

**Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto “PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230 kV, Las Cruces-Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur-Las Cruces perteneciente al Lote F”**

**Diciembre, 2015**



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

## I. INDICE

I.	<u>INDICE</u>	1
II.	<u>RESUMEN EJECUTIVO</u>	15
2.1	OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO:	17
III.	<u>INTRODUCCION</u>	23
3.1	ANTECEDENTES	23
3.2	ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL	25
3.2.1	OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO	25
3.3	METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO DE EIA	27
IV.	<u>INFORMACIÓN GENERAL</u>	29
4.1	DOCUMENTACIÓN LEGAL	29
4.1.1	ENTIDAD RESPONSABLE DEL PROYECTO	29
4.1.2	NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA ENTIDAD RESPONSABLE DEL PROYECTO	29
4.1.3	ACTIVIDAD PRINCIPAL DE LA ENTIDAD RESPONSABLE DEL PROYECTO	29
4.1.4	DIRECCIÓN DE LA ENTIDAD RESPONSABLE DEL PROYECTO	29
4.1.5	TELÉFONOS DE LA ENTIDAD	29
4.1.6	IDENTIFICACIÓN COMERCIAL	30
4.2	EQUIPO PROFESIONAL QUE ELABORÓ EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO	31
V.	<u>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</u>	33
5.1	SÍNTESIS GENERAL DEL PROYECTO	33
5.1.1	SÍNTESIS DE OBRAS A EJECUTAR PARA LA MODIFICACIÓN AL EIA DEL PROYECTO PET-01-2009, LOTES A Y F	35
5.1.2	CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES	37
5.2	UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	39
5.2.1	ÁREA DE INFLUENCIA (AI) – AMBIENTAL Y SOCIAL-	44
5.3	UBICACIÓN POLITICO ADMINISTRATIVA	46
5.4	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO	47
5.4.1	CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN Y DEFINICIÓN DE RUTAS EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN	47
5.4.2	ASPECTOS CONSIDERADOS DURANTE LA SELECCIÓN DE LA RUTA:	49

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

<b>5.4.3 DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA</b>	<b>51</b>
<b>5.4.4 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE TERRENOS PARA SUBESTACIONES:</b>	<b>51</b>
<b>5.4.5 ASPECTOS FAVORABLES Y DESFAVORABLES PARA UN TERRENO EN EL MOMENTO DE SU SELECCIÓN</b>	<b>51</b>
<b>5.4.7 CARACTERIZACIÓN DE LAS ÁREAS SELECCIONADAS</b>	<b>52</b>
<b>5.4.8 DESCRIPCIÓN DE TERRENOS SELECCIONADOS PARA LA SUBESTACIÓN NUEVA</b>	<b>53</b>
5.5 ÁREA DEL PROYECTO	56
5.6 ACTIVIDADES A REALIZAR EN CADA FASE DE DESARROLLO DEL PROYECTO Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN	60
<b>5.6.1 FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES</b>	<b>62</b>
<b>5.6.2 FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>65</b>
<b>5.6.3 FASE DE OPERACIÓN</b>	<b>70</b>
5.7 SERVICIOS BÁSICOS	71
<b>5.7.1 ABASTECIMIENTO DE AGUA</b>	<b>71</b>
<b>5.7.2 SISTEMA HIDRÁULICO Y SANITARIO</b>	<b>73</b>
<b>5.7.3 ENERGÍA ELÉCTRICA</b>	<b>73</b>
<b>5.7.4 VÍAS DE ACCESO</b>	<b>73</b>
<b>5.7.5 TRANSPORTE</b>	<b>73</b>
<b>5.7.6 OTROS</b>	<b>74</b>
<b>5.7.7 MANO DE OBRA</b>	<b>74</b>
<b>5.7.8 CAMPAMENTOS</b>	<b>76</b>
5.8 MATERIALES A UTILIZAR	76
<b>5.8.1 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN</b>	<b>76</b>
<b>5.8.2 INVENTARIO Y MANEJO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS, TÓXICAS Y PELIGROSAS</b>	<b>78</b>
5.9 MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS (SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y GASEOSOS)	80
<b>5.9.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>80</b>
<b>5.9.2 FASE DE OPERACIÓN</b>	<b>82</b>
5.10 CONCORDANCIA CON EL USO ACTUAL Y POTENCIAL DEL SUELO	84
<b>VI. DESCRIPCIÓN DEL MARCO LEGAL</b>	<b>85</b>
6.1 MARCO LEGAL AMBIENTAL	85
6.2. SECTOR ELECTRICO	93
<b>6.2.1 MARCO LEGAL DEL SUB-SECTOR ELÉCTRICO</b>	<b>94</b>
6.3. MARCO POLÍTICO	98
6.4 MARCO INSTITUCIONAL	100
<b>6.4.1 ANTECEDENTES DE AUTORIZACIONES PREVIAS DE EIA, LOTES A Y F</b>	<b>101</b>
<b>VII. MONTO GLOBAL DE LA INVERSION</b>	<b>103</b>
<b>VIII. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO</b>	<b>104</b>

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

8.1 GEOLOGÍA	104
8.1.1 ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONALES:	104
8.1.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS LOCALES	107
8.1.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y EVALUACIÓN	110
8.1.4 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	112
8.2 GEOMORFOLOGÍA	116
8.2.1 DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA	116
8.3 SUELOS	120
8.4 CLIMA	123
8.5 HIDROLOGÍA	132
8.5.1 AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS	134
8.5.2 CALIDAD DEL AGUA	134
8.5.3 CAUDALES (MÁXIMOS, MÍNIMOS Y PROMEDIO)	136
8.5.4 COTAS DE INUNDACIÓN	137
8.5.5 CORRIENTES, MAREAS Y OLEAJE	137
8.5.6 VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	137
8.6 CALIDAD DEL AIRE	137
8.6.1 RUIDO Y VIBRACIONES	141
8.6.2 OLORES	145
8.6.3 FUENTES DE RADIACIÓN	145
8.7 AMENAZAS NATURALES	145
8.7.1 AMENAZA SÍSMICA	145
8.7.2 AMENAZA VOLCÁNICA	146
8.7.3 MOVIMIENTOS EN MASA	148
8.7.4 EROSIÓN	148
8.7.5 INUNDACIONES	150
8.7.6 SUSCEPTIBILIDAD	151
8.7.7 OTROS	152
<b>IX. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIÓTICO</b>	<b>153</b>
9.1 ESTACIONES DE MUESTREO	153
<b>FUENTE: GEOAMBIENTE, DATOS DE CAMPO 2015</b>	<b>158</b>
9.2 USO ACTUAL DEL SUELO	160
9.3 METODOLOGÍA	162
9.3.1 ANÁLISIS DE FLORA	162
9.3.2 ANÁLISIS DE FAUNA (AVES)	164
9.3.3 ANÁLISIS DE FAUNA (HERPETOFAUNA)	165
9.3.4 ANÁLISIS DE FAUNA (MAMÍFEROS)	165
9.4 COMPONENTE FLORA	166
9.4.1 ESPECIES AMENAZADAS, ENDEMICAS O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN (LEA O LISTA ROJA)	171



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

<b>9.4.2 ESPECIEES INDICADORAS</b>	<b>172</b>
9.5 COMPONENTE FAUNA	172
<b>9.5.1 AVES</b>	<b>172</b>
<b>9.5.2 HERPETOFAUNA</b>	<b>176</b>
<b>9.5.3 MAMIFEROS</b>	<b>179</b>
9.6 RESUMEN DE LOS ASPECTOS BIÓTICOS ENCONTRADOS	182
9.7 AREAS PROTEGIDAS Y ECOSISTEMAS FRÁGILES	183
<b>9.7.1 ÁREA DE INTERVENCIÓN</b>	<b>183</b>
 <b>X. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL</b>	 <b>185</b>
10.1 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	185
<b>10.1.1 TAMAÑO DE LA POBLACIÓN</b>	<b>187</b>
<b>10.1.2 ASPECTOS DE EDAD Y GÉNERO</b>	<b>188</b>
<b>10.1.3 INDICADORES DE EDUCACIÓN</b>	<b>189</b>
<b>10.1.4 INDICADORES DE SALUD</b>	<b>191</b>
10.2 EMPLEO Y ACTIVIDAD ECONÓMICA	192
10.3 SERVICIOS BÁSICOS	195
10.4 SERVICIOS DE EMERGENCIA	198
10.5 SEGURIDAD VIAL Y CIRCULACIÓN VEHICULAR	199
10.6 PERCEPCIÓN LOCAL SOBRE EL PROYECTO	200
<b>10.6.1 DESARROLLO Y RESULTADOS DE LOS TALLERES DE PARTICIPACIÓN PÚBLICA</b>	<b>203</b>
10.7 INFRAESTRUCTURA COMUNAL	223
10.8 DESPLAZAMIENTOS Y/O MOVILIZACIÓN DE COMUNIDADES	224
10.9 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE CULTURAL	224
<b>10.9.1 ARQUEOLOGÍA</b>	<b>224</b>
<b>10.9.2 CONSIDERACIONES GENERALES</b>	<b>243</b>
<b>10.9.3 VERIFICACIÓN ARQUEOLÓGICA VARIANTE CARMONA, SEGMENTO SUR</b>	<b>244</b>
10.9 ÁREAS SOCIALMENTE SENSIBLES Y VULNERABLES	253
 <b>XI. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS</b>	 <b>254</b>
11.1 ALTERNATIVAS SELECCIONADA	254
11.2 ALTERNATIVA DE LA NO ACCIÓN	258
 <b>XII. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>	 <b>259</b>
12.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS	261

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

<b>12.1.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS</b>	<b>261</b>
<b>12.1.2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>261</b>
12.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES	268
<b>12.2.1 RESUMEN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES</b>	<b>290</b>
12.3 EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL	301
<b>12.3.1 RESUMEN DE IMPACTOS SOCIALES RELEVANTES</b>	<b>311</b>
12.4 SÍNTESIS DE LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	317
<b>12.4.1. SÍNTESIS DE IMPACTOS AL COMPONENTE ATMOSFÉRICO</b>	<b>318</b>
<b>12.4.2. SÍNTESIS DE IMPACTOS AL SISTEMA BIÓTICO</b>	<b>318</b>
<b>12.4.3. SÍNTESIS DE IMPACTOS AL SISTEMA GEOESFÉRICO</b>	<b>319</b>
<b>12.4.4. SÍNTESIS DE IMPACTOS AL SISTEMA HÍDRICO.</b>	<b>319</b>
<b>12.4.5. SÍNTESIS DE LOS IMPACTOS AL MEDIO SOCIAL, ECONÓMICO Y CULTURAL</b>	<b>319</b>
<b>12.4.6. SÍNTESIS DE IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE ESTÉTICO</b>	<b>320</b>
 <b>XIII. MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>	 <b>321</b>
13.1 PLAN DE GESTION AMBIENTAL (PGA)	321
<b>13.1.1. CONTENIDO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (LINEAMIENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL)</b>	<b>323</b>
13.2 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO Y EJECUTOR DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	324
<b>13.2.1 ORGANIZACIÓN</b>	<b>325</b>
<b>13.2.3 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO Y EJECUTOR DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>327</b>
<b>13.2.4. PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>	<b>329</b>
13.3. PLAN DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL	344
<b>13.3.1 ESTRUCTURA INTERNA Y RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE CONTROL</b>	<b>346</b>
<b>13.3.2 VARIABLES AMBIENTALES A MONITOREAR</b>	<b>346</b>
<b>13.3.3 PARÁMETROS AMBIENTALES METODOLOGÍA DE MEDICIÓN</b>	<b>348</b>
13.4 PLAN DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL PARA LA FASE DE ABANDON O CIERRE	351
13.5 PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS	351
<b>13.5.1. CLASIFICACIÓN DE DESECHOS (GLOSARIO DE TÉRMINOS)</b>	<b>353</b>
<b>13.5.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS</b>	<b>354</b>
<b>13.5.3 ESTRATEGIAS DE MANEJO DE DESECHOS</b>	<b>356</b>
13.6. PLAN DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LAS ÁREAS INTERVENIDAS	360
<b>13.6.1 RECUPERACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL</b>	<b>361</b>
 <b>XIV. ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA</b>	 <b>362</b>
14.1. PLAN DE CONTINGENCIA	382
<b>14.1.1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>382</b>
<b>14.1.2. OBJETIVOS Y ALCANCE</b>	<b>383</b>

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

<b>14.1.3. ALCANCE</b>	<b>383</b>
<b>14.1.4. ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>384</b>
<b>14.1.5. PROCEDIMIENTOS DE NOTIFICACIÓN PARA REPORTAR EL INCIDENTE Y ESTABLECER COMUNICACIÓN CON EL PERSONAL DE LA EMPRESA Y LA POBLACIÓN.</b>	<b>385</b>
<b>14.1.6. LISTA DE EQUIPO A SER UTILIZADO FRENTE A EMERGENCIAS</b>	<b>385</b>
<b>14.1.7. PROCEDIMIENTO PARA EL ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL EN TÉCNICAS DE EMERGENCIA Y RESPUESTA</b>	<b>386</b>
<b>14.1.8. TIPOS DE CONTINGENCIAS</b>	<b>386</b>
<b>14.1.9. ESTRATEGIAS DE RESPUESTAS PARA ACCIDENTES INDUSTRIALES Y FENÓMENOS NATURALES</b>	<b>387</b>
<b>14.1.10. ESTRATEGIAS DE RESPUESTAS PARA CONTINGENCIAS NATURALES</b>	<b>390</b>
<b>14.1.11. ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE RESPUESTA</b>	<b>393</b>
<b>14.2. PLAN DE SEGURIDAD HUMANA E INDUSTRIAL</b>	<b>396</b>
<b>14.2.1. CONTENIDO DEL PLAN</b>	<b>396</b>
<b>14.2.2. GESTIÓN DE MEDIO AMBIENTE, SALUD Y SEGURIDAD INDUSTRIAL DE TRECSA</b>	<b>398</b>
<b>14.2.3. ACTIVIDADES QUE REQUIEREN DE PROCEDIMIENTOS ESPECÍFICOS</b>	<b>400</b>
<b>14.2.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL ESPECÍFICAS</b>	<b>403</b>
<b>14.2.5. SALUD</b>	<b>406</b>
<b>14.2.6. ENTRENAMIENTO</b>	<b>408</b>
<b>14.2.7. PRIMEROS AUXILIOS</b>	<b>408</b>
<b>14.2.8. MONITOREO, INDICADORES Y MEJORA CONTINUA</b>	<b>409</b>
 <b>XV. ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO</b>	 <b>410</b>
 <b>15.1 PRONÓSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AREA DE INFLUENCIA</b>	 <b>411</b>
<b>15.1.1. COMPONENTE GEOESFÉRICO</b>	<b>411</b>
<b>15.1.2. COMPONENTE RUIDO Y VIBRACIONES</b>	<b>412</b>
<b>15.1.3. CAMBIOS POR EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS</b>	<b>412</b>
<b>15.1.4. COMPONENTE CALIDAD DEL AIRE</b>	<b>413</b>
<b>15.1.5. COMPONENTE DE CUERPOS HÍDRICOS SUPERFICIALES</b>	<b>413</b>
<b>15.1.6. COMPONENTE BIÓTICO</b>	<b>413</b>
<b>15.1.7. COMPONENTE SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL</b>	<b>414</b>
<b>15.1.8. CONCLUSIONES</b>	<b>415</b>
<b>15.2. SÍNTESIS DE PROPUESTA DE MEDIDAS AMBIENTALES, MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DE CONTINGENCIA</b>	<b>418</b>
<b>15.2.1 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL, PGA</b>	<b>419</b>
<b>15.3. POLÍTICA AMBIENTAL DEL PROYECTO</b>	<b>420</b>
<b>15.3.1 DECLARACIÓN DE LA POLÍTICA AMBIENTAL.</b>	<b>420</b>
<b>15.3.2 ALCANCE</b>	<b>421</b>
<b>15.3.3 MARCO DE ACTUACIÓN</b>	<b>421</b>
 <b>XVI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	 <b>422</b>

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

16.1 CONCLUSIONES	422
16.2 RECOMENDACIONES	423
<b>XVII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>425</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro IV-1 Equipo Profesional que participó en la elaboración del EIA</b>	<b>32</b>
<b>Cuadro V-1 Parámetros electromecánicos de diseño, Subestación Las Cruces</b>	<b>37</b>
<b>Cuadro V-2 Características Generales de las Estructuras y de las Líneas de transmisión Eléctrica</b>	<b>38</b>
<b>Cuadro V-3 Área de Influencia Directa en Municipios del departamento de Sacatepéquez, y área de proyecto</b>	<b>45</b>
<b>Cuadro V-4 Uso Actual del Suelo en Área de Influencia Directa del Proyecto</b>	<b>46</b>
<b>Cuadro V-7 Longitud de tramos de Líneas de Transmisión</b>	<b>57</b>
<b>Cuadro V-8 Área de Proyecto</b>	<b>57</b>
<b>Cuadro V-9 Coordenadas de Torres en Finca Carmona</b>	<b>57</b>
<b>Cuadro V-10 Coordenadas de Torres Las Cruces-Palestina</b>	<b>58</b>
<b>Cuadro V-11 Torres Guate Sur – Las Cruces</b>	<b>59</b>
<b>Cuadro V-12 Coordenadas Subestación Las Cruces 230 kV</b>	<b>59</b>
<b>Cuadro V-13 Actividades necesarias en cada etapa del Proyecto de LT</b>	<b>63</b>
<b>Cuadro V-14 Actividades a realizar por etapas en Subestaciones</b>	<b>64</b>
<b>Cuadro V-15 Equipo y Maquinaria a Utilizar en la etapa de construcción</b>	<b>65</b>
<b>Cuadro V-16 Rutas de Movilización de Maquinaria, Equipo y Materiales</b>	<b>67</b>
<b>Cuadro V-17 Equipo y maquinaria utilizada para el mantenimiento de las LTE, durante la fase de operación</b>	<b>70</b>
<b>Cuadro V-18 Estimación del consumo de agua para construcción y/o ampliación de subestaciones</b>	<b>72</b>
<b>Cuadro V-19 Mano de obra requerida en la Etapa de Construcción – Subestación Las Cruces</b>	<b>74</b>
<b>Cuadro V-20 Mano de obra requerida en la Etapa de Construcción – Líneas de Transmisión</b>	<b>74</b>
<b>Cuadro V-21 Mano de obra en etapa de Operación y Mantenimiento de la Subestación Las Cruces</b>	<b>75</b>
<b>Cuadro V-22 Mano de obra en etapa de operación y mantenimiento de las Líneas de Transmisión</b>	<b>75</b>
<b>Cuadro V-23 Materiales a utilizar por km, para la construcción de un doble circuito en Líneas de Transmisión</b>	<b>76</b>
<b>Cuadro V-24 Materiales a utilizar en la construcción de la Subestación Las Cruces</b>	<b>77</b>
<b>Cuadro V-25 Materiales a utilizar para la construcción de la Subestación Eléctrica Las Cruces</b>	<b>77</b>
<b>Cuadro V-26 Sustancias Químicas, Tóxicas y Peligrosas</b>	<b>79</b>
<b>Cuadro V-27 Producción de Desechos, fase de construcción</b>	<b>81</b>
<b>Cuadro V-28 Desechos con características de peligrosidad esperados</b>	<b>82</b>
<b>Cuadro V-29 Producción de Desechos, fase de operación</b>	<b>83</b>
<b>Cuadro VI-1 Listado de Antecedentes Ambientales del Lote A</b>	<b>101</b>
<b>Cuadro VI-2 Listado de Antecedentes Ambientales del Lote A</b>	<b>102</b>

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

<b>Cuadro VII-1 Renglones de inversión del Proyecto .....</b>	<b>103</b>
<b>Cuadro VII-2 Costo de Medidas de Mitigación .....</b>	<b>103</b>
<b>Cuadro IX-1 Ubicación de las estaciones de muestreo .....</b>	<b>153</b>
<b>Cuadro IX-2 Estaciones de muestreo y descripción del área .....</b>	<b>154</b>
<b>Cuadro IX-3 Uso actual del suelo del área de influencia del proyecto.....</b>	<b>160</b>
<b>Cuadro IX-4 Fotografías de la etapa de campo y etapa de herbario .....</b>	<b>163</b>
<b>Cuadro IX-5 identificación de aves, fase de campo .....</b>	<b>164</b>
<b>Cuadro IX-6 Especies de plantas registradas por puntos de muestreo .....</b>	<b>167</b>
<b>Cuadro IX-7 Listado de aves observadas y reportadas para las áreas visitadas en Sacatepéquez .....</b>	<b>173</b>
<b>Cuadro IX-8 Listado de aves reportadas dentro de la lista de especies amenazadas del CONAP y en el listado de CITES.....</b>	<b>175</b>
<b>Cuadro IX-9 Listado de especies de distribución restringida y amenazadas .....</b>	<b>175</b>
<b>Cuadro IX-10 Listado de especies reportadas para el área de estudio.....</b>	<b>176</b>
<b>Cuadro IX-11 Especies que se encuentran amenazadas o en peligro (Herpetofauna) .....</b>	<b>178</b>
<b>Cuadro IX-12 Listado de especies reportadas para distintas áreas de Sacatepéquez .....</b>	<b>179</b>
<b>Cuadro IX-13 Listado de especies incluidas en el índice CONAP .....</b>	<b>181</b>
<b>Cuadro IX-14 Estado de algunas especies de mamíferos .....</b>	<b>181</b>
<b>Cuadro X-1 Poblaciones existentes en el área de influencia Directa y sus características generales.....</b>	<b>186</b>
<b>Cuadro X-2 Indicadores básicos de Sacatepéquez.....</b>	<b>187</b>
<b>Cuadro X-3 Habitantes en municipios del área de Influencia del Proyecto.....</b>	<b>187</b>
<b>Cuadro X-4 Población según edad y sexo (2010).....</b>	<b>188</b>
<b>Cuadro X-5 Datos de población en los municipios del AI del proyecto.....</b>	<b>189</b>
<b>Cuadro X-6 Indicadores de educación de municipios del AI del Proyecto.....</b>	<b>190</b>
<b>Cuadro X-7 Tasa bruta de escolaridad por nivel educativo y sexo (en porcentajes) .....</b>	<b>191</b>
<b>Cuadro X-8 Indicadores de Salud en Sacatepéquez .....</b>	<b>191</b>
<b>Cuadro X-9 Población total por niveles de pobreza en porcentajes .....</b>	<b>193</b>
<b>Cuadro X-10 Población Económicamente Activa .....</b>	<b>194</b>
<b>Cuadro X-11 Resumen de servicios básicos disponibles .....</b>	<b>196</b>
<b>Cuadro X-12 Servicios de emergencia disponibles .....</b>	<b>199</b>
<b>Cuadro X-13 Longitud de la red vial por tipo de rodadura .....</b>	<b>200</b>
<b>Cuadro X-14 Principales asentamientos arqueológicos identificados en el departamento de Sacatepéquez .....</b>	<b>227</b>
<b>Cuadro X-15 Ubicación de sitios arqueológicos con respecto a la Variante las Cruces (AI del proyecto).....</b>	<b>230</b>
<b>Cuadro X-16 Sitios arqueológicos identificados más cercanos al proyecto.....</b>	<b>230</b>
<b>Cuadro XI-1 Resumen de Selección de la Alternativa para la Actualización de los Segmentos de los Lotes A y F, y Subestación Las Cruces .....</b>	<b>255</b>
<b>Cuadro XII-1 Componentes Ambientales y Sociales Potencialmente Afectados por las Actividades del Proyecto (Receptores Potenciales) en las distintas fases de ejecución del Proyecto .....</b>	<b>260</b>
<b>Cuadro XII-2 Definiciones de Naturaleza y Tipo de Impacto .....</b>	<b>262</b>
<b>Cuadro XII-3 Criterios Genéricos de Sensibilidad.....</b>	<b>265</b>
<b>Cuadro XII-4 Criterios de Calificación de la Severidad del Impacto .....</b>	<b>266</b>
<b>Cuadro XII-5 Criterios de Significado de Impactos Benéficos o Positivos.....</b>	<b>267</b>
<b>Cuadro XII-6 Criterios de Significado para Impactos Adversos o Negativos .....</b>	<b>267</b>
<b>Cuadro XII-7 Criterios de Definición del Significado de Impactos.....</b>	<b>267</b>

