuatro* (4) actividades en comparación de las 12 contempladas para la primera etapa mencionada (Gráfica V.1.4-4). En lo que respecta al resultado del análisis por *Actividad*, la que mostró mayor número de interacciones fue *Retiro de vegetación y despilme* (13), en el caso opuesto, *Uso de gas* presentó el menor número de interacciones *una* (1).



Gráfica V.1.4-3. Proporción del número de interacciones ambientales identificadas por Etapa del Proyecto



Gráfica V.1.4-4. Total de interacciones ambientales en las etapas de Preparación del sitio (A), Construcción (B), Operación-Mantenimiento (C) y Abandono (D); en las actividades de Contratación de mano de obra (CMO), Operación de equipo, maquinaria y vehículos (OEMV), Demolición y retiro de la infraestructura existente (DRIE), Manejo de residuos (MR), Retiro de vegetación y despalme (RVD), Excavaciones, compactaciones y nivelaciones (ECN), Explotación de materiales pétreos y acarreo (EMPA), Rellenos (RE), Cimentación de instalaciones, estructuras y edificaciones (CIEE), Instalación y operación de infraestructura temporal (IOIT), Montaje de equipos e infraestructura permanente (MEIP), Construcción de obras asociadas (COA), Pruebas y puesta en servicio (PPS), Uso de gas (SG), Generación de energía eléctrica (GEE), Mantenimiento preventivo (MP), Mantenimiento correctivo (MC), Mantenimiento mayor (MM), Desmantelamiento de equipos (DE), Desarmado y/o demolición de estructuras y edificaciones (DDEE), Limpieza y acondicionamiento del predio (LAP) y Restauración de suelos (RS).

## V.2.- Caracterización de los impactos

Una vez concluida la etapa de *GENERALIDADES* donde quedó de manifiesto la información de las obras y actividades que se pretenden llevar a cabo para el Proyecto, así como la etapa de *IDENTIFICACIÓN* en la que se reconocieron las fuentes de impacto, los factores y atributos ambientales afectados además de las interacciones entre ellos; se procedió a desarrollar la tercera etapa denominada *CARACTERIZACIÓN* (Figura V.1.1-1) cuyo propósito es anticipar los posibles efectos generados sobre cada uno de los factores y subfactores en las distintas etapas del Proyecto como se muestra a continuación en las siguientes fichas descriptivas.

### ▪ Modificación en la calidad del aire

Interacciones: 1-16

**Etapas involucradas.** Preparación del sitio; Construcción; Operación-Mantenimiento y Abandono.

**Actividades promotoras.** Operación de equipo, maquinaria y vehículos; Demolición y retiro de la infraestructura existente; Retiro de vegetación y despalme; Excavaciones, compactaciones y nivelaciones; Explotación de materiales pétreos y acarreo; Rellenos; Cimentación de instalaciones y estructuras; Construcción de obras asociadas; Pruebas y puesta en servicio; Generación de energía; Desarmado y/o demolición de estructuras; Limpieza y acondicionamiento del predio; Restauración de suelos.

**Descripción.** Durante todas las etapas del Proyecto se estima el uso de vehículos, equipos y maquinaria, así como la eventual operación de dispositivos de respaldo, apoyo o emergencia cuyo funcionamiento emite gases contaminantes a la atmósfera (CO, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, partículas, entre otros). El empleo de este tipo de dispositivos es intermitente por lo que su efecto se espera sea de corta duración y poco relevante.

De igual forma, en la *Operación* del Proyecto, básicamente debido a la actividad de *Generación de energía eléctrica*, el mismo tiene como impacto la emisión de contaminantes a la atmósfera. Al respecto, el Estudio de Dispersión de Emisiones a la Atmósfera (EDEA) elaborado *ex profeso* para esta MIA-R (ver Apartado VIII.2.2 del Capítulo VIII) indica que la concentración total máxima de NO<sub>x</sub> con la operación del Proyecto, incluida la concentración de fondo, será de  $70,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  que representa el 17,8 % del valor normado por la Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993. Por otra parte, se estima que la operación del Proyecto tendrá un *impacto positivo en la calidad del aire* debido a que promoverá la disminución considerable de NO<sub>x</sub> respecto a los niveles de emisión que actualmente se tiene con la operación de la CT Mérida II, además de que se evitará la emisión de otros contaminantes como el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y Partículas Sólidas Totales (PST); lo anterior, se relaciona directamente con el hecho de que el Proyecto usará como combustible gas natural además de que se trata de tecnología de punta baja en emisiones a la atmósfera.

Otras actividades que, en las etapas de *preparación del sitio, construcción y abandono*, se estima pudieran contribuir de manera puntual, intermitente y en grados variables a la generación de polvos a la atmósfera principalmente, son aquellas que involucran el movimiento de tierras o materiales pétreos, así como el retiro de infraestructura existente.

En su conjunto las actividades señaladas promoverán cambios en la calidad del aire, sin embargo, es preciso indicar que para reducir las emisiones generadas se establecerán medidas de mitigación para el Proyecto.

Es preciso indicar que en la actividad de *Pruebas y puesta en servicio* de las unidades se ajustarán los parámetros de operación, para que los niveles de emisión de NO<sub>x</sub> cumplan con los límites máximos permisibles.

Cabe señalar que la emisión de contaminantes provenientes de fuentes fijas y móviles está regulada por la normativa federal y local, además de que sus efectos son mitigables con la aplicación de prácticas recomendables, así como el mantenimiento y monitoreo de los equipos de proceso como de vehículos y la maquinaria; lo cual está es considerado por el Proyecto a manera de medidas de mitigación (ver Capítulo VI) que habrán de aplicarse en las diferentes etapas del mismo.

▪ **Aumento del ruido ambiental**

**Interacciones:** 17-31

<b>Etapas involucradas.</b> Preparación del sitio; Construcción; Operación-Mantenimiento y Abandono.
<b>Actividades promotoras.</b> Operación de equipo, maquinaria y vehículos; Demolición y retiro de la infraestructura existente; Excavaciones, compactaciones y nivelaciones; Rellenos; Instalación y operación de infraestructura temporal; Montaje de equipos e infraestructura permanente; Construcción de obras asociadas; Pruebas y puesta en servicio; Generación de energía eléctrica; Mantenimiento mayor; Desmantelamiento de equipos; Desarmado y/o demolición de estructuras.
<b>Descripción.</b> Los equipos empleados para la construcción pueden generar ruidos en el rango de los 60 a 120 dB. Durante todas las etapas del Proyecto se tendrá ruido proveniente de varias fuentes y con diferentes grados y temporalidad a causa principalmente del uso de equipo, maquinaria y vehículos, además de las unidades generadoras.  Los efectos en el aumento del ruido serán percibidos de manera particular por las personas que laboren en el sitio del Proyecto. En específico, en la etapa de <i>Operación</i> el aumento del ruido será producido principalmente en la casa de máquinas (área donde se encuentran turbinas, generadores, recuperadores de calor, etc.), por lo que el Proyecto considera el cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisión de ruido establecidos en las normas NOM-081-SEMARNAT-1994 y en la NOM-011-STPS-2001; mientras que para el caso del ruido proveniente del uso de vehículos automotores se prevé dar atención a lo que al respecto señala la NOM-080-SEMARNAT-1994.

▪ **Modificación en el olor ambiental**

**Interacciones:** 32-36

<b>Etapas involucradas.</b> Preparación del sitio; Construcción; Operación-Mantenimiento y Abandono.
<b>Actividades promotoras.</b> Operación de equipo, maquinaria y vehículos; Manejo de residuos.
<b>Descripción.</b> Las alteraciones en el olor ambiental pueden ser consecuencia principalmente de la operación de equipo, maquinaria y vehículos en mal estado, principalmente en las etapas de <i>preparación del sitio y construcción</i> , además del mal manejo de residuos (planta de tratamiento de agua residual, durante la etapa de <i>Operación-Mantenimiento</i> ). El equipo, la maquinaria y los vehículos, en mal estado utilizados en todas las etapas del Proyecto, pueden emitir SO <sub>2</sub> , gas de fuerte olor producido por la presencia de azufre en el combustible (INE, 2009); mientras que un inadecuado manejo de las aguas residuales al contener materia orgánica puede provocar el agotamiento del oxígeno disuelto presente y originar el desprendimiento de malos olores.  Se estima que estos impactos serán puntuales e intermitentes de baja relevancia por presentarse en ambientes abiertos con circulación de aire constante, además de ser susceptibles a mitigación con la implementación de medidas tendientes al uso correcto de vehículos y maquinaria así como a la correcta operación de la planta de tratamiento de residuos (ver Capítulo VI).