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto “PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F”*

<b>Cuadro XII-8 Evaluación de Impactos Ambientales y Medidas de Mitigación del Proyecto de Interconexión Eléctrica del Lote E.....</b>	<b>269</b>
<b>Cuadro XII-9 Valores de Referencia de Sonido a Distancias del Área de Construcción Expresado en dB (A) .....</b>	<b>296</b>
<b>Cuadro XII-10 Evaluación de Impactos Sociales y Medidas de Mitigación .....</b>	<b>302</b>
<b>Cuadro XIII-1 Componentes Ambientales Considerados para el Diseño de las Medidas de Prevención, Control y Mitigación Ambiental y Social .....</b>	<b>332</b>
<b>Cuadro XIII-2 Parámetros de Partículas de Calidad del Aire y Límites Permisibles, OMS (2005) .....</b>	<b>334</b>
<b>Cuadro XIII-3 Niveles de presión sonora .....</b>	<b>335</b>
<b>Cuadro XIII-4 Distancias Mínimas de aproximación en el trabajo para empleados capacitados, Acuerdo Gubernativo 313-2011.....</b>	<b>343</b>
<b>Cuadro XIII-5 Variables Ambientales Sujetas a Monitoreo Ambiental .....</b>	<b>347</b>
<b>Cuadro XIII-6 Variables del Programa de Monitoreo Ambiental y Social .....</b>	<b>348</b>
<b>Cuadro XIII-7 Lineamientos Generales sobre Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (IFC, 2007) para calidad del Aire y Niveles de Presión Sonora.....</b>	<b>349</b>
<b>Cuadro XIII-8 Lineamientos sobre Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional aplicados a la Transmisión y Distribución de Electricidad, IFC, 2007 .....</b>	<b>349</b>
<b>Cuadro XIII-9 Inventario de Desechos Sólidos a ser generados por el Proyecto.....</b>	<b>355</b>
<b>Cuadro XIII-10 Resumen de Alternativas de Disposición Final de Desechos.....</b>	<b>359</b>
<b>Cuadro XIV-1 Clasificación del Riesgo: Frecuencia vrs. Severidad .....</b>	<b>369</b>
<b>Cuadro XIV-2 Evaluación y Priorización del Riesgo: Consecuencia o Impacto .....</b>	<b>370</b>
<b>Cuadro XIV-3 Frecuencia .....</b>	<b>371</b>
<b>Cuadro XIV-4 Severidad.....</b>	<b>372</b>
<b>Cuadro XIV-5 Gestión de Riesgos: Áreas Vulnerables Según Tipo de Desastre .....</b>	<b>373</b>
<b>Cuadro XIV-6 Evaluación de Riesgos, Huracán/Ciclón .....</b>	<b>375</b>
<b>Cuadro XIV-7 Evaluación de Riesgos, Inundación .....</b>	<b>375</b>
<b>Cuadro XIV-8 Evaluación de Riesgos, Sismos.....</b>	<b>375</b>
<b>Cuadro XIV-9 Evaluación de Riesgos, Movimientos en Masa .....</b>	<b>376</b>
<b>Cuadro XIV-10 Evaluación de Riesgos, Incendios.....</b>	<b>376</b>
<b>Cuadro XIV-11Resumen de los Riesgos de Nivel Alto .....</b>	<b>378</b>
<b>Cuadro XIV-12 Resumen de los Riesgos de Nivel Moderado .....</b>	<b>379</b>
<b>Cuadro XIV-13 Resumen de Riesgos de Nivel Bajo.....</b>	<b>380</b>
<b>Cuadro XIV-14 Resumen de Actividades y Procedimientos de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional .....</b>	<b>400</b>
<b>Cuadro XIV-15 Resumen de Actividades y Procedimientos de Protección Ambiental.....</b>	<b>402</b>
<b>Cuadro XIV-16 Distancias Mínimas de Aproximación en el Trabajo para Empleados Capacitados, IFC, 2007 .....</b>	<b>404</b>
<b>Cuadro XIV-17 TLVs Niveles de Exposición a Gases .....</b>	<b>408</b>
<b>Cuadro XV-1 Síntesis de Propuesta de Medidas Ambientales y Sociales del PGA .....</b>	<b>418</b>

## INDICE DE MAPAS

<b>MAPA V-1 Mapa de Localización .....</b>	<b>41</b>
<b>MAPA V-2 Ubicación del trazo de la línea de transmisión .....</b>	<b>42</b>
<b>MAPA V-3 División Político Administrativa- trazo de la línea de transmisión-.....</b>	<b>43</b>
<b>MAPA V-4 Mapa de infraestructura, accesos .....</b>	<b>68</b>



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

<b>MAPA V-5 Vías de Acceso, Movilización, Transporte de Equipo y Maquinaria .....</b>	<b>69</b>
<b>MAPA VIII-1 Geología regional de Guatemala, mostrando en el recuadro rojo la ubicación aproximada del proyecto.....</b>	<b>105</b>
<b>MAPA VIII-2 Ubicación de los puntos muestreados y afloramientos geológicos observados en el derrotero realizado en los alrededores de la línea de transmisión a los que se tuvo acceso, que abarcan el área de influencia directa (AI) y el proyecto (AP).....</b>	<b>110</b>
<b>MAPA VIII-3 Geología Regional del área de Influencia Directa (AID) y del Área del Proyecto (AP).....</b>	<b>115</b>
<b>MAPA VIII-4 Geomorfología del AI y AP del Proyecto.....</b>	<b>117</b>
<b>MAPA VIII-5 Mapa de Clasificación de Suelos del Área de Influencia Directa AID y del Área del Proyecto, según Simmons, Tarano y Pinto.....</b>	<b>122</b>
<b>MAPA VIII-6 Zonas de vida identificadas en el Área de Influencia Directa AID y del Área del Proyecto.....</b>	<b>124</b>
<b>MAPA VIII-7 Comportamiento general y distribución espacial de las isoyetas en el Área de Influencia Directa AID y Área del Proyecto AP. ....</b>	<b>126</b>
<b>MAPA VIII-8 Comportamiento general y distribución espacial de las isotermas en el Área de Influencia Directa AID y Área de Proyecto AP. ....</b>	<b>130</b>
<b>MAPA VIII-9 Cuencas hidrográficas comprendidas en el proyecto.....</b>	<b>133</b>
<b>MAPA VIII-10 Ubicación de sitios muestreados .....</b>	<b>144</b>
<b>MAPA VIII-11 Mapa de Clasificación de pendientes (según INAB) en el área de influencia directa (AID) y área del proyecto (AP) .....</b>	<b>149</b>
<b>MAPA IX-1 Puntos de muestreo del componente biótico.....</b>	<b>159</b>
<b>MAPA IX-2 Mapa de uso del suelo .....</b>	<b>161</b>
<b>MAPA IX-3 Áreas Protegidas en el Área de Proyecto y su Área de Influencia .....</b>	<b>184</b>
<b>MAPA X-1 Sitios arqueológicos ubicados a lo largo del AI del Proyecto .....</b>	<b>252</b>

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración V-1 Plan de Expansión del Sistema de Transporte -PET.....</b>	<b>35</b>
<b>Ilustración V-2 Esquema general una torre metálica y su servidumbre .....</b>	<b>39</b>
<b>Ilustración V-3 Cronograma propuesto para la construcción de la Subestación Las Cruces ..</b>	<b>60</b>
<b>Ilustración V-4 Cronograma Propuesto para la construcción de la Línea de Transmisión Las Cruces - Palestina.....</b>	<b>61</b>
<b>Ilustración V-5 Cronograma Propuesto para la construcción de la Línea de Transmisión Guate Sur – Las Cruces.....</b>	<b>61</b>
<b>Ilustración V-6 Flujograma de actividades para la Construcción de la Subestación Las Cruces .....</b>	<b>62</b>
<b>Ilustración V-7 Flujograma de actividades para Líneas de Transmisión .....</b>	<b>62</b>
<b>Ilustración VIII-5 Mapa de amenaza de huracanes en Guatemala y Centro América, mostrando la baja frecuencia que tales sistemas se aproximan efectivamente al país. ....</b>	<b>151</b>
<b>Ilustración XIII-1 Organigrama para el desarrollo del Proyecto de Interconexión Eléctrica (TRECSA) .....</b>	<b>326</b>
<b>Ilustración XIV-1 Proceso de Gestión de Riesgos.....</b>	<b>364</b>



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto “PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F”*

## INDICE DE FOTOS

<b>Fotografía V-1 Alternativa 1 .....</b>	<b>54</b>
<b>Fotografía V-2 Alternativa 2 .....</b>	<b>55</b>
<b>Fotografía V-3 Alternativa 3 .....</b>	<b>56</b>
<b>Fotografía VIII-1 Mosaico fotográfico de cuatro afloramientos geológicos observados en el área de influencia directa (AID) y área del proyecto (AP) y sus características generales.....</b>	<b>108</b>
<b>Fotografía VIII-2 Mosaico fotográfico de cuatro afloramientos geológicos observados en el área de influencia directa (AID) y área del proyecto (AP) y sus características generales.....</b>	<b>109</b>
<b>Fotografía VIII-3 Mosaico fotográfico de puntos de muestreo de calidad del agua en sitios próximos al área de influencia directa (AID) y al área del proyecto (AP). .....</b>	<b>135</b>
<b>Fotografía X-1 Taller de participación Pública, realizado en Sumpango, Sacatepéquez el domingo 22 de noviembre de 2015 .....</b>	<b>202</b>
<b>Fotografía X-2 Taller de participación pública realizado en Sumpango, Sacatepéquez, realizado el 22 de noviembre de 2015 .....</b>	<b>202</b>
<b>Fotografía X-3 Taller de participación Pública, realizado en Santa María Cauqué, Santiago Sacatepéquez, el 27 de noviembre de 2015 .....</b>	<b>203</b>
<b>Fotografía X-4 Ubicación del Sitio Los Camantales, mostrando material arqueológico recuperado en Superficie .....</b>	<b>230</b>
<b>Fotografía X-5 Vista del posible montículo localizado en el área de los Camantales.....</b>	<b>231</b>
<b>Fotografía X-6 Área del sitio arqueológico de Chiponquin, con algunos materiales arqueológicos en superficie .....</b>	<b>233</b>
<b>Fotografía X-7 Áreas periféricas del punto marcado como Sitio Arqueológico Chiponquin, no se localizó materiales arqueológicos (Foto A. Rivas) .....</b>	<b>233</b>
<b>Fotografía X-8 Vista de montículo principal del sitio Los Pinos .....</b>	<b>235</b>
<b>Fotografía X-9 Pozo de saqueo observado en el montículo principal del sitio Los Pinos .....</b>	<b>235</b>
<b>Fotografía X-10 Vista hacia el este de la plataforma de nivelación, sitio Los Pinos .....</b>	<b>236</b>
<b>Fotografía X-11 Vista hacia el oeste de plataforma de nivelación, sitio Los Pinos.....</b>	<b>236</b>
<b>Fotografía X-12 Vista hacia norte del sitio arqueológico Los Pinos .....</b>	<b>237</b>
<b>Fotografía X-13 Vista del lugar que debiera ocupar el sitio de San Roberto .....</b>	<b>238</b>
<b>Fotografía X-14 Materiales arqueológicos identificados en el área referida para el sitio San Roberto .....</b>	<b>239</b>
<b>Fotografía X-15 Vistas de las áreas referidas y la presencia de materiales arqueológicos .....</b>	<b>239</b>
<b>Fotografía X-16 Vistas de las áreas referidas y la presencia de materiales arqueológicos .....</b>	<b>240</b>
<b>Fotografía X-17 Ubicación del predio donde será construida la Sub Estación de Energía Las Cruces.....</b>	<b>241</b>
<b>Fotografía X-18 Vista del predio de la Sub Estación de Energía de Las Cruces .....</b>	<b>241</b>
<b>Fotografía X-19 Vista del predio de la Sub Estación de Energía de Las Cruces .....</b>	<b>242</b>
<b>Fotografía X-20 Materiales arqueológicos observados en el predio de la Sub Estación de Energía de Las Cruces .....</b>	<b>242</b>
<b>Fotografía X-21 Materiales arqueológicos observados en el predio de la Sub Estación de Energía de Las Cruces .....</b>	<b>243</b>
<b>Fotografía X-22 Material cerámico en Superficie .....</b>	<b>245</b>
<b>Fotografía X-23 Elevación en el terreno, posible un montículo .....</b>	<b>245</b>
<b>Fotografía X-24 Material cerámico en superficie.....</b>	<b>246</b>
<b>Fotografía X-25 Material cerámico en Superficie .....</b>	<b>246</b>
<b>Fotografía X-26 Área de cultivo donde se localizó material arqueológico en superficie .....</b>	<b>247</b>
<b>Fotografía X-27 Material cerámico en Superficie .....</b>	<b>247</b>

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

<b>Fotografía X-28 Material cerámico en Superficie.....</b>	<b>248</b>
<b>Fotografía X-29 Material cerámico en Superficie.....</b>	<b>248</b>
<b>Fotografía X-30 Material cerámico en Superficie.....</b>	<b>249</b>
<b>Fotografía X-31 Material cerámico en Superficie.....</b>	<b>249</b>
<b>Fotografía X-32 Material cerámico en Superficie.....</b>	<b>250</b>
<b>Fotografía X-33 Área en rojo con material cerámico en superficie, puntos en amarillo material cerámico y lítico .....</b>	<b>250</b>

## INDICE DE GRAFICAS

<b>Gráfica X-1 Muestra considerada en la encuesta .....</b>	<b>207</b>
<b>Gráfica X-2 Personas encuestadas .....</b>	<b>208</b>
<b>Gráfica X-3 Género de los encuestados .....</b>	<b>208</b>
<b>Gráfica X-4 Edad de las personas encuestadas .....</b>	<b>209</b>
<b>Gráfica X-5 Lugar de nacimiento de las personas que participaron en el proceso de las encuestas.....</b>	<b>209</b>
<b>Gráfica X-6 Cantidad de años de residir en el lugar de las personas encuestadas .....</b>	<b>210</b>
<b>Gráfica X-7 Idiomas que dominan las personas encuestadas .....</b>	<b>210</b>
<b>Gráfica X-8 Ocupación de la población encuestada .....</b>	<b>211</b>
<b>Gráfica X-9 Tipo de trabajo que desempeñan los encuestados .....</b>	<b>212</b>
<b>Gráfica X-10 Oficios y profesiones existentes en la región donde se ubicará el proyecto .....</b>	<b>212</b>
<b>Gráfica X-11 Personas encuestadas que cuentan con el servicio de energía eléctrica.....</b>	<b>213</b>
<b>Gráfica X-12 Diferentes usos de energía eléctrica en hogares de los encuestados .....</b>	<b>214</b>
<b>Gráfica X-13 Conocimiento de los encuestados sobre la falta de servicio de energía eléctrica en otras comunidades .....</b>	<b>214</b>
<b>Gráfica X-14 Calidad del servicio de electricidad en los hogares .....</b>	<b>215</b>
<b>Gráfica X-15 Necesidad de mejorar el servicio de electricidad, a criterio de los encuestados.....</b>	<b>215</b>
<b>Gráfica X-16 Consideraciones sobre inversión para mejorar en la calidad de servicio de electricidad .....</b>	<b>216</b>
<b>Gráfica X-17 Consideración sobre los beneficios para la comunidad por inversión en electricidad .....</b>	<b>216</b>
<b>Gráfica X-18 Grado de conocimiento de los encuestados sobre tendidos eléctricos .....</b>	<b>218</b>
<b>Gráfica X-19 Consideraciones sobre si el tendido eléctrico puede afectar a la comunidad ...</b>	<b>218</b>
<b>Gráfica X-20 Conocimiento sobre subestaciones eléctricas .....</b>	<b>220</b>
<b>Gráfica X-21 Importancia de la participación comunitaria, desde el punto de vista de los encuestados .....</b>	<b>221</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla VIII-1 Secuencia estratigráfica de las formaciones litológicas encontradas en la región en que se localiza el proyecto .....</b>	<b>106</b>
<b>Tabla VIII-2 Propiedades geotécnicas de las rocas volcánicas de la región en que se encuentra el proyecto .....</b>	<b>112</b>

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

<b>Tabla VIII-3 Serie de suelos FAO-USDA predominante en el área de influencia directa (AID) y el área del proyecto (AP), con su equivalente en la anterior clasificación de suelos de Simmons.</b>	<b>120</b>
<b>Tabla VIII-4 Resultados de los análisis de aguas muestreados en cuatro puntos (tres en aguas superficiales y uno en agua subterránea) y sus coordenadas, del área de influencia (AID) y área del proyecto (AP)</b>	<b>136</b>
<b>Tabla VIII-5 Resumen de resultados de las mediciones de 24 horas de material particulado PM10 y PM2.5 en dos sitios próximos al área de influencia del proyecto (AID) y el área de proyecto (AP).</b>	<b>138</b>
<b>Tabla VIII-6 Resultado de las mediciones de 24 horas de material particulado PM10 Y PM2.5 en el sitio Campamento Conasa, próximo a donde está prevista la construcción de la subestación del proyecto.</b>	<b>139</b>
<b>Tabla VIII-7 Resultados de las mediciones de 24 horas de material particulado PM10 Y PM2.5 en el sitio de San Bartolomé Milpas Altas, en el extremo Sur del proyecto.</b>	<b>140</b>
<b>Tabla VIII-8 Resumen de resultados de las mediciones de 24 horas de niveles de presión sonora NPS (ruido) en dos sitios próximos al área de influencia del proyecto (AID) y al área del proyecto (AP).</b>	<b>141</b>
<b>Tabla VIII-9 Resultados de las mediciones de 24 horas de Niveles de Presión Sonora NSP (ruido) en los sitios de Campamento Conasa (extremo Norte) y San Bartolomé Milpas Altas (extremo sur) del proyecto.</b>	<b>142</b>
<b>Tabla X-1 Diferentes usos de energía eléctrica en hogares de los encuestados</b>	<b>213</b>
<b>Tabla X-2 Beneficios que traerá la inversión en electricidad</b>	<b>217</b>

## LISTA DE ACRONIMOS

AI	Área de Influencia
AID	Área de Influencia Directa
AII	Área de Influencia Indirecta
AMM	Asociación del Mercado Mayorista
AP	Área de Proyecto
CBM	Corredor Biológico Mesoamericano
CGN	Compañía Guatemalteca de Níquel
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica
COCODES	Consejo Comunitario de Desarrollo
CONAMA	Comisión Nacional de Medio Ambiente
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
CONRED	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
DDV	Derecho De Vía
ECUT	Estudio de Cambio de Uso de La Tierra
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EPP	Equipo de Protección Personal
IDAEH	Instituto de Antropología e Historia
IFC	Corporación Financiera Internacional
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INAB	Instituto Nacional de Bosques

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

INDE	Instituto Nacional de Electrificación
INE	Instituto Nacional de Estadística
INGUAT	Instituto Guatemalteco de Turismo
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
INTECAP	Instituto Técnico de Capacitación y Productividad
LEA	Listado de Especies Amenazadas
LEQ	Nivel Sonoro Continuo Equivalente
LTE	Línea de Transmisión Eléctrica
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MDS	Hojas de Seguridad (por sus siglas en inglés)
MER	Mercado Eléctrico Regional
MIV	Manejo integrado de vegetación
OMS	Organización Mundial de la Salud
PCB	Bifenilos Policlorados
PET	Plan de Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica 2008-2018 de Guatemala
PGA	Plan de Gestión Ambiental
PM10	Material particulado, menor a 10 micras
PST	Partículas Suspendidas Totales
PSVA	Plan de Seguridad y Vigilancia Ambiental
SDP	Servidumbre de Paso
SEGEPLAN	Secretaría General de Planificación
SIN	Sistema Nacional Interconectado
TRECSA	Transportadora de Energía de Centroamérica, S.A.
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
USEPA	Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos

## **II. RESUMEN EJECUTIVO**

### **Generalidades**

El gobierno de Guatemala mediante el Acuerdo Gubernativo 88-2008 declaró de Urgencia Nacional la aprobación del “*Plan de Acción para Resolver la Crisis de Generación, Transporte y Distribución de Energía Eléctrica*”, para lo cual formuló el Plan de Expansión del Sistema de Transporte (2008-2018).

Este Plan surgió de la necesidad de mejorar el sistema de transporte de energía eléctrica actual, con base en las necesidades del Sistema Nacional Interconectado –SNI-, de ampliar la capacidad de transporte de energía eléctrica y aumentar con ello la confiabilidad del suministro de energía eléctrica, esperando que para el año 2013, el SNI cuente con un aproximado de 1,611km de línea con un nivel de voltaje de 230 kV.

Para la ejecución de las obras de transmisión de energía consideradas en el Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008 – 2018, La Comisión Nacional de Energía de Guatemala – CNEE, realizó el proceso de Licitación Pública Internacional PET-01- 2009, cuyo objeto fue obtener el menor Canon Anual, por la prestación del Servicio de Transporte de Energía Eléctrica –STEE–, mediante la contratación, por parte del Oferente Adjudicado, del diseño, construcción, constitución de las Servidumbres, Supervisión, operación y mantenimiento de dichas Obras.

### **Antecedentes**

El Consorcio EEB-EDM fue adjudicatario de dicho proceso, para lo cual constituyó la firma denominada Transportadora de Energía de Centroamérica S.A. – TRECSA, la cual presentó los EIAS de los Lotes A (EIA-18-2011) y F (EIA-10-2011) ante la autoridad ambiental; habiendo sido aprobados ambos instrumentos ambientales, a través de las resoluciones 933-2011/DIGARN/ECM/cmus y 2090-2011/ECM/arg, respectivamente. Posteriormente han existido algunas variantes a los trazos aprobados en los estudios antes mencionados, por lo que fueron presentados los EAls de los Lotes A (EAI-1008-2012) y (EAI-227-2012) resueltos a través de resoluciones del MARN 1259-2013/DIGARN/UCA/RMHH/cfo y 04562-2014/DIGARN/UCA/LRSV/camv/rllr, respectivamente.

La revisión de los trazos originales de estos lotes ha dado lugar a algunas modificaciones y por ende en ampliaciones de los instrumentos ambientales aprobados. De esa cuenta, en el presente caso, a través de este instrumento ambiental, se presenta la siguiente modificación en ambos lotes de las líneas de transmisión eléctrica 230 kV y la reubicación de la Subestación de Interconexión Las Cruces, donde convergen los dos lotes A y F, de la siguiente manera:

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto “PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F”*

---

1. Lote A: Cambio de trazo en el segmento Las Cruces-Palestina
2. Lote F: Cambio de trazo en el segmento Guate Sur-Las Cruces
3. Modificación de la ubicación del sitio para la construcción de la Subestación Las Cruces 230/69 kV, 150 MVA.

### **Construcción de nueva infraestructura de transmisión**

Las actividades de construcción permanecen sin cambio alguno, tanto para la obra civil como para los trabajos de montaje, instalación y operación del sistema de transmisión y de interconexión previamente evaluados a través de los instrumentos ambientales aprobados.

Para la **Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto “PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F**, ubicado en los municipios de Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas, Antigua Guatemala y Santa María de Jesús del Departamento de Sacatepéquez, GEOAMBIENTE, SERVICIOS INTEGRALES DE ASESORÍA EN ENERGÍA, PETROLEO Y MEDIO AMBIENTE, S.A. integró un grupo de expertos multidisciplinario. El Estudio se desarrolló durante los meses de agosto a diciembre, 2015, incluyendo, en este período, el levantamiento de las investigaciones de campo para los diferentes componentes ambientales y sociales específicos, así como el desarrollo del Plan de Participación Pública para esta etapa para los segmentos indicados, en complemento a las actividades ya realizadas previamente como parte de los instrumentos ambientales previos, ya aprobados; por medio de los cuales, se caracterizó el área de influencia del Proyecto en sus diversos componentes (físico, biótico y socioeconómico-cultural). El presente estudio fue realizado y el reporte correspondiente preparado con base en los Términos de Referencia proporcionados por la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales para un Proyecto Categoría A, en correspondencia al Listado Taxativo de Proyectos; así como la “Guía de Términos de Referencia para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental para los Anillos Eléctricos del Plan de Expansión del Sistema de Transporte Sistema Eléctrico Guatemalteco”, PET.

El desarrollo del presente Estudio de EIA, la evaluación de los impactos potenciales y la definición del manejo ambiental, consideró una única alternativa de trazo, toda vez que la misma corresponde a una modificación al trazo original de los dos segmentos y de la ubicación de la subestación de interconexión.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

## **2.1 Objetivos y Alcance del Estudio:**

Con relación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental relativo a la modificación en el trazo de los dos segmentos y de la subestación Las Cruces, los objetivos que se persiguen son los siguientes:

1. Dar cumplimiento al Decreto Ley No. 68-86, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente de la República de Guatemala.
2. Dar cumplimiento con el Reglamento 60-2015, Reglamento de Control, Evaluación y Seguimiento Ambiental, incluida la participación pública.
3. Cumplir con la participación pública como parte del proceso del EIA, en concordancia con el Plan de Participación Pública previamente desarrollado por los instrumentos ambientales previamente aprobados.
4. Cumplir con Los Términos de Referencia para orientar el Proceso del desarrollo del EIA y de la Participación Pública emitidos por MARN; los cuales establecen los lineamientos requeridos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
5. Cumplir con la legislación vigente que regula el sub-sector eléctrico de Guatemala.
6. Cumplir con los requerimientos ambientales contractuales que TRECSA ha adquirido como parte de su contrato con el Estado de Guatemala, para el desarrollo del Proyecto.
7. Garantizar el desarrollo del Proyecto de transmisión y suministro de energía al SNI, en sus distintas fases, a través de la implementación del Plan de Gestión Ambiental apropiado, a fin de reducir los impactos potenciales inherentes al Proyecto.
8. Obtener información básica ambiental y social a través del levantamiento de la línea base para evaluar el entorno ambiental y social en el área de influencia de la modificación planteada, así como identificar y cuantificar las consecuencias primarias y secundarias que puedan necesitar incorporarse para complementar los planes de gestión ambiental ya integrados.
9. Obtener autorización para iniciar el desarrollo del Proyecto de Modificación aquí planteado, con fundamento en las especificaciones técnicas indicadas en este estudio y las medidas ambientales de protección asociadas.

Sobre esta base, la metodología de evaluación para el desarrollo del presente EIA comprendió:



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- 1 El desarrollo complementario de los estudios de línea base para la determinación de las condiciones existentes en el entorno ambiental y social del área geográfica de los segmentos modificados de los lotes A y F, de la nueva ubicación de la subestación Las Cruces y del área de influencia directa.
- 2 El desarrollo complementario del Plan de Participación Pública orientado a:
  - a. Obtener información primaria de carácter social, económico y cultural del área de influencia donde se ubica la modificación del trazo de los segmentos de los lotes A y F y de la Subestación Las Cruces.
  - b. Identificar los grupos, comunidades y actores de interés que pudieran verse afectados potencialmente por el cambio de trazo propuesto y para la subestación Las Cruces.
  - c. Promover la participación pública en el proceso de la evaluación del impacto ambiental y social del Proyecto, a efecto de informar a la población sobre dicha modificación y el desarrollo del EIA.
  - d. Establecer los canales de comunicación entre los diferentes actores relacionados a efecto de establecer un proceso de socialización de beneficio mutuo.
- 3 La identificación de impactos ambientales y sociales potenciales, a través de la aplicación de una matriz de interacción (componentes del Proyecto vs. componentes ambientales y sociales), de acuerdo a la metodología descrita en el Capítulo XII de este informe; así como también, de la determinación de impactos y efectos acumulativos asociados, tomando en consideración las actividades pre-existentes en la zona; tal como actividad agrícola, particularmente.
- 4 La definición de los lineamientos para complementar la implementación del Plan de Gestión Ambiental y Social que permita la debida mitigación de los impactos potenciales definidos, así como el control ambiental requerido complementario para verificar el desempeño ambiental, con base en los estándares de referencia y la socialización del Proyecto. Este PGA se describe en el Capítulo XIII de este reporte.

El presente estudio se integra de dos volúmenes con los contenidos siguientes:

- Volumen I. Documento Principal. Incluye el resumen ejecutivo e integra los capítulos de introducción, descripción de la actualización planteada, marco legal, línea base ambiental y social (incluido el proceso de participación pública), evaluación ambiental y social del Proyecto (definición y valoración de impactos potenciales), Plan de Gestión Ambiental y Social, conclusiones y recomendaciones.
- Volumen II. Anexos. Reúne la documentación legal requerida de la empresa proponente del Proyecto, de la empresa consultora, responsable del desarrollo del instrumento ambiental, la información técnica requerida del proyecto de modificación

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

(planos), los reportes de laboratorio respectivos, el plan de participación pública y la documentación de su implementación.

GEOAMBIENTE desarrolló la metodología para el proceso de EIA con base en los Términos de Referencia establecidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Dicha metodología incluyó el desarrollo de una fase de gabinete y otra fase de campo. Los trabajos de campo relacionados con este informe fueron realizados durante los meses de octubre a noviembre, 2015 y la fase de Gabinete se desarrolló de agosto a septiembre a enero 2015.

El estudio de evaluación de impacto ambiental y social se realizó para las fases de construcción y operación de la modificación planteada. El mismo tuvo como objetivos:

- a. Identificar el Área de Influencia.
- b. Caracterizar el entorno ambiental y social (línea base) del área de la modificación planteada y de su área de influencia directa (AID) ambiental y social.
- c. Describir el proyecto de modificación la ubicación de los segmentos de líneas de transmisión y de la subestación Las Cruces de manera comprensiva para identificar aquellas actividades o componentes que puedan tener la capacidad de generar impactos ambientales y sociales, con base en la información facilitada por el proponente.
- d. Desarrollar las matrices de interacción de las actividades inherentes al desarrollo de la modificación planteada y los componentes ambientales y sociales para realizar la evaluación de los impactos potenciales, así como identificar de los impactos acumulativos y/o residuales.
- e. Proponer un Plan de Gestión Ambiental complementario para mitigar los impactos ambientales y sociales potenciales determinados, definir el seguimiento y control ambiental y social.
- f. Desarrollar de manera complementaria las actividades de Participación Pública para incorporar al proceso del EIA a los grupos de interés y actores identificados en el área de influencia definida, a efecto de establecer los mecanismos de retroalimentación; considerar las percepciones de la población local; responder e integrar sus inquietudes al EIA y establecer un mecanismo de comunicación y una política de buen vecino.

Las conclusiones generales del estudio fueron las siguientes:

1. El Proyecto del PET-1-2009, forma parte "*Plan de Acción para Resolver la Crisis de Generación, Transporte y Distribución de Energía Eléctrica*", planteados para suplir el crecimiento de la demanda de energía eléctrica 2008-2022 y para el cambio de la matriz de generación, de acuerdo al análisis de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).
2. Los Lotes A y F cuentan con instrumentos ambientales aprobados, EIA-18-2011 y EIA-10-2011, aprobados a través de las resoluciones 933-2011/DIGARN/ECM/cmuy y

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

2090-2011/ECM/arg. Posteriormente hubo algunas variantes a los trazos aprobados en los estudios antes mencionados, por lo que fueron presentados los EAls de los Lotes A (EAI-1008-2012) y (EAI-227-2012) resueltos a través de resoluciones del MARN 1259-2013/DIGARN/UCA/RMHH/cfo y 04562-2014/DIGARN/UCA/LRSV/camv/rllr, respectivamente; por lo tanto la modificación planteada por medio del presente instrumento ambiental formará parte del expediente del PET-01-2009.

3. Con fundamento en el EIA realizado se concluye que las actividades planificadas para desarrollar el proyecto de modificación durante las fases de Pre-operación -Movimiento de Tierras, y Construcción-; Operación y Abandono del Sitio, tienen el potencial generador de impactos que se han calificado de acuerdo a la sensibilidad del receptor o componente ambiental y social, y la severidad del efecto, benéfico o adverso. De acuerdo a tal evaluación, se formuló un Plan de Gestión Ambiental y Social complementario; el cual deberá ser implementado como parte inherente al desarrollo de la modificación planteada y que está orientado a la prevención, mitigación y control de los impactos evaluados. De tal manera que, a través de su implementación, se promueva la factibilidad ambiental y social del proyecto de interconexión, en la modificación propuesta, al mitigar adecuadamente los impactos potenciales de carácter adverso y a potenciar los impactos de carácter benéfico.
4. Derivado de los estudios de Línea Base realizados y de la evaluación de los impactos potenciales, se puede concluir que no existen limitaciones para el desarrollo de la modificación planteada en los segmentos indicados de los Lotes A y F, así como de la nueva ubicación de la Subestación Las Cruces; lo cual aplica a todas las actividades previstas y en particular a:
  - a. La adquisición de los derechos de paso y compensación por usos diferentes de la tierra,
  - b. Las actividades de construcción que tengan incidencia de tipo ambiental, social y en la salud humana,
  - c. El manejo de los desechos derivados de la construcción,
  - d. El cambio de uso de la tierra previsto y la compatibilidad con los principales usos de la tierra en el AP y AID del Proyecto.
  - e. La operación y mantenimiento del sistema de transmisión de energía.
5. El Plan de Gestión Ambiental -PGA- incluye las medidas de prevención, control, mitigación y rehabilitación tendientes a compatibilizar la construcción y operación de la modificación planteada para los Lotes A y F, así como de la Subestación Las Cruces, con la conservación ambiental y del entorno social, económico y cultural del área de influencia del mismo. El Plan de Gestión Ambiental incluye las medidas de mitigación que TRECSA ha incorporado al diseño de toda el Proyecto PET-01-2009, así como las adicionales propuestas en el presente estudio, basadas en las buenas prácticas de desempeño ambiental y social enmarcadas dentro de los lineamientos conceptuales de desarrollo sostenible aplicados al desarrollo de Proyectos de transmisión y distribución

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

de electricidad, específicamente y de los lineamientos generales sobre medio ambiente, seguridad industrial y salud ocupacional del OMS, los vigentes en la legislación local, los de la industria de transmisión.

6. Parte fundamental del Plan de Gestión Ambiental indicado en este estudio lo constituye el Plan de Monitoreo Ambiental. Su objetivo básico es el de mantener control sobre los impactos definidos y de la eficiencia en la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y rehabilitación, recomendadas en cada caso, a lo largo de las distintas fases de la modificación evaluada.
7. El desarrollo del EIA cumplió con todos los requisitos y términos de referencia para Proyectos categoría A, establecidos por la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, con base en el reglamento 60-2015; habiéndose implementado el proceso de participación y divulgación pública requerido desde el inicio del desarrollo del presente EIA.

#### Recomendaciones

Derivado de la Evaluación del Impacto Ambiental y Social de la modificación planteada en este instrumento y con fundamento en las conclusiones del mismo, la empresa consultora recomienda:

1. Que se apruebe, por parte de la autoridad competente, el estudio de EIA de la modificación de ubicación de los segmentos indicados de los Lotes A y F, así como de la subestación Las Cruces, con base en:
  - a. Los resultados de la calificación y evaluación de impactos ambientales y sociales potenciales identificados y su correspondiente mitigación,
  - b. La demostrada factibilidad ambiental y social a través del ejercicio del presente estudio, con base en las metodologías e instrumentos de investigación aplicados.
  - c. La ejecución bajo la responsabilidad de la empresa TRECSA, como desarrolladora de la modificación planteada dentro del Proyecto PET-01-2009, en particular del Plan de Gestión Ambiental complementario, incluido en este estudio.
  - d. La síntesis de compromisos ambientales y sociales definidos, a efecto de que se desarrolle la modificación propuesta de acuerdo al cronograma planteado para su ejecución.
  - e. La implementación de las propuestas de verificación del cumplimiento de dichos compromisos por parte de sus trabajadores, contratistas y otros colaboradores.
2. Desarrollar, previo al inicio de los trabajos de campo, un programa de educación ambiental con los empleados de TRECSA y sus contratistas, a efecto de dar a conocer

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

las conclusiones, recomendaciones y PGA de este estudio y reporte, a fin de familiarizarlos con sus responsabilidades y compromisos de protección ambiental, seguridad industrial, salud ocupacional, manejo de desechos.

3. Durante cualquier fase de ejecución, informar al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de cualquier situación que por su naturaleza pudiera afectar, significativamente, al entorno ambiental y social, indicando las medidas correctivas implementadas para corregir la desviación detectada.
4. Implementar el Programa de Monitoreo Ambiental de manera complementaria al que se haya aprobado a través de los instrumentos ambientales previos, desde el inicio de la construcción hasta completarse la misma.
5. Presentar, para su evaluación, las ampliaciones al presente EIA, como consecuencia de las modificaciones y/o ampliaciones significativas que pudieran surgir como resultado de modificaciones al diseño de la modificación.

### **III. INTRODUCCION**

#### **3.1 ANTECEDENTES**

El gobierno de Guatemala mediante el Acuerdo Gubernativo 88-2008 declaró de Urgencia Nacional la aprobación del “*Plan de Acción para Resolver la Crisis de Generación, Transporte y Distribución de Energía Eléctrica*”, para lo cual formuló el Plan de Expansión del Sistema de Transporte (2008-2018) cuyos objetivos son:

- a. Ampliar las perspectivas para el suministro de electricidad del Sistema Eléctrico Nacional, con base en los escenarios probables de su comportamiento en un mediano plazo (2010-2015).
- b. Estimar los factores de pérdidas nodales en el Sistema Nacional Interconectado considerando la construcción de las obras pertenecientes al Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008-2018.
- c. Incrementar la capacidad instalada de transmisión y distribución de energía eléctrica, así como la calidad del servicio, ante la creciente demanda en el país, con base en la demanda surgida por los nuevos Proyectos de generación.
- d. Promover una mayor participación por parte de los consumidores para incentivar la competencia entre los productores y distribuidores de energía en el país.
- e. Desarrollar el programa de inversión óptima; el cual permitirá atender a la demanda del servicio eléctrico futuro.
- f. Contribuir a la cobertura de la demanda del crecimiento del sector.
- g. Contribuir a la reducción de la deforestación ligada a la satisfacción de necesidades energéticas en el área rural y por ende, contribuir al mejoramiento de los procesos de conservación forestal del país, al incrementar la oferta de transmisión y suministro.

El Proyecto del PET-1-2009, dentro del marco nacional, forma parte del plan de desarrollo que integra la política para el Sector Eléctrico, impulsado por el Gobierno de Guatemala para implementar la estrategia de cambio de la matriz de generación eléctrica para el país, con el objetivo de contrarrestar los costos de generación térmica a base de combustibles derivados del petróleo y satisfacer la creciente demanda energética que permita el desarrollo del país, así como, hacer eficiente el transporte y la distribución de la energía generada, a través de la expansión del Sistema Nacional Interconectado.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto “PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F”*

---

El Proyecto surge de la necesidad de mejorar el sistema de transporte de energía eléctrica actual, con base en las necesidades del Sistema Nacional Interconectado –SNI-, de ampliar la capacidad de transporte de energía eléctrica y aumentar con ello la confiabilidad del suministro de energía eléctrica, esperando que para el año 2013, ya el SNI contara con un aproximado de 1,611km de línea con un nivel de voltaje de 230kV.

Para la ejecución de las obras de transmisión de energía consideradas en el Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008 – 2018, La Comisión Nacional de Energía de Guatemala – CNE, realizó el proceso de Licitación Pública Internacional PET-01-2009, cuyo objeto fue obtener el menor Canon Anual, por la prestación del Servicio de Transporte de Energía Eléctrica –STEE–, mediante la contratación, por parte del Oferente Adjudicado, del diseño, construcción, constitución de las Servidumbres, Supervisión, operación y mantenimiento de dichas Obras.

El Consorcio EEB- EDM fue adjudicatario de dicho proceso, para lo cual constituyó la firma Transportadora de Energía de Centroamérica S.A. – TRECSA, la cual está a cargo de la realización de los trabajos respectivos.

Como resultado de la adjudicación, se constituyó la empresa Transportadora de Energía de Centroamérica S.A. – TRECSA. El 22 de febrero de 2010 TRECSA firmó contrato con el MEM, el cual consta en la Escritura Pública número seis (6) autorizada por el notario Alfonso Novales Aguirre el veintidós (22) de febrero de 2010, según consta en los antecedentes de los estudios ambientales previamente aprobados de los diferentes lotes.

Para la ejecución de las actividades contempladas en la licitación correspondientes a las obras de los Lotes A y F; los cuales ha sido debidamente evaluados desde el punto de vista ambiental y social a través de instrumentos ambientales aprobados EIA-18-2011 y EIA-10-2011, aprobados a través de las resoluciones 933-2011/DIGARN/ECM/cmus y 2090-2011/ECM/arg, respectivamente. Así como las variantes a los trazos aprobados en los estudios antes mencionados, por medio de los EAls de los Lotes A (EAI-1008-2012) y (EAI-227-2012) con resolución 1259-2013/DIGARN/UCA/RMHH/cfo y 04562-2014/DIGARN/UCA/LRSV/camv/rllr, respectivamente.

Sin embargo, como resultado de los estudios de diseño de los lotes indicados y de la disponibilidad de los derechos de paso, se han desarrollado modificaciones y actualizaciones de algunos segmentos de la línea de transmisión original para ambos lotes, incluyendo modificación en la ubicación de algunas de las subestaciones de interconexión relacionadas a los mismos. De esa cuenta, en esta oportunidad el presente EIA se refiere a la ampliación de los instrumentos ambientales ya aprobados para los Lotes A y F, como la: ***Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto “PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F,***



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

ubicado en los municipios de Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas, Antigua Guatemala y Santa María de Jesús del Departamento de Sacatepéquez.

## **3.2 ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL**

Para la realización del EIA se consideró fundamentalmente los diferentes componentes derivados de la actualización de los segmentos mencionados de los Lotes A y F de 230 kV, así como de la subestación Las Cruces (230/69 kV, 150 MVA). Los trabajos a realizar son exactamente los mismos previstos en los EIA's originales y EAI's de modificación de cada lote, con las mismas características técnicas, de materiales, montaje y operación para toda la estructura. El presente EIA consideró la actualización de los segmentos en función de las variantes en las variables ambientales y sociales relacionadas a la línea base por el cambio de ubicación geográfica de dichos segmentos, principalmente para evaluar la potencialidad de ocurrencia de nuevos impactos que no estuvieran definidos en los instrumentos ambientales originales, a efecto de complementar las medidas de mitigación en los planes de gestión ambiental para el desarrollo de las obras del trazo original.

Para el desarrollo del presente Estudio de EIA, la evaluación de los impactos potenciales y la definición del manejo ambiental, se consideró una única alternativa, cuyo trazo ha sido seleccionado con base a criterios técnicos, ambientales, económicos y sociales, de acuerdo a las actividades ya previstas de construcción y operación del sistema de transmisión. Con base en la interacción de estas actividades y los escenarios ambientales y sociales identificados en el desarrollo de esta línea base, se identificaron los impactos ambientales y sociales que tienen la potencialidad de ocurrir a lo largo del desarrollo de esta actualización del proyecto.

Con base en los resultados obtenidos de la evaluación realizada, se concluyó que la actualización y modificación de trazo planteada para los dos segmentos indicados de los Lotes A y F, así como de la subestación Las Cruces el Proyecto es ambientalmente factible en el desarrollo de todas sus fases y que los impactos potenciales identificados pueden ser evitados y/o mitigados a través de la implementación del Plan de Gestión Ambiental propuesto para dicho efecto y que deberá integrarse a los planes aprobados en los instrumentos ambientales originales aprobados.

### **3.2.1 Objetivos y Alcances del Estudio**

Con relación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, los objetivos que se persiguen son los siguientes:



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

1. Dar cumplimiento al Decreto Ley No. 68-86, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente de la República de Guatemala.
2. Dar cumplimiento con el Reglamento 60-2015, Reglamento de Control, Evaluación y Seguimiento Ambiental, incluida la participación pública.
3. Cumplir con la participación pública como parte del proceso del EIA, en concordancia con el Plan de Participación Pública previamente desarrollado por los instrumentos ambientales previamente aprobados
4. Cumplir con Los Términos de Referencia para orientar el Proceso del desarrollo del EIA y de la Participación Pública emitidos por MARN; los cuales establecen los lineamientos requeridos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
5. Cumplir con la legislación vigente que regula el sub-sector eléctrico de Guatemala.
6. Cumplir con los requerimientos ambientales contractuales que TRECSA ha adquirido como parte de su contrato con el Estado de Guatemala, para el desarrollo del Proyecto PET-01-2009.
7. Garantizar el desarrollo de esta actualización como parte del Proyecto de transmisión y suministro de energía al SNI, en sus distintas fases, a través de la implementación del Plan de Gestión Ambiental apropiado, a fin de reducir los impactos potenciales inherentes a la misma.
8. Obtener información básica ambiental y social a través del levantamiento de la línea base para evaluar el entorno ambiental y social en el área de influencia de la actualización de los segmentos planteada en este EIA, así como identificar y cuantificar las consecuencias primarias y secundarias que puedan necesitar incorporarse a los planes de gestión ambiental de manera complementaria.
9. Obtener autorización para iniciar el desarrollo de la **actualización planteada de los segmentos de las líneas de transmisión eléctrica Las Cruces-Palestina del Lote A y Guate Sur-Las Cruces del Lote F, así como de la modificación de la ubicación de la subestación Las Cruces**, con fundamento en las especificaciones técnicas indicadas en este estudio y las medidas ambientales de protección asociadas.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

### **3.3 METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO DE EIA**

El EIA fue preparado de conformidad con los procedimientos para evaluaciones ambientales del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de Guatemala (*Reglamento 60-2015*), los Términos de Referencia definidos por la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales –DIGGARN– para Proyectos *Categoría A*, de acuerdo al Listado Taxativo correspondiente. Así como la “Guía de Términos de Referencia para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental para los Anillos Eléctricos del Plan de Expansión del Sistema de Transporte Sistema Eléctrico Guatemalteco”, PET. Sobre esta base, la metodología para el desarrollo del presente EIA comprendió:

- El desarrollo de los estudios de línea base para la determinación de las condiciones existentes en el entorno ambiental y social del área geográfica donde se plantea la actualización de los segmentos indicados y de la subestación Las Cruces, a efecto de:
  - Coadyuvar a la determinación de los impactos potenciales que pueden generarse a partir de la implementación de la actualización planteada.
  - Orientar el diseño con base en tales condiciones ambientales y sociales, y
  - Definir el plan de gestión ambiental complementario para el desarrollo del proyecto de actualización planteado.
- El desarrollo de un Plan de Participación Pública orientado a:
  - Obtener información primaria de carácter social, económico y cultural del área de influencia del área de la actualización planteada.
  - Identificar los grupos, comunidades y actores de interés que pudieran verse afectados potencialmente.
  - Promover la participación pública en el proceso de la evaluación del impacto ambiental, a efecto de conocer las inquietudes de la población sobre el proyecto de transmisión en la nueva ubicación del trazo y poder incluir tales inquietudes en el desarrollo del EIA y en la gestión ambiental y social que se defina.
  - Establecer los canales de comunicación entre los diferentes actores relacionados al Proyecto a efecto de establecer un proceso de socialización de beneficio mutuo.
- La identificación de impactos ambientales y sociales potenciales, a través de la aplicación de una matriz de interacción (componentes del Proyecto vs. componentes

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

ambientales y sociales), de acuerdo a la metodología descrita en el Capítulo XII de este informe; así como también, de la determinación de impactos y efectos acumulativos asociados al desarrollo del Proyecto, tomando en consideración las actividades pre-existentes en la zona; tal como actividad agrícola y ganadera, particularmente.