▪ **Variación en los patrones de infiltración**

**Interacciones:** 37-43

<b>Etapas involucradas.</b> Construcción y Abandono.
<b>Actividades promotoras.</b> Retiro de vegetación y despalme; Excavaciones, compactaciones y nivelaciones; Rellenos; Cimentación de instalaciones, estructuras y edificaciones; Instalación y operación de infraestructura temporal; Construcción de obras asociadas; Restauración de suelos.
<b>Descripción.</b> Durante la etapa de <i>Construcción</i> se contempla el desarrollo de actividades que tienen la finalidad de preparar el terreno para albergar la infraestructura temporal y permanente así como las obras asociadas al Proyecto, dicha preparación conlleva modificar la entrada superficial del agua al agregar materiales de diferente densidad y porosidad sobre la superficie original, además de que se

perturba la compactación, el pH, la materia orgánica y la textura del suelo (Dueñez-Alanís *et al.*, 2006), lo cual tiene como consecuencia una disminución en la capacidad y velocidad de infiltración (ingreso del agua de la superficie a capas inferiores del suelo,  $\text{cm h}^{-1}$ ). Sin embargo, con base en la caracterización del sitio (Capítulo IV), el predio para el proyecto, cuenta con una reducida superficie de áreas verdes y ajardinadas y en su mayoría se encuentra cubierta por asfalto e infraestructura, por lo cual este impacto será puntual y de baja relevancia,

Cabe mencionar que en la etapa de *Abandono* con la ejecución de las actividades de *Limpieza y acondicionamiento del predio*, se puede ampliar la capacidad de infiltración del suelo ocupado durante las etapas previas del Proyecto.

▪ **Alteración en los escurrimientos**

**Interacciones:** 44-50

**Etapas involucradas.** Construcción y Abandono.

**Actividades promotoras.** Retiro de vegetación y despalme; Excavaciones, compactaciones y nivelaciones; Rellenos, Cimentación de instalaciones, estructuras y edificaciones; Instalación y operación de infraestructura temporal; Construcción de obras asociadas; Restauración de suelos.

**Descripción.** Las actividades efectuadas en la etapa de *Construcción*, que motivan cambios en la permeabilidad del suelo natural, promoverán la disminución de la capacidad y velocidad de infiltración del agua, sin embargo teniendo en cuenta la alta capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica que caracteriza a la Península de Yucatán; favorecen la recarga del agua subterránea, por lo que prácticamente toda el área funciona como zona de recarga propiciando que los escurrimientos superficiales sean escasos o de corto recorrido, por lo cual la posible acumulación de agua en la superficie y/o un incremento en la escorrentía superficial será menor. De igual manera, durante la etapa de *Abandono* con la ejecución de las actividades de *Limpieza y acondicionamiento del predio*, se promoverá un aumento en la infiltración y con ello, una disminución de los escurrimientos.

▪ **Incremento en el riesgo de contaminación del agua**

**Interacciones:** 51-52

**Etapas involucradas.** Operación-Mantenimiento

**Actividades promotoras.** Generación de energía eléctrica; Manejo de residuos.

**Descripción.** Este impacto radica en la posible ocurrencia de un derrame de sustancias o residuos en la *Operación-Mantenimiento* del Proyecto que pudiera ser fuente de contaminación del agua por infiltración al subsuelo. Particularmente, en dicha etapa se tiene como residual la generación de aguas químicas, sanitarias y aceitosas las cuales por procedimiento previo a su descarga transitarán por diferentes sistemas concebidos para su tratamiento (fosa de neutralización en función, planta de tratamiento de aguas residuales y aceitosas); sin embargo, no se descarta alguna condición anómala que pudiera derivar en un incumplimiento a las condiciones particulares de descarga o de los parámetros establecidos en la normativa ambiental aplicable.

▪ **Modificación al patrón de consumo de agua**

**Interacciones:** 53-59

**Etapas involucradas.** Construcción; Operación-Mantenimiento y Abandono.

**Actividades promotoras.** Excavaciones, compactaciones y nivelaciones; Explotación de materiales pétreos y acarreo; Rellenos; Cimentación de instalaciones, estructuras y edificaciones; Construcción de obras asociadas; Generación de energía eléctrica; Limpieza y acondicionamiento del predio.

**Descripción.** Durante todas las etapas del Proyecto se hará uso del agua. Las etapas de *preparación del sitio* y *construcción* utilizarán dicho recurso principalmente para actividades de compactación, nivelación y

preparación de la mezcla de concreto, además de agua potable para consumo humano. Por su parte, en la etapa de *Operación* el abastecimiento de agua de proceso y de servicios será mediante la explotación de alguno de los nueve (9) pozos de agua subterránea localizados en el predio de la CT Mérida II y que actualmente *están concesionados* al Promoviente del Proyecto. El consumo estimado de agua de pozo para el funcionamiento del Proyecto con una producción de  $532,9 \text{ MW} \pm 20 \%$  es de  $18,66 \text{ L s}^{-1}$ , teniendo un volumen anual concesionado por la autoridad para la explotación de pozos de  $112,97 \text{ L s}^{-1}$ . Es posible que durante la etapa de *Abandono* sea necesario el uso de agua.

Cabe mencionar que en la etapa de *Operación* del Proyecto *la demanda del recurso hídrico se abatirá* con respecto al que actualmente se tiene con la operación de la CT Mérida II, debido a que el Proyecto utilizará *aerocondensadores* como sistema de enfriamiento y no las torres que emplean actualmente las unidades generadoras convencionales.

▪ **Reducción de las existencias actuales**

**Interacciones: 60**

<b>Etapas involucradas.</b> Construcción.
<b>Actividades promotoras.</b> Explotación de materiales pétreos y acarreo.
<b>Descripción.</b> Durante la etapa de <i>Construcción</i> para la obra civil se utilizarán materiales como arena, piedra y grava, por lo que se identifica un impacto negativo sobre los recursos pétreos del área. El material pétreo que se utilizará para esta etapa del Proyecto será adquirido en bancos de material cercanos y que cuenten con autorización por parte de la autoridad ambiental correspondiente.

▪ **Cambios en las propiedades químicas del suelo**

**Interacciones 61-76**

<b>Etapas involucradas.</b> Preparación del sitio; Construcción; Operación-Mantenimiento y Abandono.
<b>Actividades promotoras.</b> Operación de equipo, maquinaria y vehículos; Demolición y retiro de la infraestructura existente; Manejo de residuos; Cimentación de instalaciones, estructuras y edificaciones; Instalación y operación de infraestructura temporal; Construcción de obras asociadas; Manejo de residuos; Mantenimiento preventivo; Mantenimiento correctivo; Desmantelamiento de equipos; Restauración de suelos.
<b>Descripción.</b> Durante todas las etapas del Proyecto, la contaminación del suelo puede presentarse por un inadecuado manejo de los materiales y residuos en los sitios de trabajo, así como derrames provenientes de vehículos, equipo, maquinaria y/o contenedores ya sea durante la operación de los almacenes y/o en el traslado de los residuos peligrosos a su sitio de disposición final. La ocurrencia de este impacto será atenuada con el establecimiento y puesta en práctica de procedimientos relacionados con el adecuado manejo de sustancias y residuos peligrosos (incluidos en el <i>Programa de Manejo Integral de Residuos</i> ).

▪ **Alteración en las propiedades físicas del suelo**

**Interacciones: 77-84**

<b>Etapas involucradas.</b> Construcción y Abandono
<b>Actividades promotoras.</b> Retiro de vegetación y despalme; Excavaciones, compactaciones y nivelaciones; Rellenos; Cimentación de instalaciones, estructuras y edificaciones; Instalación y operación de infraestructura temporal; Construcción de obras asociadas; Limpieza y acondicionamiento del predio; Restauración de suelos.
<b>Descripción.</b> En la <i>Construcción</i> del Proyecto, debido al establecimiento de infraestructura (temporal y

permanente) además del desarrollo de las actividades orientadas a ello, promoverá en su sitio de implementación cambios en las propiedades físicas del suelo, tales como: consistencia, estructura, textura, porosidad, retención y densidad (Dueñez-Alanís *et al.*, 2006).

Asimismo, los movimientos de suelo y la remoción de la capa superficial del terreno propiciarán alteraciones en la geomorfología puntual y pérdida de cobertura vegetal que posiblemente favorezcan procesos de erosión (eólica e hídrica) más rápidos.

En cambio, en la etapa de *Abandono* con la implementación de acciones de acondicionamiento del sitio ocupado, se puede coadyuvar en la atención de dicho impacto.

▪ **Variación en la abundancia de la vegetación**

**Interacciones:** 85-86

**Etapas involucradas.** Construcción y Abandono.

**Actividades promotoras.** Retiro de vegetación y despalme; Limpieza y acondicionamiento del predio.

Consiste en la disminución de elementos vegetales en la etapa de *Construcción* producto de la eliminación de áreas verdes del sitio del Proyecto. Se prevé el retiro de *241 individuos arbóreos y arbustivos* en una superficie aproximada de *1,04 ha*.

Como medida compensatoria se tiene considerado la reposición y mantenimiento de áreas verdes en el área de influencia del Proyecto en la etapa de *Operación*.

▪ **Cambios en la diversidad de la vegetación**

**Interacciones:** 87-88

**Etapas involucradas.** Construcción y Abandono

**Actividades promotoras.** Retiro de vegetación y despalme; Limpieza y acondicionamiento del predio.

**Descripción.** Durante la *Construcción* del Proyecto se tiene previsto el retiro de *241 individuos arbóreos y arbustivos* de las áreas verdes de la CT Mérida II (sitio del Proyecto), en un terreno con uso de suelo industrial, lo cual supondrá un cambio en la diversidad vegetal actual.

Llegada la etapa de *Abandono* del Proyecto y con el acondicionamiento del sitio ocupado, se tendrá la posibilidad de recuperar la diversidad de especies vegetales.