- La definición de los lineamientos para la implementación de un Plan de Gestión Ambiental que permita el desarrollo del Proyecto y la debida mitigación de los impactos potenciales definidos, así como el control ambiental requerido para verificar el desempeño ambiental del Proyecto, con base en los estándares de referencia y la socialización del Proyecto. Este PGA se describe en el Capítulo XIII de este reporte.

El presente estudio se integra de dos volúmenes con los contenidos siguientes:

- **Volumen I. Documento Principal.** Incluye el resumen ejecutivo e integra los capítulos de introducción, descripción de la actualización planteada, marco legal, línea base ambiental y social (incluido el proceso de participación pública), evaluación ambiental y social del Proyecto (definición y valoración de impactos potenciales), Plan de Gestión Ambiental y Social, conclusiones y recomendaciones.
- **Volumen II. Anexos.** Reúne la documentación legal requerida de la empresa proponente, de la empresa consultora, responsable del desarrollo del instrumento ambiental, la información técnica requerida del proyecto de modificación (planos), los reportes de laboratorio respectivos, el plan de participación pública y la documentación de su implementación.

## **IV. INFORMACIÓN GENERAL**

La Información General del Proyecto, requerida por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales se resume a continuación:

### **4.1 DOCUMENTACIÓN LEGAL**

#### **4.1.1 Entidad Responsable del Proyecto**

Transportadora de Energía de Centro América S.A. –TRECSA-

#### **4.1.2 Nombre del Representante Legal de la Entidad Responsable del Proyecto**

- HECTOR ORDUZ PRADA, Gerente General y Representante Legal
- Rodrigo Antonio Ronquillo Rivera, Jefe de Gestión Ambiental

#### **4.1.3 Actividad Principal de la Entidad Responsable del Proyecto**

De conformidad con el objeto establecido en la patente de comercio, la empresa posee puede hacer lo siguiente:

“Dedicarse a la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía incluido dentro de ella el gas y líquidos combustibles en todas sus formas siempre que las actividades se realicen por medio de empresas distintas; podrá también participar como socia o accionista en otras empresas de servicios públicos directamente o asociándose con otras personas o formando consorcio con ellas y otros que constan en la escritura social.”

#### **4.1.4 Dirección de la Entidad Responsable del Proyecto**

Blvd. Los Próceres 24-69, zona 10, Zona Pradera, Torre 5, Nivel 3.

#### **4.1.5 Teléfonos de la Entidad**

- Tel. 2312-3000



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

- Fax: 2261-7286
- Correo de contacto: rronquillo@trecca.com.gt
- Teléfono de Contacto: 4019-1782

#### **4.1.6 Identificación Comercial**

- Número de Identificación Tributaria –NIT- 6885010-7
- Inscripción de la Sociedad Transportadora de Energía de Centroamérica, S.A.: número de registro 86,250; Folio: 920 del Libro: 179 electrónico de sociedades mercantiles.
- Inscripción de la Empresa Mercantil TRECSA: Número de Registro: 542,329; Folio: 370 del Libro: 504 de empresas mercantiles.

La documentación legal del Proyecto, en el orden descrito en el listado de requisitos básicos para presentación del estudio de EIA ante el MARN, se adjunta en documentos Anexos de la siguiente forma:

Anexo No. 1: Carta de presentación del proyecto de actualización, firmada por el Representante legal de TRECSA y Declaración Jurada de la empresa proponente

Anexo No. 2: Documentación Legal de la Empresa Proponente

- 2.1. Fotocopia de la constancia del Número de identificación Tributaria (NIT) de la empresa promotora
- 2.2. Patentes y Registro Mercantil y de empresa
- 2.3. Representación Legal de la empresa
- 2.4. Documento de Identificación del Representante Legal
- 2.5. Contrato de Autorización de las Obras de Transmisión.

Anexo No. 3: Factura Original de Publicación del Aviso Público y el Original de la Publicación

Anexo No. 4: Documentación Legal de la Empresa Consultora

- 4.1. Declaración Jurada
- 4.2. Fotocopia autenticada de la Licencia Ambiental
- 4.3. Credenciales del Equipo Multidisciplinario (Especialistas)

Anexo No. 5: Documentación de Participación Pública

- 5.1. Plan de Participación Pública
- 5.2. Boletas de Encuestas



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

### 5.3. Informe de Participación Pública

Anexo No. 6: Planos Generales del Proyecto, firmados, timbrados y sellados

## 4.2 EQUIPO PROFESIONAL QUE ELABORÓ EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO

El EIA fue desarrollado por un equipo multidisciplinario de profesionales y técnicos calificados de GEOAMBIENTE, S.A., Servicios Integrales de Asesoría en Energía, Petróleo y Medio Ambiente, Licencia MARN No. 020-2015.

- Representante Legal y Gerente General de GEOAMBIENTE  
Ingeniero Raúl Edmundo Archila Serrano
- Dirección, Teléfono, Fax e E-mail:  
2da. Calle 23-80. Zona 15, Vista Hermosa II.  
Edificio Avante  
Oficina 801  
01010 Guatemala  
Teléfono: (502) 2200-3240  
Fax: (502) 2200-3232  
E-mail: [agpma@geoambientegua.com](mailto:agpma@geoambientegua.com)  
[www.geoambientegua.com](http://www.geoambientegua.com)

GEOAMBIENTE es una empresa guatemalteca de consultoría ambiental registrada en el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN, bajo el número 020-2015, habilitada para desarrollar instrumentos de evaluación, control y seguimiento ambiental.

Para el desarrollo del presente Estudio de Impacto Ambiental, la Dirección Técnica de GEOAMBIENTE, integró el siguiente grupo de especialistas profesionales y técnicos, cuyo nombre, especialidad, participación y asistencia técnica, se detalla a continuación:



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro IV-1 Equipo Profesional que participó en la elaboración del EIA

Nombre	Profesión	Participación y asistencia técnica en el EIA
Ruth Portillo	Ingeniera Industrial	Coordinadora de EIA e integración de EIA
Erwin Salazar	Antropólogo	Componente Socioeconómico, Cultural y PPP/EIS
René Ugarte	Arqueólogo	Coordinador componente Arqueología/EIS
Daunno Chew	Ingeniero Agrónomo	Coordinador componente Biótico/EIA con aspectos ecológicos y de uso del suelo / SIG
Maura L. Quezada Aguilar	Bióloga	Desarrollo del Componente biótico para fauna
Víctor Ortiz	Ing. Geólogo	Reconocimiento Geológico
Jorge Sánchez	Ingeniero Agrónomo-Ambiental	Coordinador Componente Físico y Coordinador de muestreo de campo de aire, agua, ruido, suelos/EIA.
Mireya Archila	Geóloga	Dirección Técnica de GEOAMBIENTE (control y aseguramiento de la calidad del EIA)

Fuente: Geoambiente, 2015

En el volumen de Anexos se incluyen las constancias respectivas de cada uno de los participantes en la elaboración del EIA, así como los documentos que respaldan y acreditan las operaciones de GEOAMBIENTE, empresa responsable del EIA.

## V. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 5.1 SÍNTESIS GENERAL DEL PROYECTO

En esta sección, se presenta la descripción del Proyecto para los propósitos del desarrollo del presente EIA como: ***"Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"***, ubicado en los municipios de Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas, Antigua Guatemala y Santa María de Jesús del Departamento de Sacatepéquez

La información consignada en esta sección representa los datos disponibles en este momento en relación con los diferentes componentes del Proyecto de transmisión de electricidad, de acuerdo con el estado de avance del diseño del mismo, la cual es suministrada directamente por TRECSA, y de los documentos generados por GEOAMBIENTE, para la elaboración de la evaluación ambiental.

A través de la presente descripción, se provee de la información relacionada a los diferentes componentes del Proyecto y a los impactos ambientales potenciales inherentes a ellos. Algunos de estos impactos potenciales ya han sido reconocidos en la etapa inicial del Proyecto y serán tomados en consideración en las etapas de trazo de la línea, diseño, planificación y desarrollo de las obras; por lo que, con ello, se asegura que el Proyecto se desarrolle responsablemente desde el punto de vista ambiental.

#### **Antecedentes**

Tomando en consideración que el Proyecto general responde a una ampliación del PET-01-2009 del Plan de Expansión del Sistema de Transporte (PET) 2008-2018. Este Proyecto general es una propuesta realizada por el Estado de Guatemala, basado en la necesidad de satisfacer las necesidades del Sistema Nacional Interconectado –SIN-, y en cumplimiento con las disposiciones legales del país, en el año 2011, se sometieron a al proceso de evaluación ambiental los diferentes componentes del proyecto (Lotes A,B,C,D,E y F), tendiendo como resultado la autorización ambiental respectiva para el diseño y construcción de infraestructura de transmisión eléctrica (líneas de transmisión), constitución de las Servidumbres, ampliación de infraestructura existente (algunas subestaciones) y la interconexión entre activos existentes con la nueva infraestructura; así como la operación y mantenimiento de dichas Obras.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto “PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F”*

La empresa promotora, resultado de un proceso de adjudicación del Estado es la empresa Transportadora de Energía de Centroamérica S.A. –TRECSEA-, quien como se indicó en el párrafo anterior sometió al proceso aprobatorio ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN- los Lotes A y F, refiriéndonos a éstos únicamente, como resultado de este proyecto puntual. Estos lotes en su momento fueron evaluados desde el punto de vista ambiental y social a través de instrumentos ambientales aprobados EIA-18-2011 y EIA-10-2011, aprobados a través de las resoluciones 933-2011/DIGARN/ECM/cmus y 2090-2011/ECM/arg, respectivamente.

Posteriormente a dichos procesos, y como resultado de los estudios de diseño de los lotes indicados y de la disponibilidad de derecho de vía, se han desarrollado modificaciones y actualizaciones de algunos segmentos del trazo original para ambos lotes, incluyendo modificación en la ubicación de algunas de las subestaciones de interconexión relacionadas a los mismos.

Por lo tanto, el presente EIA comprende la ***Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto “PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F”***, ubicado en los municipios de Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas, Antigua Guatemala y Santa María de Jesús del Departamento de Sacatepéquez, con base en los instrumentos aprobados de los Lotes A y F.

Como una ilustración, para verificar el área general de ubicación de cada uno de los Lotes que conforman el proyecto PET, se adjunta la imagen siguiente, en donde puede apreciarse los Lotes A y F, motivo del presente estudio.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto “PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F”*

Ilustración V-1 Plan de Expansión del Sistema de Transporte -PET-01-2009



Fuente: CNEE

### 5.1.1 Síntesis de obras a ejecutar para la Modificación Al EIA del Proyecto PET-01-2009, Lotes A y F

El proyecto de modificación, motivo de análisis incorpora los siguientes componentes:

- Una subestación nueva de 230 kV (Subestación Las Cruces)
- Cuatro líneas de transmisión eléctrica –LTE- (Longitud total de 18.24 km)

#### 5.1.1.1 Construcción de Subestación Nueva

La subestación Las Cruces se constituye como una Subestación Nueva de maniobras de 230 kV, que deberá equiparse con lo siguiente:

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- 
- Dos campos equipados de 230 kV para recibir la Línea de Transmisión Nueva de doble circuito Las Cruces - Palestina 230kV,
  - Dos campos equipados de 230 kV para recibir la Línea de Transmisión Nueva de doble circuito Las Cruces - Guate Oeste 230kV,
  - Cuatro campos de reserva de 230 kV, de los cuales, un campo será para la instalación de futura transformación, dos campos para recibir la Línea de Transmisión Nueva de doble circuito Guate Sur - Las Cruces 230 kV Y  
Un campo para recibir la Línea de Transmisión Nueva Las Cruces - Sololá 230 kV, ambas líneas pertenecientes al Lote F.
  - El área de terreno necesaria para incorporar dos campos adicionales de reserva 230 kV.
  - El área de terreno necesaria para incorporar en el futuro barras de 69kV y su respectivo acople, transformación y tres campos de reserva.

#### 5.1.1.2 Líneas de Transmisión

- Línea de Transmisión de doble circuito Las Cruces – Guate Oeste 230 kV: Esta Línea de Transmisión Nueva, interconectará la subestación nueva Las Cruces 230kV y la Subestación nueva Guate Oeste 230kV; su longitud es de 1.137 km en jurisdicción de Santo Domingo Xenacoj.
- Línea de transmisión de doble circuito Las Cruces – Palestina 230 kV: Esta Línea de Transmisión Nueva, interconectará la subestación nueva Las Cruces 230kV y la Subestación nueva Palestina 230kV en un doble circuito; su longitud es de 8.104 km en jurisdicción de: Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas y Antigua Guatemala.
- Línea de transmisión de doble circuito Guate Sur – Las Cruces 230 kV: Esta Línea de Transmisión Nueva, interconectará la subestación existente Guate Sur 230kV y la Subestación nueva Las Cruces 230kV en un doble circuito; su longitud es de 8.340 km en jurisdicción de: Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez y San Bartolomé Milpas Altas.
- Línea de transmisión de doble circuito Las Cruces – Sololá 230 kV: Esta Línea de Transmisión Nueva, interconectará la subestación nueva Las Cruces 230kV y la Subestación nueva Sololá 230kV en un circuito doble; su longitud es de 0.658 km en jurisdicción de Santo Domingo Xenacoj.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

### 5.1.2 Características de los componentes

Los parámetros electromecánicos de diseño de la Subestación Las Cruces, son los siguientes:

Cuadro V-1 Parámetros electromecánicos de diseño, Subestación Las Cruces

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Interruptor de potencia trifásico, extinción con SF6, 245 kV, I de apertura: 40 kA, SIL 1050 kV. Una cámara de extinción. Con mando Monopolar.	6
Seccionador tripolar tipo horizontal, 245 kV, 40 kA - 1s, SIL 1050 kV. Mecanismos de operación motorizado y manual.	12
Seccionador tripolar tipo horizontal con cuchilla de puesta a tierra, 245 kV, 40 kA - 1 s, SIL 1050 kV. Mecanismos de operación motorizado y manual.	4
Transformador de corriente 245 kV, 40 kA, cuatro (4) núcleos. SIL 1050 kV, 1A en el secundario.	12
Transformador de corriente (corte S en subestaciones de interruptor y medio) 245 kV, 40 kA, seis (6) núcleos 1 A secundario. SIL 1050 Kv.	6
Transformador de tensión 245 kV, tipo capacitivo, relación 230 kV/V3 /115/V3 CLO.2. SIL 1050 kV.	12
Transformador de tensión 245 kV, tipo inductivo, relación 230 kV/V3 /115/V3 CLO.2. SIL 1050 kV.	2
Pararrayos 230 KV	12

Fuente: TRECSA, 2015

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro V-2 Características Generales de las Estructuras y de las Líneas de transmisión Eléctrica

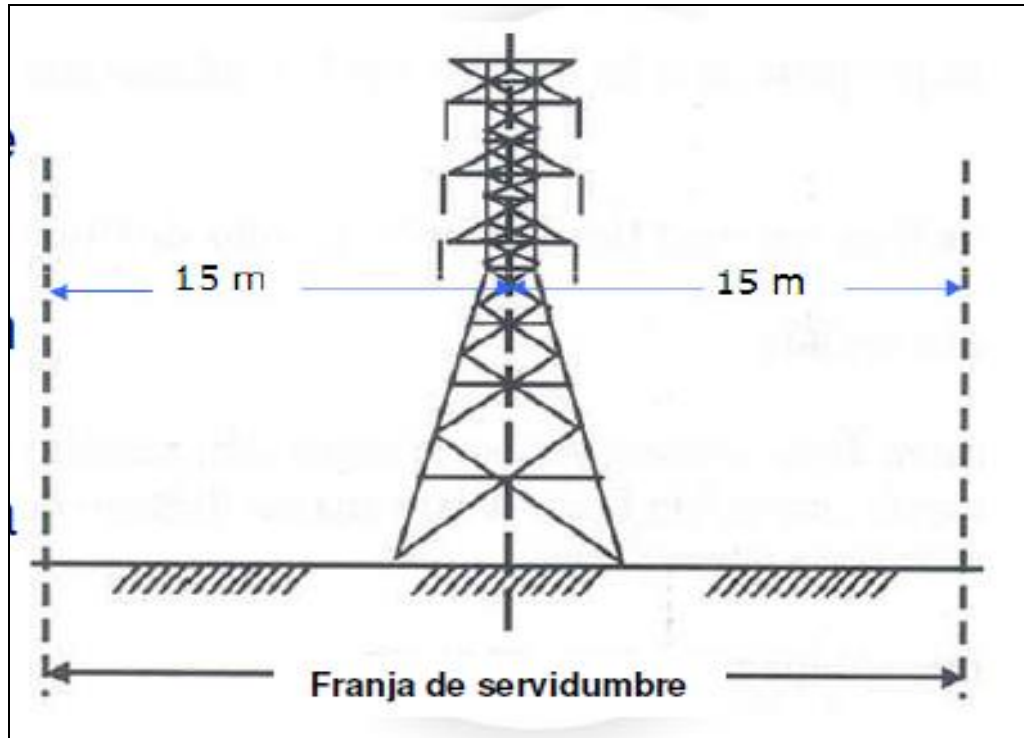
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Tensión nominal	P<230 kV
Frecuencia nominal	60 Hertz
Longitud aproximada	18.24 km
Derecho de vía (servidumbre)	30 m (15m de cada lado)
Superficie aproximada que ocupará	54.72 Ha.
Características del cable conductor	
Cables conductores de fase y cable de guarda	Conductor ACAR 500 KCM dos subconductores por fase (Haz) y Cable de guarda con fibra óptica OPGW (Optical Ground Wire)
	Cadenas de aisladores de vidrio que aíslan el cable que transporta la energía
Capacidad de conducción	1100 amperios
Características de las estructuras	
Tipo	Torres metálicas en celosía, postes de concreto, postes metálicos, torrecillas metálicas.
Altura	34-65 metros
Número aproximado de torres	49 torres
Distancia promedio entre torres	420 metros
Ancho de la base	12-15 m <sup>2</sup>
Cimentación o bases	Cimentaciones en pilas en concreto, cimentación zapata en concreto y cimentación anclada, cimentación en parrilla metálica (para cada sitio de torre se selecciona un tipo de cimentación de las que aquí se mencionan)

Fuente: TRECSA, 2015



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Ilustración V-2 Esquema general una torre metálica y su servidumbre



Fuente: TRECSA

## 5.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

La **Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"**, ubicado en los municipios de Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas, Antigua Guatemala y Santa María de Jesús del Departamento de Sacatepéquez. En el siguiente cuadro se muestra la ubicación del Proyecto (trazo de la SDP) o AP y el área de influencia del proyecto, AI.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro V2.1 Ubicación Geopolítica del Proyecto de Modificación

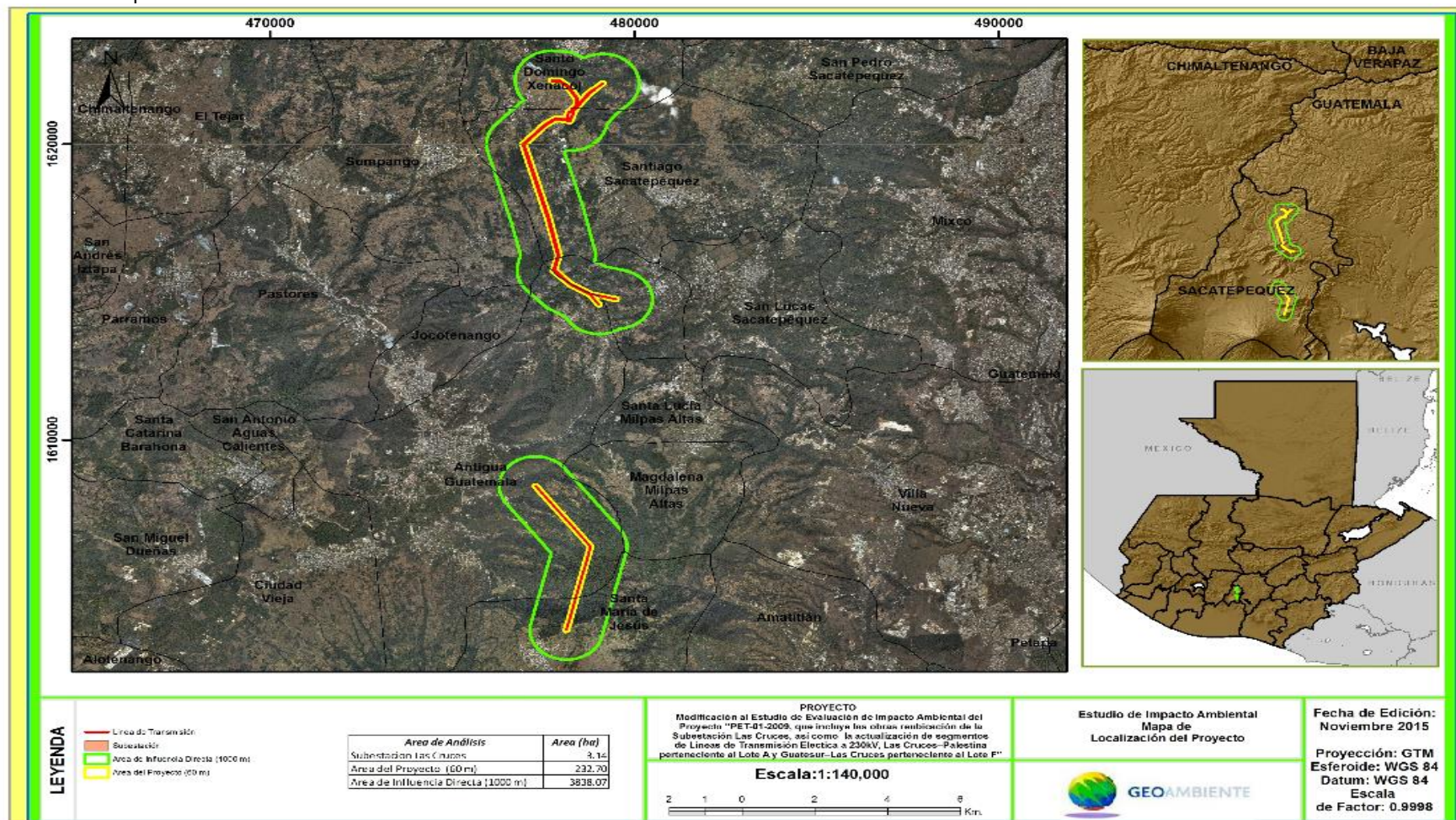
Municipios	Area de influencia del Proyecto (Ha)	Area de Proyecto/ Trazo de la SDP (Ha)
Antigua Guatemala	1230.36	67.69
Jocotenango	3.55	0.00
Sumpango	188.14	0.00
Santo Domingo Xenacoj	581.23	34.73
Santiago Sacatepéquez	1048.35	92.35
San Bartolomé Milpas Altas	354.94	23.97
Magdalena Milpas Altas	10.81	0.00
Santa María de Jesús	420.69	13.96
Área Total	3,838.07	232.70

Fuente: Elaboración propia, Geoambiente, 2015

El MAPA V-2 MAPA V-2 presenta la ubicación del trazo de la línea de transmisión (SDP) y del área de influencia en el departamento de Sacatepéquez; mientras que el MAPA V-3 muestra la división político administrativa de los municipios por donde se ha establecido la modificación del trazo de las líneas de transmisión eléctrica (SDP o área del proyecto), así como su respectiva área de influencia.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

MAPA V-1 Mapa de Localización

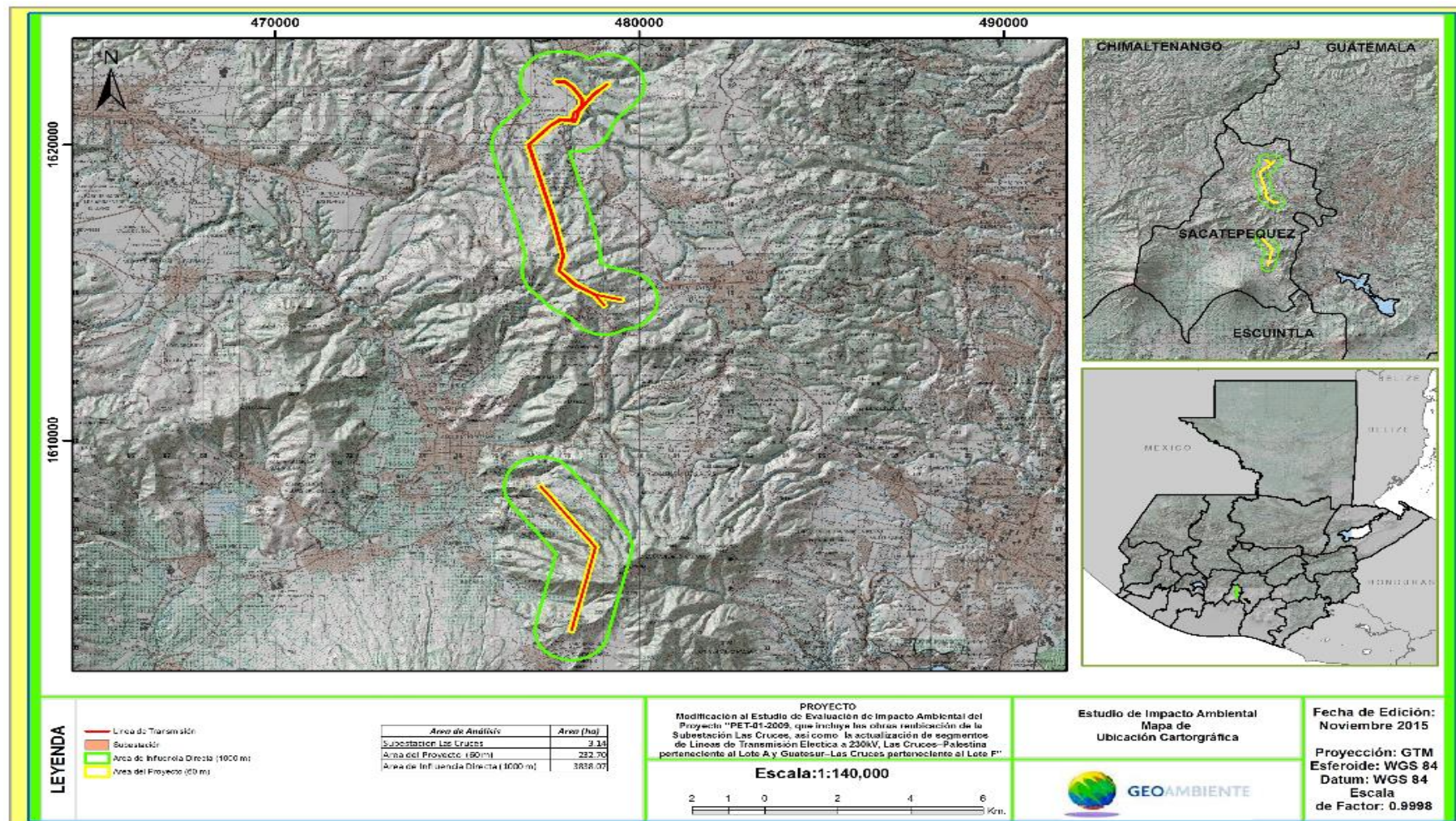


Fuente: IGN, elaboración Geoambiente, 2015



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

MAPA V-2 Ubicación del trazo de la línea de transmisión

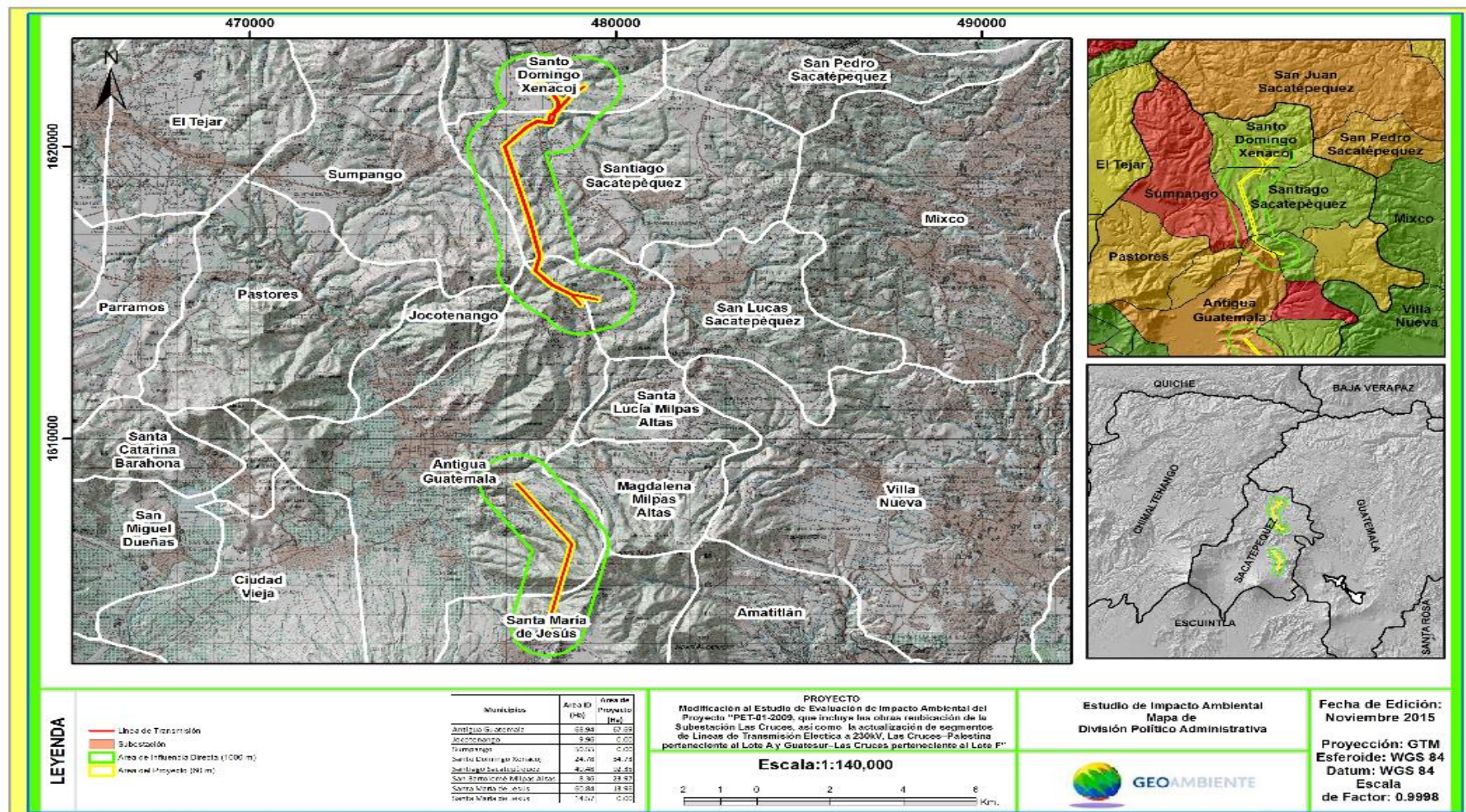


Fuente: IGN, Elaboración Geoambiente, 2015



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces-Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur-Las Cruces perteneciente al Lote F"*

MAPA V-3 División Político Administrativa- trazo de la línea de transmisión-



Fuente: IGN, Elaboración Geoambiente, 2015

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Debido a que el trazo de las líneas de transmisión es relativamente corto, todas se ubican dentro de la misma zona de vida, siendo ésta el Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), representada por su vegetación natural típica de rodales de *Quercus spp.* Véase Capítulo IX.

Los usos del suelo de la zona geográfica donde se localiza el trazo de cada una de las líneas de transmisión eléctrica, motivo de estudio. Los principales usos del suelo a lo largo de dicha zona donde se ubicará el trazo se relacionan a Agricultura anual, vegetación arbustiva baja (guamil-matorral), zonas boscosas y áreas urbanas, entre las más importantes.

### **5.2.1 Área de Influencia (AI) – Ambiental y Social-**

El Área de Influencia del proyecto está constituida por el área del proyecto (AP), el área de influencia directa (AID) y el área de influencia indirecta, AII. A continuación, se describen las mismas. En los Mapas V-1 al V-3, se muestra dicha delimitación.

#### **5.2.1.1. El Área de Proyecto (AP)**

El Área del Proyecto, corresponde a la porción de terreno afectada en si misma por las obras o actividades del Proyecto, es decir, 15 metros lado y lado del trazado de la línea y el área de subestaciones. Se amplía su descripción en la sección 5.5.

#### **5.2.1.2. Área de Influencia Directa (AID) –Ambiental y Social-**

El Área de Influencia consiste en los límites geográficos y geopolíticos que definen el área donde los impactos potenciales ambientales y sociales serán evaluados como parte del desarrollo del proceso de EIA; como límite se establece el área que se extiende 1,000 metros a cada lado del eje de la línea de transmisión y 1000 metros de radio medidos del centro del polígono del predio para la construcción de la subestación.

Para los propósitos del desarrollo del presente instrumento ambiental, se determinó el Área de Influencia Directa con base en los siguientes criterios de: Ubicación y extensión geográfica del área donde se desarrollará el Proyecto y sus características fisiográficas y ecológicas generales, así como las actividades e instalaciones que se desarrollarán como parte del Proyecto de acuerdo a su naturaleza (Servidumbre de paso de la línea de transmisión, construcción lineal, interacción con pobladores, entre otras).



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

#### 5.2.1.3 Área de Influencia Indirecta (All)

El área de influencia indirecta del Proyecto corresponde a porciones de terreno que están ubicadas más allá del área determinada para el AID, y que podrían verse afectadas cuando el impacto directo del Proyecto sobrepasa los límites establecidos.

Cuadro V-3 Área de Influencia Directa en Municipios del departamento de Sacatepéquez, y área de proyecto

Municipios	Área ID (Ha)	%	Área de Proyecto (Ha)	%
Antigua Guatemala	1230.36	32.06	67.69	29.09
Jocotenango	3.55	0.09	0.00	0.00
Sumpango	188.14	4.90	0.00	0.00
Santo Domingo Xenacoj	581.23	15.14	34.73	14.92
Santiago Sacatepéquez	1048.35	27.31	92.35	39.69
San Bartolomé Milpas Altas	354.94	9.25	23.97	10.30
Magdalena Milpas Altas	10.81	0.28	0.00	0.00
Santa María de Jesús	420.69	10.96	13.96	6.00
TOTAL	3838.07	100.00	232.70	100.00

Fuente: Geoambiente 2015

#### 5.2.1.4 Análisis General Área De Influencia Del Proyecto

El área de influencia del proyecto (AP) es el área de la Servidumbre de Paso (SDP) donde físicamente se ubicarán las líneas de transmisión. Esta AP se ubica en el departamento de Sacatepéquez, en los municipios de: Antigua Guatemala, Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas y Santa María de Jesús, respectivamente. El AP del proyecto abarca un total de 232.70 Ha.

El área de influencia del proyecto (AP, AID y All), incluye además de los municipios anteriormente mencionados a los siguientes: Sumpango y Jocotenango, El área AI ha sido estimada en un total de 3,838.07 Ha.

Según el mapa de zonas de vida MAPA VIII-6 (Ver Capítulo IX), el área corresponde al Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical, cuya vegetación natural típica está representada por los rodales de *Quercus spp.* De acuerdo con el uso actual del suelo, en el área de Influencia del Proyecto (AI) puede observarse que el 27.46% corresponde a agricultura anual, el 34.19% es zona boscosa, el 30.85% es vegetación arbustiva baja, es decir por guamiles y matorrales, y el 5.10% es área urbana, con menor porcentaje de cultivo de café (2.21%) y un 0.19 cultivos permanentes herbáceos. Estos datos pueden ser apreciados en el Cuadro V-4.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro V-4 Uso Actual del Suelo en Área de Influencia Directa del Proyecto

Uso Actual	Área de Influencia Directa (Ha)	%	Área del Proyecto (Ha)	%
Agricultura anual	1054.07	27.46	67.63	29.06
Café	84.76	2.21	10.94	4.70
Cultivos permanentes herbáceos	7.43	0.19	0.62	0.27
Urbano	195.68	5.10	0.00	0.00
Vegetación arbustiva baja (guamil-matorral)	1183.99	30.85	81.53	35.04
Zonas Boscosas	1312.15	34.19	71.98	30.93
<b>TOTAL</b>	<b>3838.07</b>	<b>100.00</b>	<b>232.70</b>	<b>100.00</b>

Fuente: IGN 2006, elaboración Geoambiente 2015

### 5.3 UBICACIÓN POLITICO ADMINISTRATIVA

La ubicación político administrativa del Proyecto PET-01-2009, Plan de Expansión de Transporte 2008-2018, respecto a la ***“Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto “PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F”***, ubicado en los municipios de Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas, Antigua Guatemala y Santa María de Jesús del Departamento de Sacatepéquez.

Los departamentos y municipios, por donde pasará la SDP se detallan a continuación y se aprecian en el Mapa V-3:

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro V-5 Ubicación Político-Administrativa los componentes del Proyecto

Línea/Subestación	Municipios	Departamento
Línea de transmisión de doble circuito Las Cruces – Guate Oeste 230 kV	- Santo Domingo Xenacoj	Sacatepéquez
Línea de transmisión de doble circuito Las Cruces – Palestina 230 kV	- Santo Domingo Xenacoj - Santiago Sacatepéquez - San Bartolomé Milpas Altas - Antigua Guatemala	
Línea de transmisión de doble circuito Guate Sur – Las Cruces 230 kV	- Santo Domingo Xenacoj - Santiago Sacatepéquez - San Bartolomé Milpas Altas	
Línea de transmisión de doble circuito Las Cruces – Sololá 230 kV	- Santo Domingo Xenacoj	
Subestación Las Cruces	- Santo Domingo Xenacoj	

Fuente: Geoambiente, 2015

## 5.4 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

Derivado de los Proyectos Anteriores propuestos por TRECSA (Lote A y Lote F) y debido a que algunos vecinos del área, se opusieron a la constitución de servidumbre y la construcción de la sub estación en Las Cruces, se optó por analizar alternativas que permitieran el avance del proyecto.

Durante la etapa de pre-diseño del Proyecto se establecieron procedimientos y criterios claros y específicos para seleccionar las rutas y definir los alineamientos para las líneas de transmisión del proyecto, así como también para la selección de los predios donde se construirán las subestaciones, los cuales fueron considerados como parte de dicha etapa.

### 5.4.1 Criterios Para la selección y definición de rutas en Líneas de Transmisión

Para la correcta selección de las rutas y definición de alineamientos de las Líneas de transmisión, se tomaron en cuenta trazos de referencia basados en los siguientes parámetros:

- Parámetros Sociales, Ambientales y Culturales (arqueológicos).
- Parámetros Electromecánicos.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

- c. Parámetros Topográficos, geológicos, geomorfológicos y Geotécnicos.
- d. Parámetros Técnico-Económicos.

Adicionalmente, la definición de los trazos también estuvo ligada con la selección de los lotes de las Subestaciones correspondientes.

#### **5.4.1.1 Parámetros Socio-Ambientales:**

Se refieren a los temas de "Aspectos Físicos, Bióticos y Sociales" realizados por medio de la Caracterización Socio–Económica y Biofísica del área de influencia de las diferentes Obras que forman parte del Proyecto.

Los trazos seleccionados fueron validados evitando, hasta donde fue posible, el pasar por zonas protegidas desde el punto de vista ambiental y arqueológico, verificando que se cumpliera con la reglamentación socio-ambiental vigente, separando y diferenciando las zonas en las cuales no se pueden hacer variaciones y las que son susceptibles de mejoras sin afectar la normatividad vigente.

#### **5.4.1.2 Parámetros Electromecánicos**

Para la selección de las rutas de las líneas se tuvieron en cuenta los siguientes Parámetros de diseño:

- Voltaje de las Líneas: 230 kV.
- No. De circuitos: 1 en disposición Vertical.
- Número de Cables de Guarda: 2
- Conductor: 2 Sub conductores ACAR 500 KCM por fase.
- Estructuras: Torres Metálicas en Celosía y Postes de concreto (metálicos).
- Extensiones de Patas: Intercambiables entre 3.00 m y 9.00 m.

#### **5.4.1.3 Parámetros Topográficos y Geotécnicos.**

Para la selección óptima del trazado de las líneas, desde el punto de vista topográfico y geotécnico, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Las mejores características topográficas y las zonas más estables desde el punto de vista geológico, geomorfológico y geotécnico, dentro de los corredores preseleccionados.
- Los vanos máximos, las pendientes transversales, la localización de estructuras y estabilidad de éstas.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- 
- El mejor aprovechamiento de la topografía sin sacrificar la accesibilidad a los sitios de las torres.

#### **5.4.1.4 Parámetros Técnico-Económicos**

Estos tienen que ver básicamente con los accesos a las líneas; el alejamiento, en lo posible, de los asentamientos humanos; las restricciones por electromagnetismo y radio interferencia; el paralelismo de las líneas; las restricciones impuestas por los aeropuertos y poliductos; los cruces con las líneas de energía y de comunicaciones; el costo de los predios; el costo de las afectaciones a cultivos y a viviendas; los costos de las servidumbres; las facilidades para construcción y mantenimiento y la menor longitud posible.

#### **5.4.2 Aspectos considerados durante la selección de la ruta:**

Durante el proceso de selección de ruta de las líneas se consideraron los siguientes aspectos:

##### **5.4.2.1 Puntos terminales y obligados:**

En la etapa de selección de las rutas se determinaron los sitios obligados para la ubicación de estructuras tales como los vértices que definen el cambio de dirección de los alineamientos. Igualmente se definieron los sitios en donde se debe colocar una estructura que asegure un alineamiento necesario para mejorar la ruta.

##### **5.4.2.2 Características de los alineamientos:**

Los alineamientos se plantearon rectos en la medida de lo posible, evitando con esto la creación de vértices que obliguen el paso por determinado punto. Se realizaron los ajustes necesarios evitando pasar por encima o muy cerca de construcciones existentes y previniendo que con alineamientos de gran longitud se produjeran o generaran intervenciones sobre zonas bajas, quebradas, ríos, vías etc.

##### **5.4.2.3 Aspectos topográficos y de accesos:**

Durante la selección de ruta se consideró el paso de las líneas por zonas apropiadas, procurando seleccionar zonas altas, evitando terrenos en donde se evidenciaron problemas de estabilidad con los cuales se pondría en riesgo la estabilidad de la infraestructura. Adicionalmente, se tuvo en cuenta la existencia de vías primarias o secundarias al igual que carreteras que contribuyan con el acceso a las líneas.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

#### **5.4.2.4 Aspectos geotécnicos:**

En campo se hará una inspección visual preliminar de los suelos presentes en las zonas por donde se emplazarán las líneas con el objeto de que se eviten problemas de estabilidad que pongan en riesgo la construcción de las mismas.

#### **5.4.2.5 Aspectos físicos:**

Se evitó el paso de las líneas cerca a aeropuertos o aeródromos, dejando una distancia apropiada para no tener interferencia con aeronaves. Igualmente, esto se consideró para los poliductos que se detectaron durante la etapa de la exploración de las rutas seleccionadas. En esta etapa se tuvo en cuenta que los vértices deben quedar alejados de cualquier ducto cuando la existencia de éstos es evidente.

Con respecto a las líneas eléctricas que se encuentren y que interfieran con las líneas en diseño, se estudiará el mejor sitio para la ubicación de las nuevas líneas, se alejarán lo suficiente de la existente para que no interfieran sus distancias mínimas permitidas entre líneas, en caso de que se tenga que cruzar alguna existente se procurará que esto ocurra en el sitio más favorable, teniendo en cuenta si se debe hacer por abajo si es una línea de mayor voltaje o por encima si es de menor voltaje. De ser del mismo voltaje, se estudiará el mejor sitio para definir si el cruce es más favorable por encima o por debajo.

#### **5.4.2.6 Cruces de ríos y lagunas:**

Se estudió previamente la mejor opción para realizar el cruce, buscando el sector en donde sea más angosto el río o la laguna. Luego se definió el alineamiento hacia atrás y hacia delante de los cruces. Con respecto al cruce con ríos, este se realizó de la forma más perpendicular posible para evitar vanos demasiado largos que dificulten los diseños y posterior construcción de las líneas.

#### **5.4.2.7 Cruce cerca a campos electromagnéticos y radio interferencia:**

Al igual que lo mencionado anteriormente, se evitó pasar cerca a estos campos en las zonas en donde sea evidente la existencia de éstos como lo son las antenas repetidoras de telecomunicaciones.

#### **5.4.2.8 Cruce por fuentes de materiales:**

Se evitó en lo posible el paso cerca de canteras o sitios de explotación del suelo, puesto que estos sitios son susceptibles de expansión.

#### **5.4.2.9 Viabilidad Ambiental:**

Durante el proceso de selección de ruta también se tuvo en cuenta la existencia o presencia de los siguientes aspectos para lo cual se contó con el apoyo permanente de una empresa especializada en el tema:

- Monumentos Arqueológicos
- Reservas Forestales

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

- Áreas protegidas Nacionales
- Reservas Naturales Privadas
- Áreas de expansión urbana

#### 5.4.3 Descripción de la alternativa seleccionada

Se analizaron una serie de alternativas que en mayor medida pretendían reducir la afectación de sitios arqueológicos, áreas protegidas y centros poblados, buscando la aceptación social del trazo.

La longitud de las variantes a la LT es de aproximadamente 21.3047 km y tendrá una servidumbre de paso de 30 m (15 m para cada lado del eje de la línea). Esto implica que el AP equivale a 0.6391 km<sup>2</sup>, dentro de los cuales se construirán las líneas de transmisión, conformadas por aproximadamente 2.4 torres por kilómetro. En total se estima que se podrían llegar a construir 51 torres de hasta 65 m de alto.

Las modificaciones a los trazos se realizaron previa viabilización social de los mismos, lo que implicó una serie de actividades como visitas, entrevistas, reuniones informativas, recorridos con autoridades municipales, teniendo una buena aceptación por parte de las autoridades y los propietarios privados.