▪ **Modificación en la cobertura vegetal**

**Interacciones:** 89-90

**Etapas involucradas.** Construcción y Abandono.

**Actividades promotoras.** Retiro de vegetación y despalme; Limpieza y acondicionamiento del predio.

**Descripción.** Consiste en la remoción de elementos vegetales (*241 individuos* presentes en el sitio del Proyecto) durante la *Construcción* en una superficie aproximada de *1,04 ha*. Si bien se trata ejemplares introducidos que forman parte de las áreas verdes de la CT Mérida II, el Proyecto tendrá un impacto sobre este factor y los servicios que brinda.

Como medida compensatoria se tiene considerado la reposición de áreas verdes durante la etapa de *Operación* del Proyecto en el área de influencia de éste, así como la actividad de acondicionamiento del sitio ocupado al término de su vida útil (etapa de *Abandono*).

▪ **Variación en la abundancia de las especies vegetales protegidas**

<b>Interacciones: 91</b>
<b>Etapas involucradas:</b> Construcción.
<b>Actividades promotoras.</b> Retiro de vegetación y despalme.
<p>Este impacto, en la etapa de <i>Construcción</i>, está asociado a la eliminación de las áreas verdes dentro de la CT Mérida II, particularmente en el sitio del Proyecto donde se registró la presencia de la especie <i>Cedrela odorata</i> (<i>cedro</i>) listada como <i>Sujeta a Protección Especial (Pr)</i> en la Norma Oficial Mexicana NOM-SEMARNAT-059-2010. El Proyecto involucra el posible retiro de <i>nueve (9)</i> organismos de esta especie.</p> <p>Para estos individuos, durante la <i>Construcción</i> del Proyecto, en caso de ser procedente se aplicarán actividades de rescate y reubicación.</p>

▪ **Alteración en el hábitat**

<b>Interacciones: 92-100</b>
<b>Etapas involucradas.</b> Preparación del sitio; Construcción; Operación-Mantenimiento y Abandono.
<b>Actividades promotoras.</b> Operación de equipo, maquinaria y vehículos; Demolición y retiro de la infraestructura existente; Retiro de vegetación y despalme; Excavaciones, compactaciones y nivelaciones; Desarmado y/o demolición de estructuras y edificaciones; Limpieza y acondicionamiento del predio.
<p><b>Descripción.</b> En el sitio del Proyecto se identificó la presencia de fauna, particularmente aves adaptadas a ambientes urbanos perturbados que utilizan las áreas verdes e incluso las instalaciones presentes como refugio y sitios de descanso; por lo que el retiro de estos en la <i>Construcción</i> del Proyecto además del movimiento de tierras y la colocación de infraestructura, así como el mantenimiento mayor de ésta en la etapa de Operación y <i>Mantenimiento</i> del Proyecto, supone la modificación al hábitat actual.</p> <p>Dichos efectos podrán ser atendidos en la etapa de <i>Operación</i> del Proyecto con la creación de nuevas áreas verdes, mientras que en la etapa de <i>Abandono</i> y acondicionamiento del sitio ocupado se puede contribuir a mejorar las condiciones de hábitat.</p>

▪ **Variación en la abundancia de fauna**

<b>Interacciones: 101-109</b>
<b>Etapas involucradas.</b> Preparación del sitio; Construcción; Operación-Mantenimiento y Abandono.
<b>Actividades promotoras.</b> Operación de equipo, maquinaria y vehículos; Demolición y retiro de la infraestructura existente; Retiro de vegetación y despalme; Excavaciones, compactaciones y nivelaciones; Desarmado y/o demolición de estructuras y edificaciones; Limpieza y acondicionamiento del predio.
<p><b>Descripción.</b> Se estima que con la demolición de infraestructura concebida para la <i>Preparación del sitio</i>, así como el retiro de <i>241 individuos vegetales</i> durante la <i>Construcción</i> del Proyecto, pudiera desincentivar la presencia de fauna particularmente de aves. Lo cual se traduce en una disminución de su abundancia particularmente en el sitio del Proyecto. No se descarta la lesión o pérdida de organismos por efecto de un eventual atropellamiento o debido a que las excavaciones pueden fungir como trampas para algunos organismos principalmente nocturnos y de talla pequeña, que al caer o permanecer en dichos sitios pudieran resultar lesionados durante la <i>Construcción</i> del Proyecto; dicha condición estará acotada a las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto, además de que para mitigar su efecto se aplicarán medidas de mitigación (Capítulo VI). Por su parte, durante el Mantenimiento Mayor se prevé que el movimiento de personal y el ruido producido ahuyente temporalmente a la fauna presente, principalmente a las aves, debido a que se trata de organismos que se adaptan a entornos transformados.</p>

Dicha condición podrá ser revertida en su totalidad al momento del *Abandono* del sitio ocupado con el acondicionamiento del mismo.

▪ **Cambios en la diversidad**

**Interacciones:** 110-118

**Etapas involucradas.** Preparación del sitio; Construcción; Operación-Mantenimiento y Abandono.

**Actividades promotoras.** Operación de equipo, maquinaria y vehículos; Demolición y retiro de la infraestructura existente; Retiro de vegetación y despalme; Excavaciones, compactaciones y nivelaciones; Desarmado y/o demolición de estructuras y edificaciones; Limpieza y acondicionamiento del predio.

**Descripción.** Como se ha mencionado en la ficha anterior, las acciones promotoras de cambios en el entorno ambiental en el sitio del Proyecto, influirán temporalmente sobre la movilidad de las especies, en específico a las aves, para alimentarse, refugiarse, reproducirse o dispersarse, sin embargo teniendo en cuenta que se trata de organismos adaptados a ambientes transformados, se infiere que una vez terminadas las obras y haber implementado medidas compensatorias, volverán al sitio. Por lo cual se trata de un impacto puntual y temporal

▪ **Variación en la abundancia de especies protegidas**

**Interacciones:** 119-127

**Etapas involucradas.** Preparación del sitio; Construcción.; Operación-Mantenimiento y Abandono.

**Actividades promotoras.** Operación de equipo, maquinaria y vehículos; Demolición y retiro de la infraestructura existente; Retiro de vegetación y despalme; Excavaciones, compactaciones y nivelaciones; Desarmado y/o demolición de estructuras y edificaciones; Limpieza y acondicionamiento del predio.

**Descripción.** Las actividades planeadas principalmente para la *Preparación del sitio y Construcción* del Proyecto, pudieran impactar con organismos de la especie *Ctenosaura similis* (iguana negra), la cual está listada con categoría de Amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Aún y cuando su registro fue raro no se omite la aplicación de acciones de rescate y liberación de estas en dichas etapas.

▪ **Cambios en la calidad escénica**

**Interacciones:** 128-144

**Etapas involucradas.** Preparación del sitio; Construcción; Operación-Mantenimiento y Abandono.

**Actividades promotoras.** Manejo de residuos; Retiro de vegetación y despalme; Montaje de equipos e infraestructura permanente; Construcción de obras asociadas; Manejo de residuos; Pruebas y puesta en servicio; Generación de energía eléctrica; Manejo de residuos; Restauración de suelos; Manejo de residuos

**Descripción.** El Proyecto en la *Preparación del sitio y Construcción*, promoverá cambios en el paisaje al insertar de forma temporal y/o permanente elementos físicos adicionales a los que actualmente presenta el sitio de la CT Mérida II; se promoverá el retiro o la reducción de elementos del paisaje tales como las áreas verdes. El efecto será local y por lo tanto solo percibido por el personal que labore al interior del centro de trabajo, además de que es compatible con el uso actual del predio.

El acondicionamiento en la etapa de *Abandono* permitirá atender dicho efecto en el sitio ocupado.

▪ **Incremento en el tránsito vehicular**

<b>Interacciones:</b> 145-148
<b>Etapas involucradas.</b> Preparación del sitio; Construcción y Abandono.
<b>Actividades promotoras.</b> Operación de equipo, maquinaria y vehículos
<b>Descripción.</b> Para el desarrollo de las actividades, en particular en las etapas de <i>Preparación del sitio</i> y <i>Construcción</i> , se requiere el traslado y uso de vehículos y maquinaria en el sitio del Proyecto y Área de Influencia que motivará temporalmente y de manera intermitente un aumento del tránsito vehicular local.

▪ **Aumento en la densidad poblacional**

<b>Interacciones:</b> 149-152
<b>Etapas involucradas.</b> Preparación del sitio; Construcción y Abandono.
<b>Actividades promotoras.</b> Contratación de mano de obra
<b>Descripción.</b> Este impacto está relacionado con el hecho de que el Proyecto requiere, además de personal local, personal foráneo que llegará temporalmente a radicar en las localidades ubicadas en el SAR del Proyecto, particularmente en Mérida. Dicha condición no promoverá de ninguna forma un flujo migratorio ni mucho menos un desequilibrio en los bienes y servicios que ofrece actualmente dicha ciudad.

▪ **Aumento en el riesgo de accidentes y enfermedades**

<b>Interacciones:</b> 153-164
<b>Etapas involucradas.</b> Preparación del sitio; Construcción; Operación-Mantenimiento y Abandono.
<b>Actividades promotoras.</b> Operación de equipo, maquinaria y vehículos; Manejo de residuos; Pruebas y puesta en servicio; Generación de energía eléctrica; Mantenimiento mayor.
<b>Descripción.</b> Los riesgos potenciales se relacionan con el manejo de sustancias y residuos peligrosos durante la <i>Construcción</i> y <i>Operación-Mantenimiento</i> del Proyecto, así como al uso de vehículos maquinaria y equipo en todas las etapas de éste; cuyos efectos puntuales pueden manifestarse en el área de influencia del Proyecto aún y cuando se consideran los controles necesarios para prevenir dichos incidentes.