#### 5.4.4 Criterios para la selección de terrenos para subestaciones:

Los terrenos que se determinaron para la para la construcción de las nuevas subestaciones y las ampliaciones de las ya existentes, cuentan con un aspecto fundamental que es la coherencia con la urbanización a ser desarrollada.

Los costos que se puedan derivar para la construcción de las obras civiles de las subestaciones serán los correspondientes a una solución técnica adecuada. La ubicación geográfica está definida por los requerimientos del sistema eléctrico, pero la localización final depende fundamentalmente de la disponibilidad de terrenos aptos, facilidades de acceso, las posibles rutas de las líneas de transmisión y las limitaciones ambientales.

La selección apta del terreno depende fundamentalmente de la disponibilidad del espacio requerido, son ideales terrenos de baja pendiente, facilidades de acceso y estabilidad geotécnica. Deben evitarse predios con amenazas de inundación, pendientes fuertes y condiciones geotécnicas desfavorables o amenazantes, ya que las medidas remediales para estos aspectos, no siempre solucionan en forma definitiva y duradera estos problemas.

#### 5.4.5 Aspectos favorables y desfavorables para un terreno en el momento de su selección

#### **5.4.6.1 Favorables**

- Topografía muy suave. Es preferible un terreno con pendiente ligera (2 al 5%) que uno plano con eventuales problemas de drenaje e inundación. En términos generales pendientes mayores del 5% al 15% comienzan a generar costosas adecuaciones.
- Disponibilidad amplia para las áreas requeridas.
- Retiros adecuados de ríos, lagos, acantilados, oleoductos, gasoductos, vías principales y zonas urbanas.
- Suelos firmes.
- Servicios de acueducto, comunicaciones y energía para servicios auxiliares y durante construcción.
- Facilidad de acceso para las líneas de transmisión que se conectarán a la subestación.
- Zonas libres de contaminación por gases, abonos, sales, carbón, quemas, ácidos, polvo, ceniza entre otros.
- Cercanía con fuentes y canteras de material para construcción.

#### **5.4.4.2 Desfavorables**

- Topografías con pendientes fuertes.
- Amenazas geotécnicas (inestabilidades potenciales, aguas freáticas, zonas kársticas, sumideros, suelos con potencial de licuefacción, etc.).
- Amenazas hidrológicas (inundaciones, avalanchas, flujos de lodo).
- Amenazas sísmicas (fallas activas muy cercanas).
- Suelos muy blandos o muy duros (roca o bolas de roca).
- Suelos expansivos.
- Contaminación industrial.
- Aeropuertos cercanos.
- Áreas protegidas cercanas.
- Propietarios múltiples.

#### **5.4.7 Caracterización de las áreas seleccionadas**

Una vez seleccionado el sitio de la subestación se procede a realizar una visita de reconocimiento, en compañía del personal encargado de los estudios geotécnicos y de topografía, que permita establecer:

- Descripción general del predio (marco geográfico, político, etc.).
- Facilidades de acceso, adecuación y posibles zonas de botaderos.
- Retiros a drenajes y vías (área útil).
- Coberturas vegetales en el predio y las inmediaciones (restricciones para acceso de líneas).
- Altura sobre el nivel del mar.
- Registro fotográfico del sitio seleccionado.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- 
- Drenajes de aguas lluvias.
  - Disponibilidad para servicios de energía de construcción y alimentación de servicios auxiliares.
  - Disponibilidad de servicios de agua potable y desagüe.
  - Disponibilidad de servicio telefónico.
  - Empresas de servicios públicos y de control ambiental con jurisdicción sobre el sitio.
  - Reglamentos legales, requisitos de planeación municipal o departamental.

#### 5.4.8 Descripción de terrenos seleccionados para la subestación nueva

Fueron tomados en cuenta todos los criterios antes descritos dando como resultado la ubicación idónea del terreno en el cual se desarrollará la subestación Las Cruces. Se cumplieron todos los requerimientos favorables, como lo son: una topografía con una pendiente muy leve, facilidad de acceso, disponibilidad amplia para las áreas requeridas, entre otras.

Vale la pena resaltar que se evaluaron tres (3) alternativas de sitios para la subestación Las Cruces.

- *La alternativa uno (1)* reunía las siguientes características a favor:
  - Identificación total de los propietarios y poseedores de los terrenos,
  - Levantamiento topográfico y estudio de suelos realizado

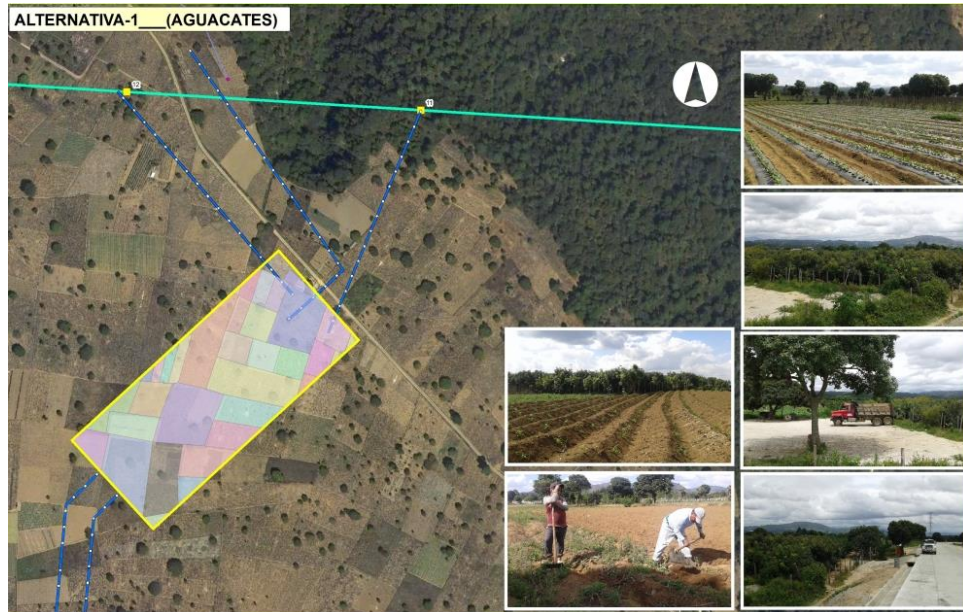
Se conocen pretensiones económicas.

Los factores en contra que presentaba esta opción se describen a continuación:

- Sobrevalorización de precios de venta sobre predios involucrados
- Altas expectativas de venta por parte de propietario con siembra de aguacates
- Necesidad de adquisición de nuevos derechos de paso para conexión de líneas
- Propietarios organizados con el fin de poder alcanzar el máximo beneficio económico en la negociación.
- Se debe de negociar 1.2 km. de Derechos de Paso con alta densidad predial.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Fotografía V-1 Alternativa 1



Fuente: TRECSA, 2015

Obsérvese en la imagen anterior, la cantidad de propiedades ubicadas (diferentes propietarios) en el terreno seleccionado, así como la actividad agrícola existente.

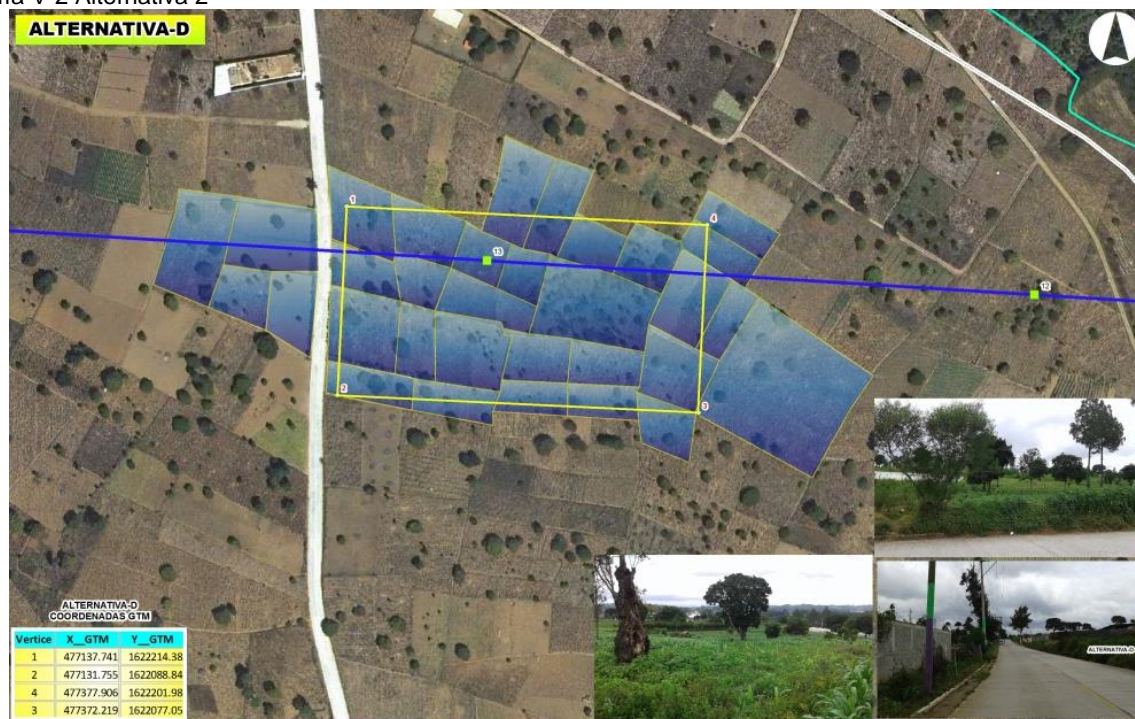
- La alternativa dos (2) presenta los siguientes factores a favor:
  - Identificación total de los propietarios y poseedores
  - Estudio de suelo de torre existente en el predio por Derecho de Paso
  - Pretensiones económicas acorde a los valores de venta del sector

Los factores poco favorables de esta alternativa son los siguientes:

- Limitación por ancho de la calle principal de acceso , la cual limita la utilización del derecho de vía, creando la necesidad de la adquisición de nuevos Derechos de Paso
- Pérdida del derecho de Paso pagado sobre 14 predios sobre los cuales deberá pagarse la compra total de los mismos.
- Se debe de negociar 1.2 km. de derechos de paso con alta densidad predial.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Fotografía V-2 Alternativa 2



Fuente: TRECSA, 2015

- Finalmente se evaluó la *alternativa número tres (3)* en la finca Cruz de Piedra la cual presenta los siguientes aspectos favorables:
  - Un solo propietario para negociación
  - Minimización de tiempo y costos de gestión de negociación compra y legalización de la tierra
  - Se puede negociar 1.2 Km. de Derecho de Paso con un solo Propietario.
  - Se evitará la negociación de 1.3 km de Derechos de Paso con alta densidad predial en líneas de doble eje por la variante Santiago.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Fotografía V-3 Alternativa 3



Fuente: TRECSA, 2015

En la imagen anterior, puede observarse en la parte de abajo, la alternativa 3, sin embargo también pueden apreciarse las dos primeras alternativas evaluadas.

## 5.5 ÁREA DEL PROYECTO

Con base en los datos de la alternativa seleccionada, la actualización de los trazos comprenderá una longitud de 18.24 Km y una servidumbre de paso de 30 metros (15m cada lado) para cada segmento; lo cual conforma un área total del Proyecto de LT de 232.70 Ha. En el caso de la Subestación Las Cruces, esta tendrá un área de 3.14 Ha. El cuadro siguiente resume los datos indicados.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro V-5 Longitud de tramos de Líneas de Transmisión

Línea/Subestación	Longitud (km)
Línea de transmisión de doble circuito Las Cruces – Guate Oeste 230 kV	1.137
Línea de transmisión de doble circuito Las Cruces – Palestina 230 kV	8.104
Línea de transmisión de doble circuito Guate Sur – Las Cruces 230 kV	8.340
Línea de transmisión de doble circuito Las Cruces – Sololá 230 kV	0.658
<b>TOTAL</b>	<b>18.24</b>

Fuente: TRECSA, 2015

Cuadro V-6 Área de Proyecto

Área de Análisis	Área (ha)
Subestación Las -Cruces	3.14
Área de proyecto (60m)	232.70
Área de Influencia Directa -AID- (1000m)	3838.07

Fuente: Geoambiente con información de TRECSA

Las coordenadas establecidas (dadas en Coordenadas WGS 84 z. 15) para remarcar el área de Proyecto se listan a continuación:

Cuadro V-7 Coordenadas de Torres en Finca Carmona

Línea	Torres	X	Y	LATITUD	LONGITUD
A3 LAS CRUCES-PALESTINA	36NA	477283.33	1608453.42	14° 32' 45.880" N	90° 42' 38.960" W
A3 LAS CRUCES-PALESTINA	37AN	477541.12	1608107.36	14° 32' 34.626" N	90° 42' 30.337" W
A3 LAS CRUCES-PALESTINA	40AN	478257.48	1607132.75	14° 32' 2.930" N	90° 42' 6.375" W
A3 LAS CRUCES-PALESTINA	41AN	478569.87	1606707.16	14° 31' 49.089" N	90° 41' 55.927" W
A3 LAS CRUCES-PALESTINA	42AN	478793	1606399	14° 31' 39.067" N	90° 41' 48.464" W
A3 LAS CRUCES-PALESTINA	43AN	478681.18	1605922.62	14° 31' 23.561" N	90° 41' 52.185" W
A3 LAS CRUCES-PALESTINA	45AN	478208.69	1603909.67	14° 30' 18.040" N	90° 42' 7.910" W
A3 LAS CRUCES-PALESTINA	46NA	478131.653	1603581.49	14° 30' 7.358" N	90° 42' 10.474" W
A3 LAS CRUCES-PALESTINA	44AN	478533.51	1605293.51	14° 31' 3.083" N	90° 41' 57.100" W
A3 LAS CRUCES-PALESTINA	38AN	477868.89	1607661.59	14° 32' 20.129" N	90° 42' 19.373" W
A3 LAS CRUCES-PALESTINA	39AN	478106.01	1607339.1	14° 32' 9.641" N	90° 42' 11.442" W

Fuente: TRECSA, 2015

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro V-8 Coordenadas de Torres Las Cruces-Palestina

Torre	X	Y
1	478194.938	1620838.29
2	477831.268	1620881.24
3	477550.5	1620683.14
4	477266.104	1620371.46
5	476935.914	1620009.6
6	477021.495	1619696.39
7	477112.297	1619364.07
8	477175.51	1619132.72
9	477336.044	1618545.2
10	477475.74	1618033.94
11	477612.537	1617533.76
12	477706.93	1617106.64
13	477851.821	1616451.01
14	477896.218	1616250.11
15	477776.012	1615748.99
16	478067.328	1615434
17	478219	1615270
18	478614.853	1615025.34
19	478785.875	1614919.63
T-23	479022.429	1614592.55

Fuente: TRECSA

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro V-9 Torres Guate Sur – Las Cruces

Torre	X	Y
T-45N	479489.572	1614765.87
46N	479085.6	1614870.08
47N	478806.7	1614942.03
48N	478599.763	1615069.93
49N	478238.249	1615293.37
50N	478081.542	1615462.81
51N	477808.925	1615757.58
52N	477859.334	1615965.53
53N	477927.003	1616249.83
54N	477874.481	1616487.49
55N	477732.296	1617130.88
56N	477641.671	1617540.96
57N	477498.698	1618063.92
58N	477368.033	1618542.13
59N	477209.239	1619123.28
60N	477120.609	1619447.65
61N	477055.115	1619687.35
62N	476969.245	1620001.62
63N	477289.193	1620352.26
64N	477570.461	1620660.51
65N	477839.168	1620850.1
66N	478077.954	1620821.9
67N	478220.046	1620805.11

Fuente: TRECSA

Cuadro V-10 Coordenadas Subestación Las Cruces 230 kV

	Coordenadas WGS 84 z. 15	
Vértice, eje Central	X	Y
LOTE SUB ESTACIÓN	477805.05	1621868.71

Fuente: TRECSA



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

## 5.6 ACTIVIDADES A REALIZAR EN CADA FASE DE DESARROLLO DEL PROYECTO Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN

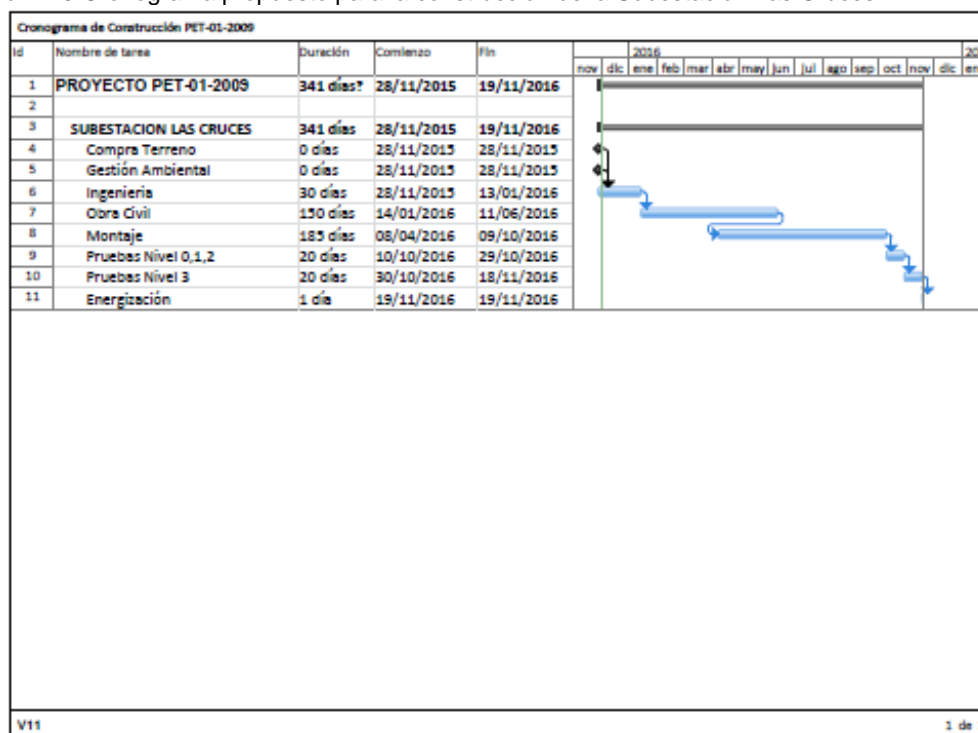
De acuerdo con el cronograma de actividades propuesto por TRECSEA (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). La fase de construcción tendrá una duración de aproximadamente 12 meses, contados a partir de finales del último trimestre del año 2015 hasta el tercer trimestre del 2016.

El inicio de actividades de construcción ha sido planificado para la Construcción de la Subestación Las cruces, con una duración aproximadamente de 12 meses en total. En el caso de las líneas de transmisión, estas han sido planificadas así: LTE Las Cruces-Palestina en un período de 7 meses aproximadamente e igual período para la LTE Guate Sur-Las Cruces.

De acuerdo con esta planificación se espera que los trabajos de construcción, sean desarrollados principalmente en el año 2016, para dar inicio a operaciones en el año 2017.

El cronograma para la puesta en marcha de las actividades indicadas, y cada una de las actividades necesarias para la ejecución del Proyecto, es el siguiente:

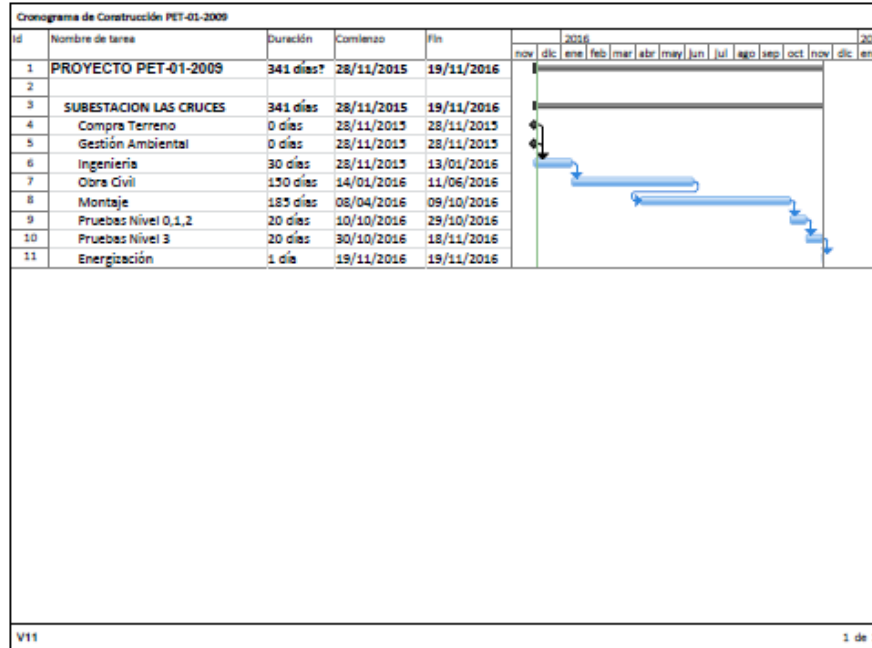
Ilustración V-3 Cronograma propuesto para la construcción de la Subestación Las Cruces



Fuente: TRECSEA, 2015

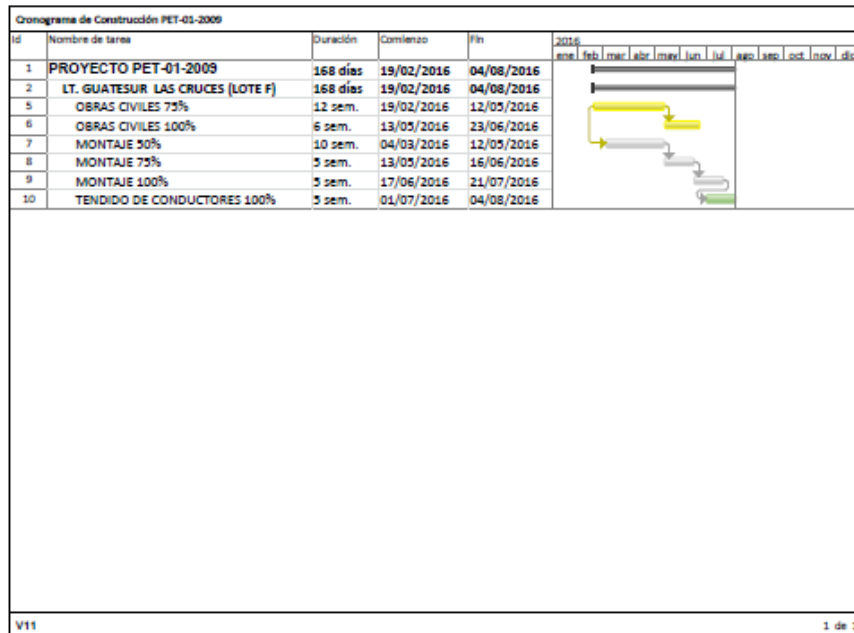
*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Ilustración V-4 Cronograma Propuesto para la construcción de la Línea de Transmisión Las Cruces - Palestina



Fuente: TRECSA, 2015

Ilustración V-5 Cronograma Propuesto para la construcción de la Línea de Transmisión Guate Sur – Las Cruces