▪ **Cambios en calidad de vida**

<b>Interacciones:</b> 165-172
<b>Etapas involucradas.</b> Preparación del sitio; Construcción; Operación-Mantenimiento y Abandono.
<b>Actividades promotoras.</b> Contratación de mano de obra; Generación de energía eléctrica; Desmantelamiento de equipo; Desarmado y/o demolición de estructuras; Limpieza y acondicionamiento del predio.
<b>Descripción.</b> La generación de empleos durante todas las etapas del Proyecto puede traer consigo una mejora en la calidad de vida de los trabajadores y familias asociadas, en primera por que el salario les permite adquirir bienes y servicios y segunda, las prestaciones asociadas al salario: mientras que a las localidades beneficiadas con un servicio eléctrico eficiente y confiable se les brinda la posibilidad de acceder a nuevos servicios y/o diversificar los ya existentes, lo cual contribuirá a facilitar su desarrollo social, cultural y económico.

▪ **Incremento en las actividades económicas**

**Interacciones:** 173-174

**Etapas involucradas.** Operación-Mantenimiento

**Actividades promotoras.** Generación de energía eléctrica; Mantenimiento mayor.

**Descripción.** Con la *Operación* del Proyecto se esperan beneficios económicos para la población y red comercial toda vez que éste facilitará un servicio confiable y eficiente que permitirá el desarrollo de las actividades productivas en la región, así como la creación de nuevas líneas de negocio que demandan como recurso primario de la energía eléctrica.

▪ **Aumento de empleos**

**Interacciones:** 175-181

**Etapas involucradas.** Preparación del sitio; Construcción; Operación-Mantenimiento y Abandono

**Actividades promotoras.** Contratación de mano de obra

**Descripción.** El Proyecto constituye una fuente de empleo en cada una de sus etapas, siendo permanente durante su operación y mantenimiento y, de empleo eventual en las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono.

▪ **Aumento en servicios e infraestructura**

**Interacciones:** 182

**Etapas involucradas.** Operación-Mantenimiento

**Actividades promotoras.** Generación de energía eléctrica

**Descripción.** En la etapa de *Operación* del Proyecto se pretende alcanzar el objetivo de ampliar la capacidad de generación de energía eléctrica y suministrar electricidad al área Peninsular del Sistema Interconectado Nacional. La implementación del Proyecto aumentará la infraestructura de la región, brindando mayor servicio y crecimiento regional.

**V.3.- Valoración de los impactos**

La cuarta y última etapa de la evaluación de los IA del Proyecto corresponde a la **VALORACIÓN**, para la cual se empleó la metodología propuesta por Bojórquez-Tapia *et al.* (1998) cuyos pasos y consideraciones se describen a continuación.

Dicha metodología se enfoca a determinar la *Importancia* y *Significancia* de los IA ponderado diferentes criterios *básicos* y *complementarios* (Tabla V.3-1 y Tabla V.3-2). Los primeros son indispensables para definir una interacción y siempre están presentes, mientras que los segundos pueden llegar a estar ausentes, sin embargo, de presentarse significarán un aumento en el impacto.

*Tabla V.3-1. Criterios básicos propuestos en la metodología de Bojórquez-Tapia et al. (1998)*

<b>Criterios</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Definición</b>
Magnitud	M	Grado de incidencia de la acción sobre el factor
Extensión	E	Área de influencia esperada en relación con el entorno del proyecto y puede ser expresada en términos porcentuales
Duración	D	Tiempo del efecto

*Tabla V.3-2. Criterios complementarios propuestos en la metodología de Bojórquez-Tapia et al. (1998)*

<b>Criterio</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Definición</b>
Sinergia	S	Acción conjunta de dos o más causas caracterizadas por tener efecto superior al que resulta de la simple suma de las dichas causas.
Acumulación	A	Presencia de efectos aditivos de los impactos ya presentes.
Controversia	C	Oposición de los actores sociales al proyecto por el impacto.
Mitigación	T	Existencia y eficiencia de las medidas de mitigación.

Cada uno de estos criterios fue evaluado bajo una escala modificada (Figura V.3-1), de acuerdo al efecto de la obra y/o actividad sobre el subfactor considerado.

CRITERIO	LEVE (2.25)	MODERADO (4.5)	ALTO (6.75)	MUY ALTO (9)
<b>Magnitud</b>	El cambio esperado no rebasará los criterios establecidos en la normativa o valores de referencia. Los cambios no modificarán los aprovechamientos actuales o potenciales. No se modificará la estructura o funcionamiento del sistema.	No se rebasan los criterios establecidos en la normativa o valores de referencia. Se modificarán los aprovechamientos actuales o potenciales. No se modificará la estructura o funcionamiento del sistema.	Se rebasan los criterios establecidos en la normativa o valores de referencia. Se modificarán los aprovechamientos actuales o potenciales. No se modificará la estructura o funcionamiento del sistema.	Se rebasan los criterios establecidos en la normativa o valores de referencia. Los cambios modificarán los aprovechamientos actuales o potenciales. Se modificará la estructura o funcionamiento del sistema.
<b>Extensión</b>	<b>Puntual:</b> El Impacto se limita a la zona del predio o sitio del proyecto.	<b>Local:</b> El impacto rebasa el área del predio pero no se extiende más allá de la zona de influencia del proyecto.	<b>Semi-regional:</b> El impacto rebasa la zona de influencia pero >10 km.	<b>Regional:</b> El efecto se extiende <10 km.
<b>Duración</b>	<b>Corto plazo:</b> El efecto sobre el entorno sin la intervención del hombre o la acción que lo ocasiona permanece menos de seis meses.	<b>Corto plazo:</b> El efecto sobre el entorno sin la intervención del hombre o la acción que lo ocasiona permanece de seis meses a 5 años.	<b>Largo plazo:</b> El efecto sobre el entorno sin la intervención del hombre o la acción que lo ocasiona permanece de 5 a 10 años.	<b>Permanente:</b> El efecto sobre el entorno no se puede revertir sin la intervención del hombre o permanente durante 10 años o más sin la intervención del hombre.
<b>Controversia</b>	<b>No existe.</b> Cuando el impacto Si está regulado por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional No manifiesta aceptación o preocupación por la acción o el recurso.	<b>Minima.</b> Cuando el impacto Si está regulado por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local Si manifiesta aceptación o preocupación por la acción o el recurso.	<b>Moderada.</b> Cuando el impacto No está regulado por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local No manifiesta su aceptación o preocupación por la acción o el recurso.	<b>Alta.</b> Cuando el impacto NO está regulado por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local Si manifiesta aceptación o preocupación por la acción y el recurso.
<b>Mitigación</b>	<b>Nula.</b> No hay medidas de mitigación.	<b>Baja.</b> Si la medida de mitigación aminora la afectación hasta en un 25 %.	<b>Media.</b> Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre un 25 y un 74 %.	<b>Alta.</b> Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más.
<b>CRITERIO</b>	<b>Nula (0)</b>		<b>Existente (1)</b>	
<b>Sinergia</b>	Cuando No se tiene la presencia simultánea de varias acciones que supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.		Cuando Si se tiene la presencia simultánea de varias acciones que supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	
<b>Acumulación</b>	Cuando No se presentan efectos aditivos entre impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.		Cuando Si se presentan efectos aditivos entre impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	

Figura V.3-1. Escala utilizada para estimar los criterios básicos y complementarios de los impactos ambientales del Proyecto

Una vez valorado cada criterio básico y complementario, se procedió a calcular los índices correspondientes a cada uno de ellos, el Índice para los *Criterios Básicos* ( $MED_{ij}$ ) y el Índice para los *Criterios Complementarios* ( $SAC_{ij}$ ), que están definidos como:

$$MED_{ij} = \frac{1}{27} (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij}) \qquad SAC_{ij} = \frac{1}{11} (S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$$

Dónde:  $M_{ij}$  es la magnitud;  $E_{ij}$  es la extensión;  $D_{ij}$  es la duración  
 Dónde:  $S_{ij}$  es la sinergia;  $A_{ij}$  es la acumulación y  $C_{ij}$  es la controversia

Los criterios básicos evaluados mediante el índice  $MED_{ij}$  tienen como valor mínimo 1, mientras que los criterios complementarios evaluados por medio del índice  $SAC_{ij}$  pueden tener como valor mínimo 0. Una vez calculados los índices para cada criterio se procedió a calcular el *Índice de Importancia* ( $I_{ij}$ ), definido como:

$$I_{ij} = (MED_{ij})^{1-SAC_{ij}}$$

De acuerdo con la ecuación anterior, el índice de importancia incrementará cuando los criterios complementarios estén presentes, mientras que, en ausencia de dicho índice quedará definido únicamente por el índice de los criterios básicos. Contando con el cálculo de  $I_{ij}$ , se procedió a considerar la *Mitigación* de cada uno de los impactos para con ello obtener el *Índice de Significancia* conforme la siguiente expresión:

$$G_{ij} = I_{ij} * \left[ 1 - \left( \frac{T_{ij}}{9} \right) \right] \qquad \text{Donde: } T_{ij} \text{ son las medidas de mitigación}$$

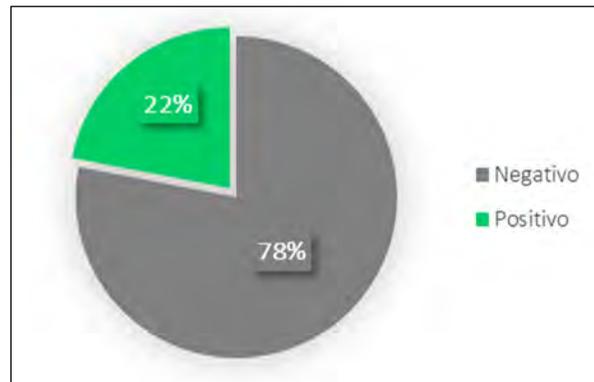
Finalmente, los valores obtenidos fueron jerarquizados según cuatro clases de significancia de impactos (Tabla V.3-3).