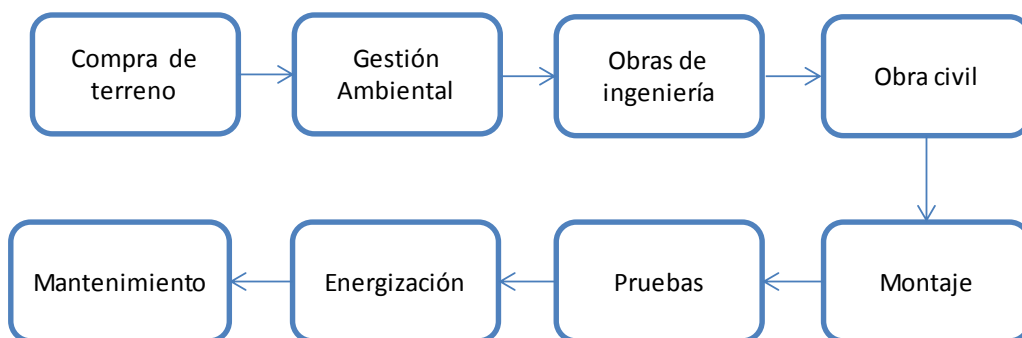
Fuente: TRECSA

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

### 5.6.1 Flujograma de Actividades

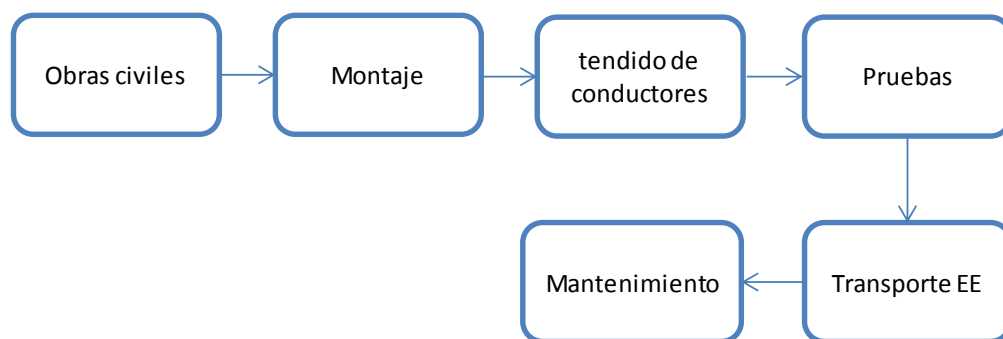
Las actividades descritas anteriormente en las etapas de construcción y operación, se presentan de forma gráfica en un flujograma de las mismas:

Ilustración V-6 Flujograma de actividades para la Construcción de la Subestación Las Cruces



Fuente: TRECSA, Elaboración Geoambiente, 2015

Ilustración V-7 Flujograma de actividades para Líneas de Transmisión



Fuente: TRECSA, Elaboración Geoambiente, 2015

Las actividades necesarias para el desarrollo del Proyecto, en sus diferentes fases: pre diseño, diseño y pre construcción, construcción, operación, repotenciación y abandono, tanto para líneas de transmisión como en subestaciones se listan de forma general a continuación.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

#### 5.6.1.1 Actividades a realizar en líneas de transmisión

Cuadro V-11 Actividades necesarias en cada etapa del Proyecto de LT

ETAPA	ACTIVIDAD GENERAL	ACTIVIDAD ESPECIFICA
Pre diseño	Planeación y estudios preliminares	
Diseño	Selección de ruta, trazado y replanteo	
	Adquisición de servidumbre	
	Elaboración Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental – Obtención Licencia ambiental del Proyecto	
	Elaboración estudio de cambio de Uso de la Tierra – Obtención aprobación del estudio	
Construcción	Construcción de obras civiles	Organización laboral
		Adecuación de instalaciones provisionales y de Almacenamiento de materiales
		Replanteo de construcción
		Adecuación de accesos para carros, mulas, helicópteros
		Adecuación de sitios de torre (remoción vegetal, descapote, explanación y excavación)
		Cimentación, relleno y compactación
	Montaje	Transporte y montaje de torres
		Despeje de servidumbre, patios o estaciones de tendido; e izado del conductor
Operación	Transporte de energía	Pruebas
	Mantenimiento	Mantenimiento electromecánico
		Control de estabilidad de sitios de torre
Repotenciación	Desmante y reemplazo del conductor, Ampliación corredor, Montaje de torre	
	Modificación del Proyecto existente	
Desmantelamiento o abandono	En el remoto caso de una fase o etapa de abandono, previa evaluación de la relación costo-	

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

	<p>beneficio, se contemplarán las siguientes actividades generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desinstalación de conductores</li> <li>• Desarmado de torres y transporte de materiales de la Línea de Transmisión de Energía (LTE)</li> <li>• Demolición de cimientos, puesta a tierra y estructuras de superficie de la LTE"</li> </ul> <p>Descripción de las actividades en Subestaciones nuevas: Desmante y retirado de equipos.</p>	
--	---	--

Fuente: TRECSA

#### 5.6.1.2 Actividades a realizar en Subestaciones

Cuadro V-12 Actividades a realizar por etapas en Subestaciones

ETAPA	ACTIVIDAD GENERAL	ACTIVIDAD ESPECIFICA
Pre diseño	Planeación y estudios preliminares	
Diseño y pre construcción	Diseño Civil y electromecánico	
	Adquisición de predio	
Construcción	Construcción de obras civiles	Organización laboral
		Adecuación de instalaciones provisionales y de Almacenamiento de materiales
		Construcción y Adecuación de accesos
		Adecuación de terreno (remoción vegetal, descapote, explanación y excavación)
		Fundación de equipos, edificaciones, obras de infraestructura
		Montaje de estructuras mecánicas, equipo electromecánico y cableado
Operación	Transformación y/o regulación de energía	
	Mantenimiento	Mantenimiento electromecánico
		Mantenimiento de estabilidad de obras civiles
		Mantenimiento de zonas verdes
Ampliación y/o modificación de Proyecto existente	Adecuación de terreno previamente adecuado	
	Adecuación de terreno no adecuado previamente	
Desmantelamiento o	En el remoto caso que se diera un	

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

ETAPA	ACTIVIDAD GENERAL	ACTIVIDAD ESPECIFICA
abandono	abandono, se contemplarían las siguientes actividades: - Desmante del equipo electromecánico - Demolición de obras civiles Clasificación, empaque y transporte de equipos y materiales	

Fuente: TRECSA

## 5.6.2 Fase de construcción

### 5.6.2.1 Infraestructura necesaria en fase de construcción

Se contará con instalaciones provisionales, en puntos estratégicos que permita almacenar los materiales a utilizar.

Las edificaciones necesarias a ser construidas son:

- Subestación Las Cruces
- Líneas de transmisión

### 5.6.2.2 Equipo y Maquinaria a utilizar

A continuación, en el Cuadro V-13 se incluye el listado del equipo y maquinaria promedio que se tiene contemplado utilizar durante la fase de construcción. Esta maquinaria se distribuye en 3 frentes del Proyecto, con el fin de agilizar la construcción de las líneas y subestaciones eléctricas.

Cuadro V-13 Equipo y Maquinaria a Utilizar en la etapa de construcción

Actividad	Equipo	Dimensional	Cantidad
Obra Civil	Mezcladora 1 ½ sacos	Unidad	1
	Vibro Compactadora	Unidad	2
	Retroexcavadora3	Unidad	1
	Palas	Unidad	8
	Formaletas Metálicas	Juego para una Pata	8
	Canguros4	Unidad	1
Montajes	Poleas Desviantes	Unidad	4

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto “PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F”*

Actividad	Equipo	Dimensional	Cantidad
	Nylon de 13 mm	Global (150 m)	3
	Malacate Tipo U5	Unidad	1
	Pluma Flotante	Unidad	1
<b>Tendido</b>	Freno	Unidad	1
	Malacate	Unidad	1
	Nylon de 19 mm	Km	8
	Pescante de 13 mm	Km	14
	Rayas	Unidad	2
	Poleas	Unidad	300
	Poleas Desviantes	Unidad	8
	Malacate U6	Unidad	2

Fuente: TRECSA

#### 5.6.2.3 Movilización de transporte y frecuencia

La maquinaria indicada en el numeral anterior tendrá utilización durante la fase de preparación del terreno, construcción e instalación y montaje de las torres de la Línea de Transmisión y subestaciones, en horarios diurnos, durante los períodos de trabajo por secciones de la línea. Se contratará guardianía local para el cuidado de los equipos.

Se prevé que como máximo en el pico de trabajo se harán viajes de transporte diarios a los diferentes frentes de trabajo, haciendo uso de los equipos y maquinaria necesarios para el desarrollo de las actividades.

Los suministros, equipos y materiales se transportarán por las carreteras que permiten el acceso, siendo las rutas existentes las siguientes:



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro V-14 Rutas de Movilización de Maquinaria, Equipo y Materiales

Rutas de movilización	Tipo de carga	Descripción	Frecuencia de movilización (día-hora)
Ruta Centroamericana 1	- Equipo maquinaria - Vehículos livianos	y Carretera pavimentada dos o más vías	8hr día/ 6 meses
Carretera Departamental 8	- Equipo maquinaria - Vehículos livianos	y No pavimentado una vía	
Carretera Nacional 1	- Equipo maquinaria - Vehículos livianos	y Carretera pavimentada, pero en un trecho es de terracería	
Departamental 1	- Equipo maquinaria - Vehículos livianos	y Carretera no pavimentada una o más vías	

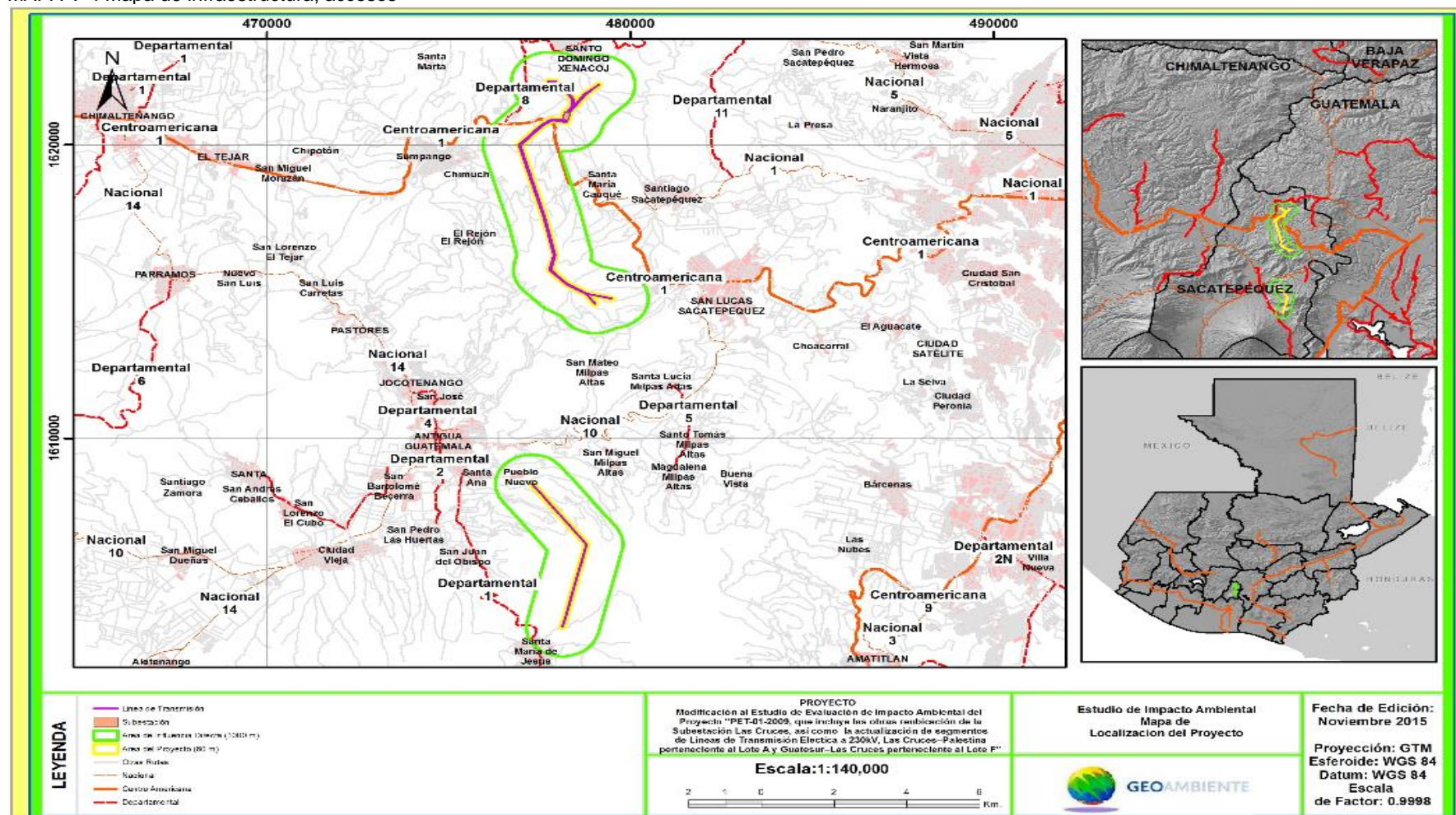
Fuente: Geoambiente, 2015

Los siguientes Mapas muestran la infraestructura vial y accesos existentes en el área de proyecto, donde pueden apreciarse carreteras y accesos pavimentados y no pavimentados, así como los senderos existentes a lo largo del sitio propuesto para el proyecto.

El MAPA V-4 muestra los Accesos existentes hacia el sitio de proyecto, mientras que el MAPA V-5 muestra las el uso actual de las vías de acceso y su ubicación con respecto del área de proyecto (Área de influencia Directa).

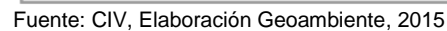
*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

MAPA V-4 Mapa de infraestructura, accesos



Fuente: CIV, Elaboración Geoambiente, 2015

### MAPA V-5 Vías de Acceso, Movilización, Transporte de Equipo y Maquinaria





### 5.6.3 Fase de operación

En operación se hará uso de la infraestructura instalada en la fase de construcción.

#### 5.6.3.1 Infraestructura a desarrollar

Durante la etapa de operación no se prevé desarrollar infraestructura adicional a la construida, exceptuando la ejecución de variantes a las líneas de transmisión originadas por eventos externos.

#### 5.6.3.2 Equipo y maquinaria a utilizar fase de operación

La infraestructura creada en la fase de construcción de subestación y líneas de transmisión, será la base para la fase de operación.

Por otro lado, como norma general se efectúan como mínimo tres revisiones rutinarias o de mantenimiento preventivo por año. En estas revisiones se recorre a pie todo el trazado de la línea. El equipo normal utilizado en estas reparaciones habituales consiste en un vehículo todo terreno, y las herramientas propias del trabajo, no siendo necesaria la utilización de maquinaria pesada.

Cuadro V-15 Equipo y maquinaria utilizada para el mantenimiento de las LTE, durante la fase de operación

Componente	Equipo/maquinaria	Cantidad	Frecuencia de uso
Líneas de transmisión	Vehículos de doble transmisión	5	3-5 veces/año (recorrido a lo largo de las LTE)
Subestaciones	Vehículos de doble transmisión	5	Mensual

Fuente: TRECSA

#### 5.6.3.3 Flujo vehicular y frecuencia de movilización esperada

- Línea de Transmisión

En el caso de la línea de transmisión, el flujo vehicular derivará principalmente de las tareas de mantenimiento de la servidumbre de paso (chapeo) y de las rutinas de revisión de la instalación. En este aspecto, se prevé que el flujo vehicular sea mínimo por la espaciada periodicidad en la que se desarrollan tales trabajos.

Las actividades de chapeo de la línea de transmisión se prevé que se realice por lo menos una vez al año, antes de que inicie la época de lluvia. Para el desarrollo de esta actividad, se integrará una cuadrilla de trabajadores, quienes serán los encargados de dichas actividades. Se ingresará a las áreas por los accesos utilizados durante la construcción.

Adicionalmente, se programará tres veces al año, una inspección visual a las estructuras e instalación de la línea. Esto se desarrollará por personal que se transportarán en pick up.

Las actividades de mantenimiento preventivo/correctivo, se realizarán por una cuadrilla de trabajadores y la frecuencia de movilización será variable en función de los daños que sean reportados durante la inspección visual y/o los avisos de daños derivados de eventos imprevistos.

- Subestación

Dado que la operación de los equipos de la subestación la realiza el operador de turno durante las 24 horas del día con turnos rotativos en todo el año, durante los dos primeros años, y que luego las subestaciones pasan a ser desatendidas y la operación de los equipos se realiza a través de los dispositivos y equipos de control ubicados en la Sala de Control de la Subestación, se prevé que la movilización y el flujo vehicular preexistente se conserve sin cambios.

Las rutas de movilización a utilizar durante la fase de operación y mantenimiento serán las mismas descritas en el Cuadro V-14. De igual manera las rutas de emergencia a utilizar son las anteriormente referidas, las cuales permiten conducir hacia los centros de atención de salud pública indicadas en el Capítulo 10, capítulo en el cual se detallan los centros de salud con que cuenta cada localidad, cercanos al sitio de proyecto.

## **5.7 SERVICIOS BÁSICOS**

### **5.7.1 Abastecimiento de Agua**

#### *5.7.1.1 Fase de Construcción*

##### a) Agua para usos varios.

El agua a utilizar para las obras civiles, se obtendrá de sistemas de agua entubada de fincas y comunidades a través de un acuerdo con el propietario y/o se suministrará por medio de cisternas. En casos en los que no se pueda abastecer el agua de las formas mencionadas anteriormente, se recurrirá a las fuentes superficiales (ríos y quebradas locales) cercanas a los frentes de trabajo. Es necesario aclarar que por las características de este Proyecto, no se afectarán las fuentes de agua, pues la cantidad de agua que se

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

requiere en cada uno de los sitios de torre es poco significativa y la calidad de la misma no se verá afectada.

Las estimaciones realizadas para llevar a cabo dichas actividades se incluyen en el cuadro siguiente:

Cuadro V-16 Estimación del consumo de agua para construcción y/o ampliación de subestaciones

Subestación	Metros Cúbicos de Agua	Fuente de abastecimiento	Uso
Las Cruces	5.49 (aproximadamente)	Agua entubada o Proveedor de agua local	Actividades de construcción y/o ampliación de subestaciones

Fuente: TRECSA

La fuente de abastecimiento de agua durante la construcción, será responsabilidad del contratista.

#### b) Agua para consumo humano

El agua para consumo humano será adquirida a través de un proveedor local y se distribuirá a todos los frentes de trabajo.

##### 5.7.1.2 Fase de Operación

Durante la operación, el único uso necesario, será para el consumo doméstico (servicio sanitario, lavamanos y ducha a ser utilizado por el operador de turno, cuando esté en la subestación que es máximo 2 años después de la puesta en servicio). El abastecimiento de agua en el área de Subestaciones, será provisto por medio de los sistemas de abastecimiento de agua locales, aprovechando la cercanía de centros poblados, en donde ya se cuenta con sistema de agua potable. La cantidad de agua máxima requerida para dicho fin se estima en 33 Lt/persona/día.

Para consumo de los trabajadores, se obtendrá agua embotellada. Se estima un consumo de 2 garrafones/semana.

### **5.7.2 Sistema hidráulico y sanitario**

Durante la etapa de construcción del Proyecto, solamente se generaran aguas residuales en las bodegas, instalaciones provisionales y en los sitios de construcción de subestaciones, para lo cual se dispondrán los sistemas sanitarios que sean pertinentes y necesarios, los cuales pueden ser: pozos sépticos, baños portátiles o conexión a las redes de alcantarillado si estas existen.

Por otra parte, los frentes de trabajo para la construcción de las líneas de transmisión estarán diariamente en los sitios de trabajo y retornarán a sus sitios de alojamiento en horas de la tarde. En casos extremos, donde el personal por periodos de tiempo de permanencia lo requiera se utilizarán las instalaciones sanitarias de viviendas cercanas o en su defecto a la instalación de letrinas secas que contarán con las siguientes características:

- Excavación máxima de 70 centímetros.
- Alejada de viviendas y cuerpos de agua,
- En el fondo de la misma debe colocarse una capa de suelo cemento o solado.
- Al finalizar su uso debe aplicarse cal y tapar la excavación con tierra.

### **5.7.3 Energía eléctrica**

Las actividades de construcción de las subestaciones, así como el funcionamiento de los almacenes, requieren de una fuente de energía 220 V, la cual se ha previsto provenga de una red pública. En los casos en que no exista una fuente cercana de energía, podrá ser utilizado un generador portátil.

### **5.7.4 Vías de acceso**

Las vías de acceso al Proyecto, son las mismas que han sido detalladas en el Cuadro V-14, y las que se ilustran en el MAPA V-4 y MAPA V-5.

### **5.7.5 Transporte**

El transporte de la mano de obra especializada será provisto por el contratista, que en la mayoría de los casos deberá contar con vehículos de doble transmisión. Por otro lado, la mano de obra no especializada, contratada en las comunidades cercanas al AID del Proyecto, se trasladará a los frentes de trabajo utilizando los medios de transporte disponibles actualmente en sus comunidades.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

## 5.7.6 Otros

No será necesario contar con otro tipo de servicio.

## 5.7.7 Mano de obra

### 5.7.7.1 Fuente de empleos

#### ▪ Construcción

En los trabajos relacionados con la construcción de la Subestación y Líneas de Transmisión, es necesario contar con personal fijo, generalmente el que soporta los aspectos técnicos del desarrollo de los trabajos (mano de obra calificada); pero que además también se empleará personal local, necesario en la obra civil. La contratación de mano de obra se estima de acuerdo con lo siguiente:

Cuadro V-17 Mano de obra requerida en la Etapa de Construcción – Subestación Las Cruces

<b>MANO DE OBRA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>	
<b>Actividad Subestación Nueva</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Obra Civil:</b>	
Profesionales	1
Mano de Obra Calificada	5
Ayudantes	20
<b>Electromecánico:</b>	
Profesionales	4
Técnicos	8
Ayudantes	3
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>

Fuente: TRECSA, 2015

Cuadro V-18 Mano de obra requerida en la Etapa de Construcción – Líneas de Transmisión

<b>MANO DE OBRA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>	
<b>Actividad Líneas Nuevas</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Obra Civil:</b>	
Oficiales	3
Encargados	1
Ayudantes	11
<b>Montaje:</b>	
Oficiales	2
Encargados	6

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

<b>MANO DE OBRA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>	
<b>Actividad Líneas Nuevas</b>	<b>Cantidad</b>
Ayudantes	16
Tendido:	
Oficiales	4
Encargados	28
Ayudantes	35
<b>TOTAL</b>	<b>106</b>

Fuente: TRECSA, 2015

▪ Operación y mantenimiento

En operación y para el mantenimiento de los aspectos relacionados con la línea de transmisión y Subestación, se ha estimado contar con el personal siguiente:

Cuadro V-19 Mano de obra en etapa de Operación y Mantenimiento de la Subestación Las Cruces

<b>MANO DE OBRA ETAPA MANTENIMIENTO SUBESTACIÓN</b>	
<b>Mantenimiento</b>	<b>Cantidad</b>
Mantenimiento equipo de Patios	4
Sala de Control	1
Comunicación	1
Ayudantes	3
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>

Fuente: TRECSA, 2015

Cuadro V-20 Mano de obra en etapa de operación y mantenimiento de las Líneas de Transmisión

<b>Mantenimiento</b>	<b>Cantidad</b>
Oficial	1
Capataz	1
Ayudantes	2
Piloto	1
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>

Fuente: TRECSA, 2015

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

## 5.7.8 Campamentos

La mano de obra especializada viaja a diario a sus frentes de trabajo y la mano de obra no especializada será contratada en las comunidades locales; por lo que la construcción del Proyecto NO requerirá de la construcción de un campamento para el personal.

Se habilitarán instalaciones provisionales de almacenaje debidamente acondicionadas, las cuales contarán con seguridad las 24 horas para el resguardo de los materiales, equipo y herramientas.