Tabla V.3-3. Clases de significancia de los impactos evaluados, propuestas en la metodología de Bojórquez-Tapia et al. (1998)

Categoría	Abreviatura	Intervalo
Leve	L	0,00-0,25
Moderado	M	0,26-0,49
Alto	A	0,50-0,74
Muy alto	MA	0,75-1,00

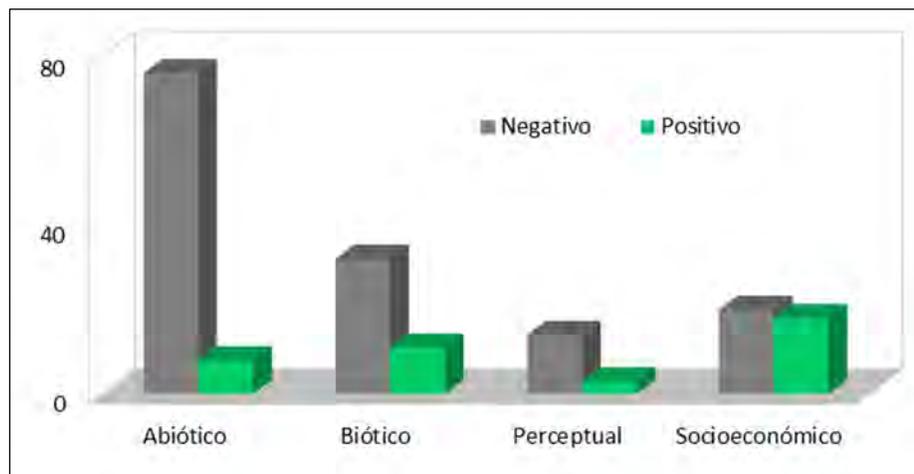
### V.3.1.- Naturaleza y significancia de los impactos

Una vez aplicada la metodología descrita en el apartado anterior, se analizó la *Naturaleza* de los impactos (*negativos* y *positivos*), de manera global y por cada eje de la matriz (*Apartado, Factor y Subfactor; por Etapa y Actividad*). Los resultados indican que del total de impactos identificados para el Proyecto (182), 142 son *Negativos* y 40 *Positivos* (Gráfica V.3.1-1).



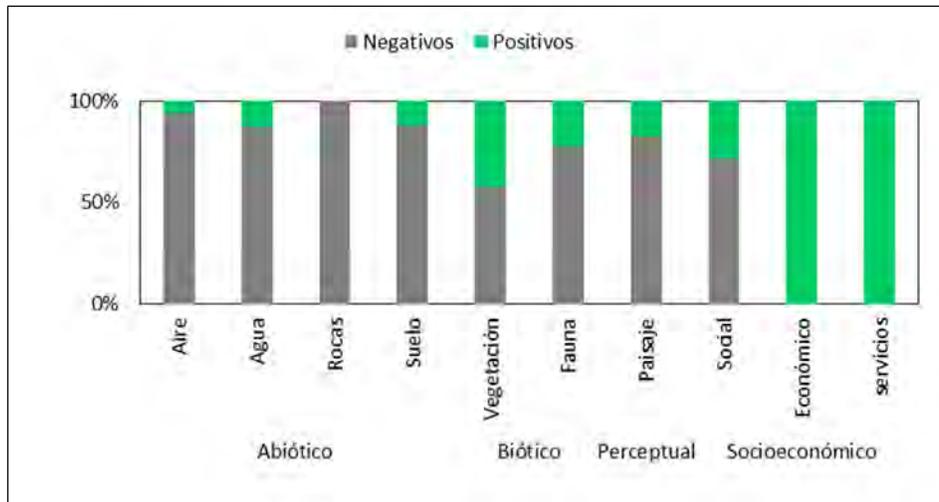
Gráfica V.3.1-1. Naturaleza de los impactos del Proyecto

En lo que respecta a los *Apartados*, del total de impactos *Negativos* (142), 84 corresponden a *Abiótico*, 43 *Biótico*, 38 *Económico* y 17 *Perceptual*. Por su parte, en lo tocante a los impactos *Positivos*, la mayoría se relaciona con el *Socioeconómico* (18) y en orden decreciente con el *Biótico* (11), *Abiótico* (8) y *Perceptual* (3)-Gráfica V.3.1-2 -



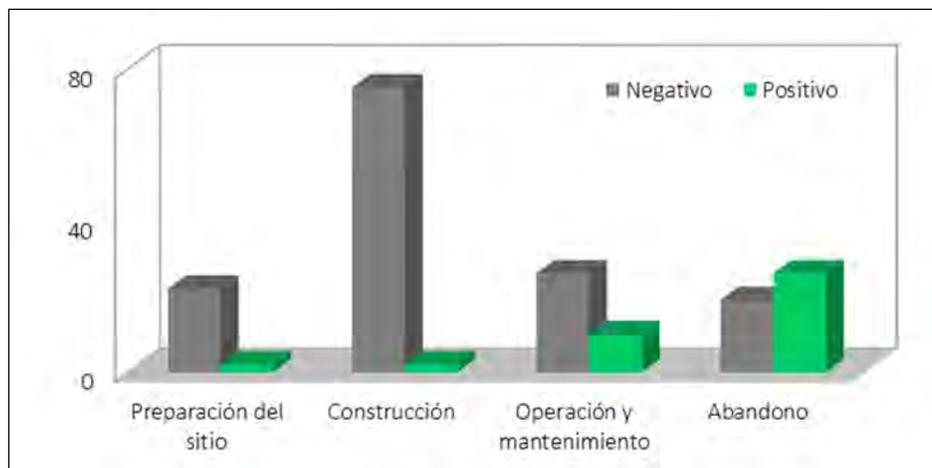
Gráfica V.3.1-2. Naturaleza de los impactos del Proyecto por Apartado

En los apartados *Abiótico*, *Biótico* y *Perceptual* se observó que más del 70 % de los IA son *Negativos* en todos los factores asociados. Por su parte, en el apartado *Socioeconómico* el factor *Social* mostró un comportamiento similar al resto de los factores anteriores, no así el *Económico* y *Servicios* donde el 100 % de los impactos fueron *Positivos* (Gráfica V.3.1-3).



Gráfica V.3.1-3. Naturaleza de los impactos del Proyecto por Factor ambiental

Por otro lado, en cuanto a impactos por *Etapas* del Proyecto, para *Construcción* se obtuvieron 75 *Negativos* y dos (2) *Positivos*; *Operación-Mantenimiento* 26 *Negativos* y 10 *Positivos*; *Preparación del sitio* 22 *Negativos* y dos (2) *Positivos*; mientras que en *Abandono* se tuvo la predominancia de impactos *Positivos* (26) frente a 19 *Negativos* (Gráfica V.3.1-4). El detalle de la *Naturaleza* de los impactos por cada *Etapas* y *Actividad* del Proyecto se muestra en la Tabla V.3.1-1.

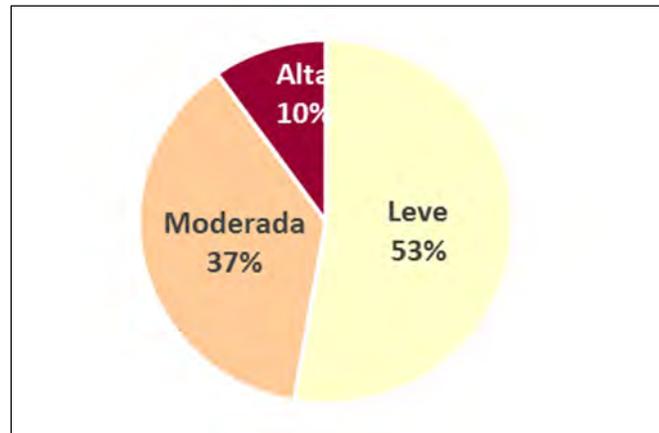


Gráfica V.3.1-4. Naturaleza de los impactos por Etapas del Proyecto

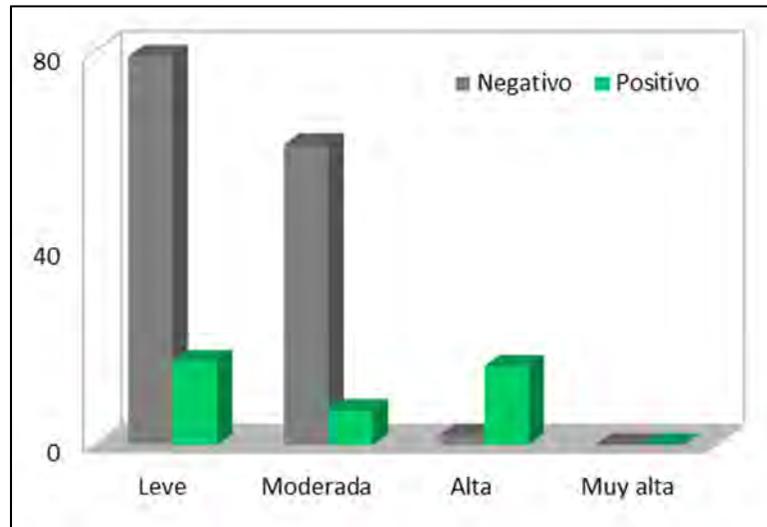
Tabla V.3.1-1. Naturaleza de los impactos por Etapa y Actividad del Proyecto

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Negativo</b>	<b>Positivo</b>	<b>Total</b>
Preparación del sitio	Contratación de mano de obra	1	2	3
	Demolición y retiro de la infraestructura existente	8	0	8
	Manejo de residuos	3	0	3
	Operación de equipo, maquinaria y vehículos	10	0	10
Construcción	Cimentación de instalaciones, estructuras y edificaciones	7	0	7
	Construcción de obras asociadas	8	0	8
	Contratación de mano de obra	1	2	3
	Retiro de vegetación y despalme	13	0	13
	Excavaciones, compactaciones y nivelaciones	11	0	11
	Explotación de materiales pétreos y acarreo	3	0	3
	Instalación y operación de infraestructura temporal	6	0	6
	Manejo de residuos	3	0	3
	Montaje de equipos e infraestructura permanente	2	0	2
	Operación de equipo, maquinaria y vehículos	10	0	10
	Pruebas y puesta en servicio	4	0	4
	Rellenos	7	0	7
	Operación y Mantenimiento	Contratación de mano de obra	1	2
Generación de energía eléctrica		5	4	9
Manejo de residuos		5	0	5
Mantenimiento correctivo		1	1	2
Mantenimiento mayor		2	2	4
Mantenimiento preventivo		1	1	2
Operación de equipo, maquinaria y vehículos		10	0	10
Uso de gas		1	0	1
Abandono	Contratación de mano de obra	1	2	3
	Desarmado y/o demolición de estructuras y edificaciones	2	6	8
	Desmantelamiento de equipos	2	2	4
	Limpieza y acondicionamiento del predio	1	11	12
	Manejo de residuos	3	0	3
	Operación de equipo, maquinaria y vehículos	10	0	10
	Restauración de suelos	0	5	5
<b>Total</b>		<b>142</b>	<b>40</b>	<b>182</b>

Por otra parte, en cuanto a la *Significancia* de los IA, los resultados indican que, del total de impactos evaluados (182), 96 tienen *Significancia Leve*, 68 *Moderada*, 18 *Alta* y cero (0) *Muy alta* (Gráfica V.3.1-5). En cuanto a su *Naturaleza* se tiene que la mayoría de los impactos de *Negativos* son de *Significancia Leve* (79) y *Moderada* (61), mientras que una mínima parte de ellos son de *Significancia Alta* (2) y ninguno de *Significancia Muy alta*. Por su parte, del total de impactos *Positivos*, 17 se valoraron con *Significancia Leve*, siete (7) *Moderada* y 16 *Alta*, al igual que el caso anterior, *no se obtuvo IA de Significancia Muy Alta* (Gráfica V.3.1-6), la relación entre la *Significancia* y *Naturaleza* de los IA se observa en la Figura V.3.1-1.



Gráfica V.3.1-5. Representatividad del nivel de Significancia de los impactos del Proyecto



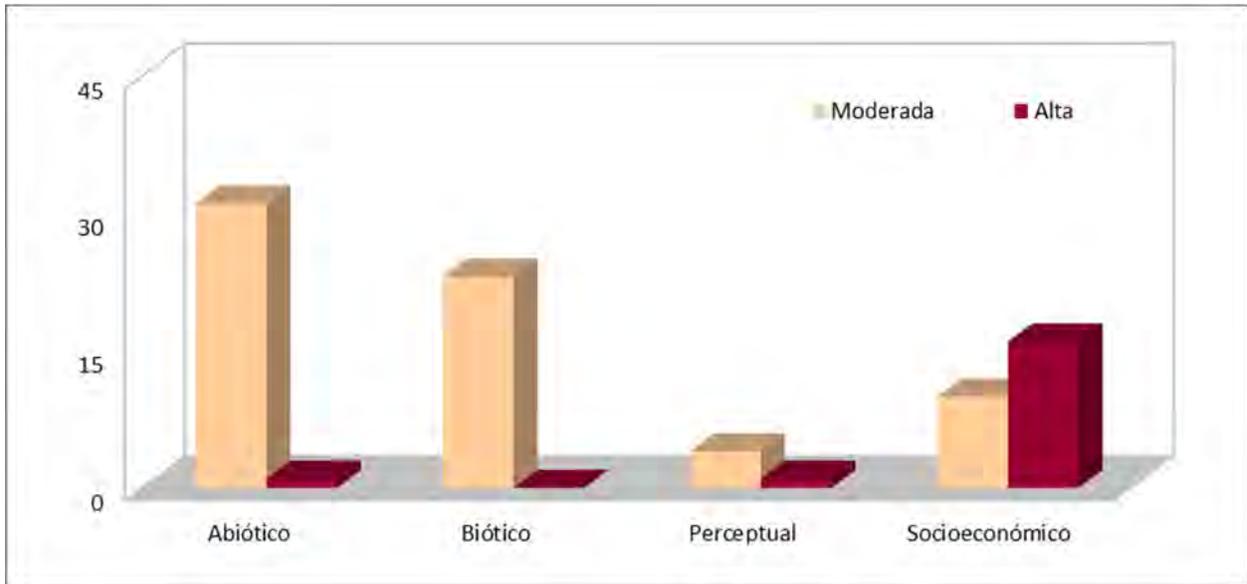
Gráfica V.3.1-6. Significancia y Naturaleza de los impactos del Proyecto

Apartado	Factor	Subfactor	Preparación del sitio				Construcción										Operación y Mantenimiento						Abandono														
			Contratación de mano de obra	Operación de equipo, maquinaria y vehículos	Demolición y retiro de la infraestructura existente	Manejo de residuos	Contratación de mano de obra	Operación de equipo, maquinaria y vehículos	Retiro de vegetación y despalme	Excavaciones, compactaciones y nivelaciones	Explotación de materiales pétreos y acarreo	Rellenos	Cimentación de instalaciones, estructuras y edificaciones	Instalación y operación de infraestructura temporal	Montaje de equipos e infraestructura permanente	Construcción de obras asociadas	Manejo de residuos	Pruebas y puesta en servicio	Contratación de mano de obra	Operación de equipo, maquinaria y vehículos	Uso de gas	Generación de energía eléctrica	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento correctivo	Mantenimiento mayor	Manejo de residuos	Contratación de mano de obra	Operación de equipo, maquinaria y vehículos	Desmantelamiento de equipos	Desarmado y/o demolición de estructuras y edificaciones	Limpieza y acondicionamiento del predio	Restauración de suelos	Manejo de residuos				
Abiótico	Aire	Calidad	L1	M2			L3	M4	L5	M6	L7	L8				M10		M11		A12								L13			L14	L15	M16				
		Ruido	L17	M18							L21						M25		M26		M27			L28				M29	L30	L31							
		Olor	L32				L33											M34						L35			L36										
	Agua	Infiltración						M37	M38		M39	M40	M41		M42																		L43				
		Escurrimientos						M44	M45		M46	M47	M48		M49																		M50				
		Calidad																			L51			L52													
	Rocas	Gasto hídrico							L53	L54	L55	L56			L57						M58												L59				
		Disponibilidad									M60																										
	Suelo	Calidad	L61	L62	L63		L64						L65	L66		L67	L68											L73	L74				L75	L76			
		Estructura						M77	M78		M79	M80	M81		M82																		M83	L84			
Biótico	Vegetación	Abundancia						L85																									L86				
		Diversidad						L87																										L88			
		Cobertura						L89																											L90		
		Especies protegidas						L91																													
	Fauna	Hábitat	M92	L93			M94	M95	M96												M97												M98	L99	L100		
		Abundancia	M101	M102			L103	M104	L105													M106												M107	L108	L109	
		Diversidad	M110	M111			M112	M113	L114													M115												M116	L117	L118	
		Especies protegidas	M119	M120			M121	M122	L123													M124												M125	L126	L127	
Perceptual	Paisaje		M128	L129			M130	L131		L132	L133	L134	L135	L136	137	M138					A139											L141	L142	M143	L144		
Socioeconómico	Social	Tránsito vehicular		M145			M146																														
		Densidad poblacional	M149				M150														M151											M152					
		Seguridad y salud	L153		L154		L155								156	L157						L158	L159	L160			L161	L162				L163				L164	
	Económico	Calidad de vida	A165				A166														A167							A169					A170	A171	A172		
		Actividades económicas																				A173															
	Servicios	Empleo	A175				A176														A177																
Servicios e infraestructura																						A182															

Leve positivo	Leve negativo	Moderado positivo	Moderado negativo	Alto positivo	Alto negativo
---------------	---------------	-------------------	-------------------	---------------	---------------

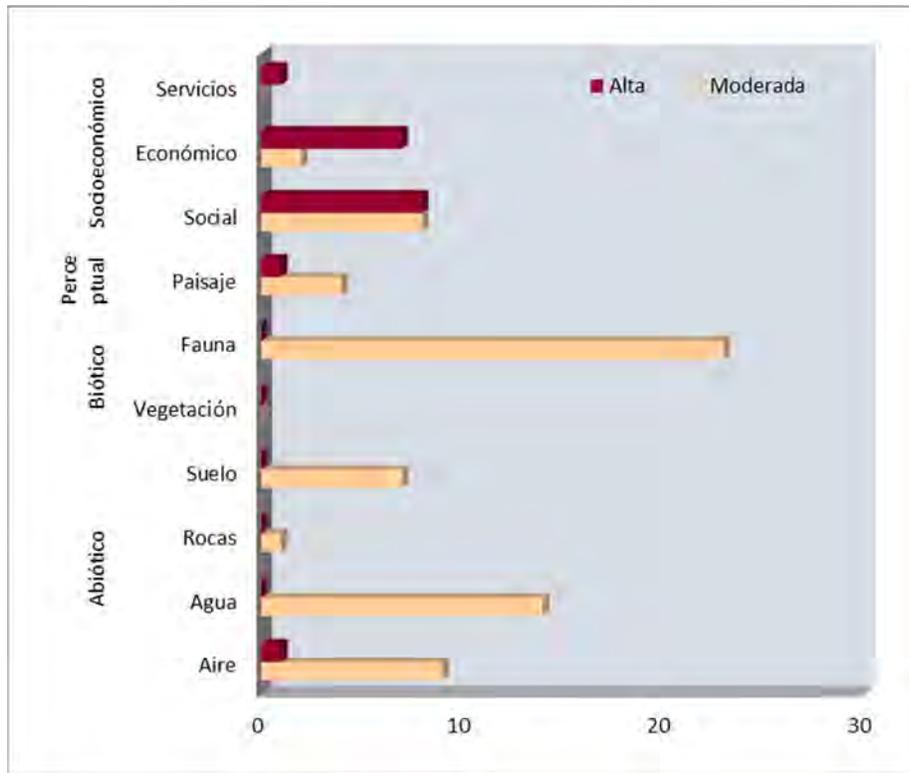
Figura V.3.1-1. Matriz de Significancia y Naturaleza de los impactos ambientales del Proyecto

Ahora bien, de acuerdo con los datos obtenidos de la *Significancia y Naturaleza* de los IA, para el análisis subsecuente se enfatiza en los evaluados como *Moderados y Altos (86)*, tanto de *Naturaleza Negativa* como *Positiva*. Dicho lo anterior, en lo referente a los *Apartados*, la valoración de IA arrojó un total de 68 impactos de *Significancia Moderada*, la mayor parte de ellos en el *Apartado Abiótico (31)*, seguido del *Biótico (23)*, *Socioeconómico (10)* y *Perceptual (4)*. En cambio, los impactos de *Significancia Alta* se *concentraron en Socioeconómico (16)* y en menor número en *Abiótico (1)* y *Perceptual (1)* –Gráfica V.3.1-7-.



Gráfica V.3.1-7. Significancia de los impactos por Apartado ambiental

En lo que respecta a los *Factores* ambientales, los IA de *Significancia Moderada* se concentran en *Fauna* y *Agua* con 23 y 14, respectivamente. Mientras que, los factores *Social* y *Económico* reúnen la mayor cantidad de IA de *Significancia Alta* con 8 y 7, respectivamente (Gráfica V.3.1-8). El detalle de la *Significancia y Naturaleza* de los impactos *Moderados y Altos* por cada uno de los *Factores y Subfactores* ambientales se presenta en la Tabla V.3.1-2.



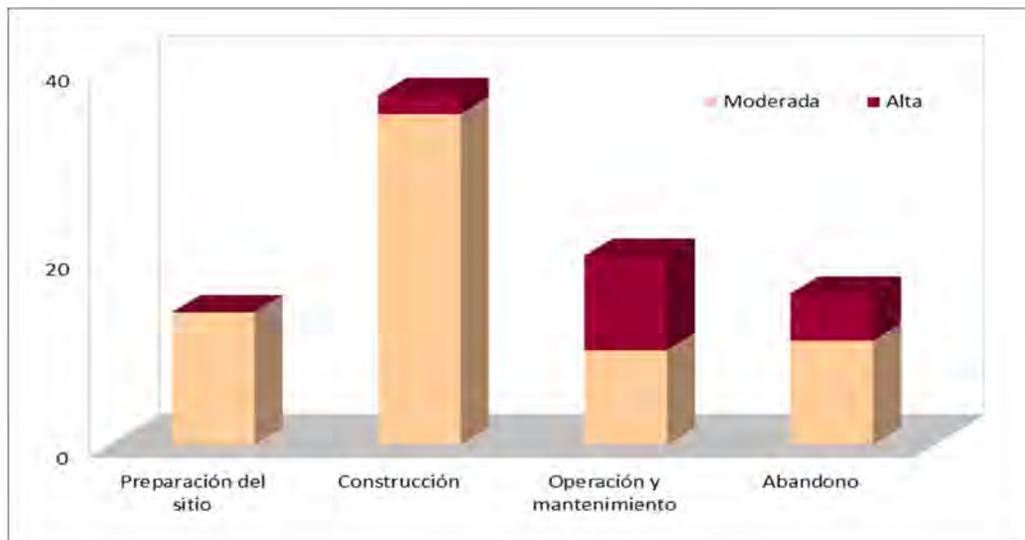
Gráfica V.3.1-8. Significancia de los impactos del Proyecto por Factor ambiental

Tabla V.3.1-2. Naturaleza y Significancia de los impactos del Proyecto por Factor y Subfactor

Apartado	Factor	Naturaleza	Moderada	Alta	Total
Abiótico	Aire	Positivo	1	0	1
		Negativo	8	1	9
	Agua	Positivo	2	0	2
		Negativo	12	0	12
	Rocas	Positivo	0	0	0
		Negativo	1	0	1
Suelo	Positivo	1	0	1	
	Negativo	6	0	6	
Biótico	Vegetación	Positivo	0	0	0
		Negativo	0	0	0
	Fauna	Positivo	0	0	0
		Negativo	23	0	23
Perceptual	Paisaje	Positivo	1	0	1
		Negativo	3	1	4
Socioeconómico	Social	Positivo	0	8	8
		Negativo	8	0	8

Apartado	Factor	Naturaleza	Moderada	Alta	Total
	Económico	Positivo	2	7	9
		Negativo	0	0	0
	Servicios	Positivo	0	1	1
		Negativo	0	0	0
<b>Total</b>			<b>68</b>	<b>18</b>	<b>86</b>

Por último, con respecto a las Etapas y Actividades del Proyecto, la Construcción concentra el mayor número de IA (37) de los cuales 35 son de Significancia *Moderada* y dos (2) de *Alta*. Por su parte, la evaluación determinó para la Operación-Mantenimiento se tienen 10 impactos de Significancia *Moderada* y 10 de *Alta*. Mientras que la etapa de *Abandono* presentó 11 impactos de Significancia *Moderada* y cinco (5) de *Alta*. Para la Preparación del sitio se obtuvieron 14 impactos de Significancia *Moderada* y cero (0) para *Alta* (Gráfica V.3.1-9). El detalle de la Significancia y la Naturaleza de los AI por etapa y actividades del Proyecto se aprecia en la Tabla V.3.1-2.



Gráfica V.3-1. Significancia de los impactos por Etapa del Proyecto

Tabla V.3.1-3. Naturaleza y Significancia de los impactos por Etapa y Actividad del Proyecto

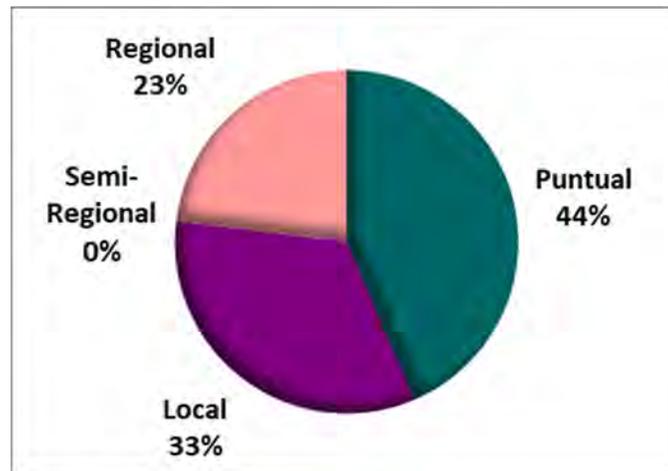
Etapa	Actividad	Naturaleza	Moderada	Alta	Total
Preparación del sitio	Contratación de mano de obra	Positivo	0	4	4
		Negativo	1	1	2
	Demolición y retiro de la infraestructura existente	Positivo	0	0	0
		Negativo	6	6	12
	Manejo de residuos	Positivo	0	0	0
		Negativo	0	0	0

Etapa	Actividad	Naturaleza	Moderada	Alta	Total
	Operación de equipo, maquinaria y vehículos	Positivo	0	0	0
		Negativo	5	5	10
Construcción	Cimentación de instalaciones, estructuras y edificaciones	Positivo	0	0	0
		Negativo	3	3	6
	Construcción de obras asociadas	Positivo	0	0	0
		Negativo	3	3	6
	Contratación de mano de obra	Positivo	0	2	2
		Negativo	1	1	2
	Retiro de vegetación y despalme	Positivo	0	0	0
		Negativo	9	9	18
	Excavaciones, compactaciones y nivelaciones	Positivo	0	0	0
		Negativo	4	4	8
	Explotación de materiales pétreos y acarreo	Positivo	0	0	0
		Negativo	2	2	4
	Instalación y operación de infraestructura temporal	Positivo	0	0	0
		Negativo	3	3	6
	Manejo de residuos	Positivo	0	0	0
		Negativo	0	0	0
	Montaje de equipos e infraestructura permanente	Positivo	0	0	0
		Negativo	0	0	0
	Operación de equipo, maquinaria y vehículos	Positivo	0	0	0
		Negativo	4	4	8
Pruebas y puesta en servicio	Positivo	0	0	0	
	Negativo	3	3	6	
Rellenos	Positivo	0	0	0	
	Negativo	3	3	6	
Operación y Mantenimiento	Contratación de personal	Positivo	0	2	2
		Negativo	1	1	2
	Generación de energía eléctrica	Positivo	1	1	1
		Negativo	1	0	0
	Manejo de residuos	Positivo	0	1	1
		Negativo	0	0	0
	Mantenimiento correctivo	Positivo	1	3	5
		Negativo	0	0	0
	Mantenimiento mayor	Positivo	0	0	0

Etapa	Actividad	Naturaleza	Moderada	Alta	Total	
	Mantenimiento preventivo	Negativo	0	0	0	
		Positivo	1	0	0	
		Negativo	0	6	12	
	Operación de equipo, maquinaria y vehículos	Positivo	0	2	4	
		Negativo	5	0	0	
	Uso de gas	Positivo	0	2	2	
		Negativo	0	1	2	
	Abandono	Contratación de personal	Positivo	0	1	1
			Negativo	1	0	0
		Desarmado y/o demolición de estructuras y edificaciones	Positivo	0	1	1
Negativo			0	0	0	
Desmantelamiento de equipos		Positivo	0	3	5	
		Negativo	0	0	0	
Limpieza y acondicionamiento del predio		Positivo	2	0	0	
		Negativo	0	0	0	
Manejo de residuos		Positivo	0	0	0	
		Negativo	0	6	12	
Operación de equipo, maquinaria y vehículos		Positivo	0	2	4	
		Negativo	6	0	0	
Restauración de suelos		Positivo	2	2	2	
		Negativo	0	1	2	
<b>Total</b>			<b>68</b>	<b>18</b>	<b>86</b>	

#### V.4.- Impactos residuales

Los *IA Residuales* están definidos por el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al ambiente como *El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación* (H. Congreso de la Unión, 2019b). Cabe mencionar que la identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente (SEMARNAT, s/f). Al respecto, se determinaron como *Permanentes* aquellos impactos que tendrán una duración mayor a 10 años, de acuerdo a ello existen 39 *IA* con dicha duración, de los cuales 10 son de *Significancia Alta* y 29 *Moderada*. La extensión de cada uno de estos impactos es variable, sin embargo, la mayoría de los impactos *Negativos Permanentes* tienen una *Extensión Puntual*, es decir, *sus efectos se limitan al sitio del Proyecto* (Gráfica V.4-1).



Gráfica V.4-1. Extensión de los impactos Negativos Residuales del Proyecto

Dentro de los impactos *Permanentes* se identificaron *cinco (5)* IA como *Residuales Negativos*.

Para el apartado *Abiótico* se consideran como residuales los impactos:

**Modificación en la calidad del aire:** La ejecución del Proyecto liberará como productos gases y polvos que se mantendrán dentro de los límites máximos permisibles. No obstante, el aporte de gases como CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> se mantendrá a lo largo del tiempo de vida útil del Proyecto (estimada en 30 años). Asimismo, es conveniente señalar que en la Etapa de Operación del Proyecto el impacto en *la calidad del aire será sustancialmente menor y positivo* debido a la tecnología y uso del gas natural que promueve el Proyecto.

**Incremento en el riesgo de contaminación.** Debido al manejo de residuos el riesgo de contaminación de suelos y reservas de agua es eventualmente posible, teniendo en cuenta esto, se plantea el tratamiento de aguas residuales, así como, de ser aplicable, la restauración de suelos.

Para el apartado *Biótico* se consideran como residuales los impactos:

**Disminución de la cobertura vegetal.** Esto debido a la limitante de espacio que se tiene en el sitio de Proyecto para la compensación de áreas verdes en proporción a las que serán retiradas.

Para el apartado *Perceptual* se consideran como residuales los impactos:

**Cambios en la calidad escénica.** El paisaje sufrirá modificaciones en el aspecto visual, así como la percepción en los elementos de espacio abierto, dichos cambios se limitan de manera particular al sitio del Proyecto. Sin embargo, es preciso comentar que tanto las actividades como el sitio pretendido son compatibles con el uso de suelo actual.

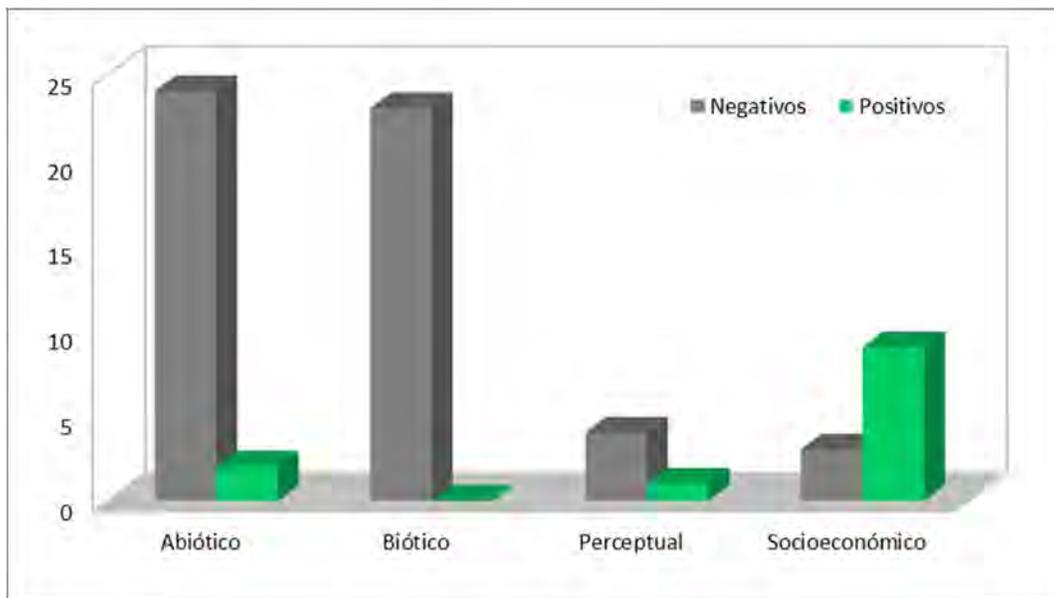
Para el apartado *Socioeconómico* se consideran como residuales los impactos:

**Riesgo de accidentes.** Esto relacionado principalmente con el uso de gas natural, que, tal como se ha evaluado en el Estudio de Riesgo Ambiental, se aplicarán las salvaguardas correspondientes, así como los procedimientos y protocolos aplicables a la prevención de accidentes.

### V.5.- Impactos acumulativos

Los IA por su comportamiento pueden ser de dos tipos, *Simples o Acumulativos*, los primeros son aquellos que se manifiestan en un sólo factor ambiental o cuyo modo de acción es individualizado; mientras que los segundos son resultado del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y futuras (Mijangos-Ricardez y López-Luna, 2013). Considerar tanto los impactos simples como acumulativos ayuda a la comprensión de posibles efectos aditivos sobre los factores ambientales con los que el Proyecto interactúa, y que podrían ser responsables de un desequilibrio ecológico.

Particularmente, en lo que respecta a los IA del Proyecto, el ejercicio de evaluación determinó un total de 66 *Acumulativos* (54 *Negativos* y 12 *Positivos*)-Gráfica V.5-1-.



Gráfica V.5-1. Naturaleza de los impactos Acumulativos por Apartado del Proyecto

El *Apartado* que concentra el mayor número de estos IA *Acumulativos* es *Abiótico*, especialmente el *Subfactor Aire* que durante la *Construcción* será afectado de manera intermitente por actividades propias del Proyecto, mientras que en la *Operación* del mismo sus emisiones se adicionarán a la concentración de fondo actual, lo cual representa una mejora para la calidad del aire en la región de Mérida. En el *Biótico* el factor que concentra el mayor número de impactos de este tipo es *Fauna* particularmente en la *Construcción* del Proyecto debido al desarrollo de actividades que en menor o mayor medida de manera