## 5.8 MATERIALES A UTILIZAR

### 5.8.1 Etapa de construcción y operación

Los materiales aquí listados, han sido estimados para la construcción de un circuito sencillo, estimando las cantidades por kilómetro de construcción.

Cuadro V-21 Materiales a utilizar por km, para la construcción de un doble circuito en Líneas de Transmisión

Nombre materia prima	Unidades	Cantidad a utilizar por Km
Torres	Unidad	2.65
Cimentaciones	Unidad	10.61
Concreto	m <sup>3</sup>	74.29
Cemento	Sacos	601.77
Agua Cruda	m <sup>3</sup>	16.94
Grava	m <sup>3</sup>	50.82
Arena	m <sup>3</sup>	34.77
Cable Conductor	Km	12.60
Cable de Guarda	Km	1.05
Cable de OPGW	Km	1.05
Separadores	Unidad	41.86
Aisladores	Unidad	541.28
Herrajes	Juego por Cadena	31.84
Excavación	m <sup>3</sup>	742.93
Relleno Compactado	m <sup>3</sup>	594.34
Conductores	Unidad	12

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

En cuanto a movimiento de tierras, esta acción se llevará a cabo en el área de construcción de la subestación, en las secciones de los caminos de acceso que requieran reacondicionamiento y en las pequeñas secciones en donde se instalen las estructuras de la línea de transmisión. El movimiento de tierras incluye todos los trabajos relacionados con movimiento de suelos y subsuelo (remoción, excavaciones, nivelación y compactación) necesarios para cimentar las estructuras del Proyecto, tanto en subestaciones como en la línea de transmisión y la mejora de los caminos de acceso.

Cuadro V-22 Materiales a utilizar en la construcción de la Subestación Las Cruces

Volumen en concreto (m <sup>3</sup> )	Diésel / Galones por Subestación para Concreteras	Volumen movimiento de tierras (m <sup>3</sup> )	Metros cúbicos de Agua (m <sup>3</sup> )
1183.74	13.672197	338.40	8.8662126

Fuente: EIA LOTE F, TRECSA-Everlife 2011.

El equipo y maquinaria necesarios para la etapa de operación, es el que será instalado durante la construcción de la subestación, el cual consiste en transformadores de potencia, interruptores, seccionadores, transformadores de corriente, transformadores de tensión y pararrayos. Los detalles de las unidades y especificaciones por equipo, se incluyen en el cuadro **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** siguiente:

Cuadro V-23 Materiales a utilizar para la construcción de la Subestación Eléctrica Las Cruces

DESCRIPCION	Las Cruces
Transformador de potencia monofásico 50 MVA - ONAF2, 230 kV/69 kV/13,8 kV	
Interruptor de potencia trifásico, extinción con SF6, 245 kV, I de apertura: 40 kA, BIL 1050 kV. Una cámara de extinción. Con mando Monopolar.	11
Interruptor de potencia trifásico, extinción con SF6, 72.5 kV, I de apertura: 40 kA, BIL 325 kV. Una cámara de extinción. Con mando tripolar.	
Seccionador tripolar tipo horizontal, 245 kV, 40 kA - 1 s, BIL 1050 kV. Mecanismos de operación motorizado y manual.	22
Seccionador tripolar tipo horizontal con cuchilla de puesta a tierra, 245 kV, 40 kA - 1 s, BIL 1050 kV. Mecanismos de operación motorizado y manual.	7

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

DESCRIPCION	Las Cruces
Seccionador tripolar tipo horizontal, 72.5 kV, 40 kA - 1 s, BIL 325 kV. Mecanismos de operación motorizado y manual.	
Seccionador tripolar tipo horizontal, con cuchilla puesta a tierra 72.5 kV, 40 kA - 1 s, BIL 325 kV, Ir 2000 A. Mecanismos de operación motorizado y manual.	
Transformador de corriente 245 kV, 40 kA, cuatro (4) núcleos. BIL 1050 kV, 1A en el secundario.	21
Transformador de corriente 245 kV, 40 kA, cuatro (4) núcleos. BIL 1050 kV, 5A en el secundario.	
Transformador de corriente (corte B en subestaciones de interruptor y medio) 245 kV, 40 kA, seis (6) núcleos 1 A secundario. BIL 1050 Kv.	12
Transformador de tensión 245 kV, tipo capacitivo, relación 230 kV/V3 /115/V3 CL0.2. BIL 1050 kV.	21
Transformador de tensión 245 kV, tipo inductivo, relación 230 kV/V3 /115/V3 CL0.2. BIL 1050 kV.	2
Transformador de corriente 72.5 kV, 40 kA, cuatro (4) núcleos, corriente secundaria 5 A. BIL 325 kV, Ir 2000 A.	
Transformador de tensión 72.5 kV, tipo inductivo, relación 69 kV/V3 /115/V3 CL0.2. BIL 325 kV.	
Pararrayos 230 kV	21
Pararrayos 69 kV	

Fuente: EIA LOTE F, TRECSA-Everlife 2011.

## 5.8.2 Inventario y manejo de sustancias químicas, tóxicas y peligrosas

Los materiales en términos generales utilizados no representan toxicidad, sin embargo se ha identificado el uso de pintura bituminosa para el recubrimiento de torres; pintura de señalización para las torres que pudieran estar cercanas a conos de acercamientos de aeropuertos. Estas pinturas poseen características que requieren un manejo especial por algunos elementos activos que poseen. Los detalles se incluyen en el cuadro siguiente:



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro V-24 Sustancias Químicas, Tóxicas y Peligrosas

Nombre materia prima	Elementos activos	Cantidad a utilizar	Forma de Almacenamiento	Forma de Transporte
Pintura bituminosa para recubrimiento de las torres	Disolventes, cromato de zinc, sales de cobre	2430 galones	En almacén En almacén	Vehículos con materiales de construcción
Pintura para señalización	640 galones	640 galones		

Fuente: TRECSA

#### Sustancias Químicas:

Durante la fase de construcción se hará uso de aceites y lubricantes. Sin embargo, estos no se almacenarán debido a que serán adquiridos a proveedores locales.

Para la etapa de operación se contempla el uso de aceites dieléctricos para el funcionamiento. Se prevé su almacenamiento en bodegas destinadas para el almacenamiento implementando las medidas adecuadas como señalización, impermeabilización implementando las medidas de adecuadas para su manejo y almacenamiento. Estas medidas incluyen una señalización adecuada, suelos impermeabilizados y con estructuras de contención.

#### Sustancias Peligrosas

Durante la excavación de los cimientos de las torres se podría llegar a requerir en casos muy eventuales y excepcionales del uso de explosivos para fragmentar roca. De acuerdo con el Artículo 20 del Reglamento de Uso de Explosivos, todas las operaciones relacionadas con el almacenaje, depósitos, transporte y uso de explosivos para fines industriales, deberán estar bajo el control y vigilancia de una custodia militar, nombrada por los comandantes de zona, bases o por los jefes de las dependencias militares que correspondan.

Por lo tanto, el abastecimiento, almacenaje, transporte, custodia y las medidas de seguridad de los explosivos estará a cargo de una empresa debidamente autorizada por el Ministerio de la Defensa Nacional. El contratista estará a cargo de la construcción de un polvorín; que deberá cumplir con las especificaciones de áreas, ventilación, temperatura y señalización establecidas por las autoridades competentes.

La fase de operación no requiere del uso de ningún tipo de material explosivo para su desarrollo.

## **5.9 MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS (SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y GASEOSOS)**

### **5.9.1 Fase de construcción**

El Proyecto no generará ningún efluente, ni producirá ningún desecho sólido, ya que su característica de transporte de energía eléctrica no tiene asociado ningún subproducto. Los siguientes numerales contienen una descripción de los tipos de desechos que podrían generarse, como producto de las actividades de construcción del mismo.

#### **5.9.1.1 Desechos Sólidos, líquidos y gaseosos**

##### **▪ Desechos Sólidos**

Las tierras procedentes de la excavación de cimentación, al suponer un volumen pequeño, serán extendidas en la proximidad, adaptándolas lo más posible al terreno. El hormigón desechado que no cumpla las normas de calidad será dispuesto en un sitio apto para el vaciado de escombros, o bien podrá ser extendido en los caminos para mejorar su firmeza, siempre y cuando existiera con antelación un tratamiento superficial de los mismos y se acuerde así con el propietario. Es importante mencionar que no se prevé una generación significativa de este tipo de desecho, ya que implicaría pérdidas económicas para el contratista.

En lo que respecta a las cajas, embalajes, plásticos, etc., deberán ser colectados y dispuestos en un vertedero municipal.

Conforme el avance en la construcción del Proyecto, se irán dejando los sitios de trabajo en condiciones adecuadas, retirando los materiales sobrantes de la obra.

##### **▪ Desechos Líquidos**

Con base en el número de empleados que se tiene previsto contratar durante la etapa de construcción, se calcula que por actividad se podrían generar los siguientes volúmenes de desechos líquidos, a razón de 50 litros/díarios/persona:

- Construcción de obra civil de líneas de transmisión (45 empleados): 2.25 m<sup>3</sup>/día.
- Montaje e izado de línea de transmisión (48 empleados): 2.4 m<sup>3</sup>/día.
- Tendido (67 empleados): 3.35 m<sup>3</sup>/día.
- Construcción de subestación eléctrica (41 empleados): 2.05 m<sup>3</sup>/día.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

El manejo y disposición de las aguas residuales cumplirá con los parámetros establecidos según el Acuerdo Gubernativo 236-2006. En el caso de los sanitarios portátiles, el mantenimiento y disposición de los desechos estará a cargo de la empresa contratada.

- **Desechos Gaseosos**

No se generarán.

Cuadro V-25 Producción de Desechos, fase de construcción

<b>Producción de Desechos durante la Fase de Construcción Desechos sólidos</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Características</b>	<b>Manejo</b>	<b>Disposición final</b>
Hormigón	Restos de concreto	Se apilará temporalmente	Botadero de ripio, vertederos municipales o se extenderá en superficie de rodadura, previa autorización
Desechos sólidos inorgánicos	Plástico, alambre, hierro, etc.	Almacenamiento temporal en contenedores.	Vertedero municipal
Desechos orgánicos	Papel, cartón, madera, restos de comida, etc.	Almacenamiento temporal en contenedores.	Vertedero municipal
<b>Desechos líquidos (incluyendo drenajes)</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Características</b>	<b>Manejo</b>	<b>Disposición final</b>
Aguas residuales	Tipo ordinarias	Baños portátiles únicamente para los sitios de construcción de la Subestación	Empresa encargada del mantenimiento de los baños móviles que deberán estar debidamente registradas en el MARN

Fuente: TRECSA

#### 5.9.1.2 Desechos tóxicos peligrosos

- **Subestación**

Debido a la naturaleza del proyecto a ejecutar, no se generará ningún tipo de sustancias químicas, tóxicas, ni peligrosas. Esta subestación no utilizará transformadores de potencia monofásicos, por lo tanto no se utilizará aceite dieléctrico.

- **Líneas de Transmisión**

Los materiales en términos generales utilizados no representan toxicidad, sin embargo se ha identificado el uso de pintura bituminosa para el recubrimiento de torres; pintura de

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

señalización para las torres que pudieran estar cercanas a conos de acercamientos de aeropuertos. Estas pinturas poseen características que requieren un manejo especial por algunos elementos activos que poseen; una vez aplicada esta pintura no representa ningún riesgo en su entorno.

Cuadro V-26 Desechos con características de peligrosidad esperados

Nombre materia prima	Elementos activos	Medida (Torres/Galón)	Total de torres	Cantidad a utilizar (Galones)	Forma de Almacenamiento	Forma de Transporte
Pintura bituminosa para recubrimiento de parte baja de las torres	Disolventes, cromato de zinc, sales de cobre	4	49	12.25	En almacén	Vehículos con materiales de construcción
Pintura para galvanizado en frío (galvacote)		10	49	4.9		
Pintura para señalización aeronáutica	Pintura poliuretánica	4	49	12.25		

Fuente: TRECSA

## 5.9.2 Fase de operación

### 5.9.2.1 Desechos Sólidos, líquidos y gaseosos

#### ▪ Desechos sólidos

La operación de las Líneas de Transmisión Eléctrica, no generará ningún tipo de desechos sólidos.

En lo que respecta a la subestación eléctrica, se puede decir que esta generará desechos sólidos de tipo domésticos durante los dos primeros años de su operación. Es importante mencionar que, luego de dos años, esta subestación será operada a control remoto, por lo que la generación mínima de desechos sólidos finalizará.

#### ▪ Desechos líquidos

La etapa de operación de las líneas de transmisión no generará ningún tipo de desecho líquido, sin embargo la subestación contará con un inodoro, un lavamanos y una ducha por

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

lo que se tiene estipulado un sistema de tratamiento de fosa séptica como tratamiento primario y un pozo de absorción como tratamiento secundario. Esta generación de desechos líquidos en la subestación tendrá una duración de 2 años por las razones descritas anteriormente.

La subestación no producirá aguas residuales especiales, ya que todos los circuitos de enfriamiento del equipo electromecánico son cerrados, por lo que no necesita drenaje de aguas servidas.

El drenaje de aguas pluviales seguirá el mismo desnivel existente en el terreno antes de la construcción, por lo que no cambiará el curso del drenaje natural existente.

- Desechos gaseosos

No serán generados.

Cuadro V-27 Producción de Desechos, fase de operación

<b>Desechos sólidos</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Características</b>	<b>Manejo</b>	<b>Disposición final</b>
Restos de vegetación por mantenimiento de la LT	Orgánica	Dispersar en el campo (cantidades mínimas)	En campo, formación de humus
Basura común	Orgánica e inorgánica	Depósitos de basura temporal	Vertedero
<b>Desechos líquidos (incluyendo drenajes)</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Características</b>	<b>Manejo</b>	<b>Disposición final</b>
Aguas negras	Tipo ordinario	Tratamiento primario (sistema séptico) y pozo de absorción	Infiltración en suelo

#### 5.9.2.2 Desechos tóxicos y peligrosos

De acuerdo a las características de operación del Proyecto, no se prevé la generación de desechos con características de peligrosidad o tóxicos.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

## **5.10 CONCORDANCIA CON EL USO ACTUAL Y POTENCIAL DEL SUELO**

De acuerdo con el análisis del Mapa de Uso Actual del Suelo (Ver MAPA IX-2) y del área donde han sido diseñados los trazos de las líneas de transmisión así como del área de construcción de la subestación Las Cruces.

En el caso de las líneas de transmisión el área de influencia cuenta con las actividades siguientes zonas boscosas en un 34.19%, área con vegetación arbustiva baja (guamil-matorrales) con 30.85%, agricultura anual 27.46%, área urbana de 5.10% y 2.21% con cultivo de café.

En el caso del área de la Subestación, el 100% del área se encuentra cubierta con cultivo de café.

Debido a estas condiciones, las áreas seleccionadas para la construcción de torres, se tratará de que correspondan a las áreas de agricultura anual y vegetación arbustiva baja, de preferencia, de tal manera que permita una compatibilidad en cuanto al uso de suelo, evitando al máximo las zonas boscosas y áreas urbanas.

## **VI. DESCRIPCIÓN DEL MARCO LEGAL**

### **6.1 MARCO LEGAL AMBIENTAL**

- Constitución Política de la República de Guatemala.

En principio, el Derecho Ambiental en Guatemala se encuentra expresado en la Constitución Política de la República de Guatemala, es oportuno hacer referencia a los artículos que contiene normas aplicables al presente estudio.

En primer plano se tiene la incorporación del Derecho Ambiental en la Constitución, específicamente en el Artículo 2, en donde se establece que: *"Es deber del Estado garantizarle a los habitantes de la República, la vida, la libertad, la justicia, la seguridad, la paz y el desarrollo integral de la persona"*.

En el artículo 43 se establece la Libertad de Industria, Comercio y Trabajo, indicando que: *"Se reconoce la libertad de industria, de comercio y de trabajo, salvo las limitaciones que por motivos sociales o de interés nacional impongan las leyes"*. Además la misma Constitución establece que dicha libertad puede ser limitada por motivos sociales o de interés nacional; por lo que deberá entenderse que, cuando aquella libertad afecte al medio ambiente en que se desenvuelve la población y consecuentemente afecta a la salud y calidad de vida de los habitantes, dicha libertad deberá restringirse.

Encontramos también otras disposiciones constitucionales de carácter ambientalista en los artículos siguientes:

El Artículo 64, que se refiere al patrimonio natural, indica: *"Se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la nación. El estado fomentará la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales los cuales son inalienables. Una ley garantizará su protección de la fauna y la flora que en ellos exista"*.

El artículo 97, que se refiere al medio ambiente y equilibrio ecológico, establece: *"El estado, las Municipalidades y los habitantes del territorio Nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente evitando su depredación"*.

- Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente (decreto 68-86 del congreso de la república y sus reformas).

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

El decreto 68-86 parcialmente derogado posee una serie de directrices marco en materia ambiental, pero para el caso de los estudios de evaluación de impacto ambiental, el artículo siguiente, define la obligatoriedad de la elaboración de un EIA.

El artículo 8° de la ley citada contiene la disposición relativa a las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) al establecer que:

*"Para todo Proyecto, obra, Industria, o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, el ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario, previamente a su desarrollo, un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por los técnicos en la materia y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente. El funcionario que omitiere exigir el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este artículo será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q.5,000.00 a Q.100,000.00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla".*

- Código de salud Decreto 90-97:

El Código de Salud establece en su artículo 1° "Todos los habitantes de la República tienen derecho a la prevención, promoción, recuperación y rehabilitación de su salud, sin discriminación alguna".

En el capítulo IV, en la sección I, se encuentran los capítulos relacionados con la calidad ambiental. El artículo 74 referente a la Evaluación de Impacto Ambiental y salud dice "El ministerio de Salud, la Comisión Nacional del Medio Ambiente y las Municipalidades establecerán los criterios para la realización de estudios de evaluación de impacto ambiental, orientados a determinar las medidas de prevención y de mitigación necesarias, para reducir riesgos potenciales a la salud derivados de desequilibrios en la calidad ambiental, producto de la realización de obras o procesos de desarrollo industrial, urbanístico, agrícola, pecuario, turístico, forestal y pesquero".

- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales Decreto 90-2000.

El Ministerio de ambiente y Recursos Naturales –MARN-, fue creado en el año 2000, con la promulgación del decreto ley 90-2000, del congreso de la república de Guatemala, dicho ministerio fue creado para velar por todo lo concerniente en materia ambiental. Entre sus principales atribuciones se mencionan:

Formular participativamente la política ambiental de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales y ejecutarla en conjunto con las

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

autoridades con competencia legal en la materia correspondiente, respetando el marco normativo nacional e internacional vigente en el país.

En coordinación con el consejo de Ministro, incorporar el componente ambiental en la formulación de la política económica y social del gobierno, garantizando la inclusión de la variable ambiental y velando por el logro de un desarrollo sostenible.

Controlar la calidad ambiental, aprobar las evaluaciones de impacto ambiental e imponer sanciones por su incumplimiento.

- Reglamento de Evaluación control y seguimiento ambiental, Acuerdo Gubernativo 60-2015.

Con fecha 25 de febrero del 2015, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales emitió el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, a través de Acuerdo Gubernativo 60-2015; el cual reemplazó al Acuerdo 431-2007, sobre la misma temática. Este Reglamento contiene los lineamientos, estructura y procedimientos necesarios para propiciar el desarrollo sostenible del país en el tema ambiental, mediante el uso de instrumentos que facilitan la evaluación, control y seguimiento ambiental de las actividades, obras, industrias o Proyectos que se desarrollan y los que se pretenden desarrollar en el país.

La aplicación de este reglamento se realiza por conducto de la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, DIGARN, y la Dirección General de Coordinación Nacional, DIGCN, a través de la Delegaciones Departamentales y con el soporte de la Dirección General de Cumplimiento Legal, DIGCL; las cuales son dependencias del MARN. Dicho AG 60-2015 regula todas las actividades, acciones y estudios relacionados a la evaluación de impacto ambiental que define el Artículo 8 de la Ley en la materia. Incluye lineamientos generales para los procesos de participación pública, los procedimientos internos de análisis de los instrumentos ambientales y los plazos de revisión de los mismos según categoría.

- Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (Acuerdo Gubernativo 236-2006)

El Reglamento de las Descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, fue publicado por medio del Acuerdo Gubernativo No. 236 en el año 2006. Este reglamento tiene como objeto establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reuso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos, para lograr establecer un proceso que permita:

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- 
- a) Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.
  - b) Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización.
  - c) Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada.

De acuerdo con su naturaleza, este reglamento es aplicable para:

- a) Los entes generadores de aguas residuales;
- b) Las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público;
- c) Las personas que produzcan aguas residuales para reuso;
- d) Las personas que reusen parcial o totalmente aguas residuales; y
- e) Las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos.

Así mismo este Reglamento establece los parámetros obligatorios de cumplimiento para las descargas de las aguas residuales y lodos hacia diversos cuerpos receptores, así como los límites máximos permisibles de dichas descargas a diferentes entes generadores.

▪ Código de trabajo, Decreto 1441-1961

Los aspectos contemplados por el código de trabajo y sus reformas decreto No. 1441 que tienen relación con las actividades de contempladas en las fases de operación y mantenimiento; y abandono de la planta, principalmente en lo concerniente a la prevención de accidentes en el trabajo. El código de trabajo (1961) establece preceptos legales bajo los cuales orientar el desarrollo de actividades de las empresas en las cuales el trabajador puede estar sujeto a riesgos.

El código de trabajo norma lo procedente en los artículos 57, 58, 59 y 60, referente a la elaboración de reglamentos internos en la empresa que comprendan reglas de orden técnico y administrativo necesarios para la buena marcha de la empresa; las relativas a higiene y seguridad en las labores, como indicaciones para evitar que se realicen los riesgos profesionales e instrucciones para prestar los primeros auxilios en caso de accidente.

En relación a la adopción de las medidas de seguridad e higiene el código de trabajo en los artículos 197, 198 y 201, norman lo relativo a las medidas de seguridad para prevenir riesgos en el trabajo; acatar las medidas ordenadas por el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social para prevenir accidentes y enfermedades profesionales y sobre labores o instalaciones insalubres que por su propia naturaleza puedan afectar la salud de los trabajadores.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- 
- Reglamento General sobre Higiene y Seguridad en el trabajo, Acuerdo Gubernativo 229-2014

Tiene por objeto regular las condiciones generales de salud y seguridad ocupacional en que deben ejecutar sus labores los trabajadores de patronos privados, del Estado, de las municipalidades y de las instituciones autónomas, con el fin de proteger la vida, la salud y la integridad en la prestación de sus servicios. El reglamento establece las obligaciones de los trabajadores y de los patronos en la materia, así como las condiciones mínimas de salud y seguridad que deben tener las áreas de trabajo.

- Ley Forestal, Decreto 101-96

El Congreso de la República de Guatemala, en octubre de 1996 emitió el Decreto 101-96, Ley Forestal, con los objetivos siguientes:

- Reducir la deforestación en tierras de vocación forestal
- Promover la reforestación de áreas forestales actualmente sin bosque.
- Apoyar, promover e incentivar la inversión pública y privada en actividades forestales.
- Conservar los ecosistemas forestales del país.
- Propiciar el mejoramiento del nivel de vida de las comunidades.

La Ley Forestal o Decreto Ley 101-96 fue desarrollada considerando que los recursos forestales pueden y deben constituirse en la base fundamental del desarrollo económico y social de Guatemala. Mediante esta Ley se crea el Instituto Nacional de Bosques (INAB).

En su Título VI dicha ley se refiere a la Forestación y Reforestación, respecto a lo cual, establece lo siguiente:

Capítulo I, Repoblación Forestal. Artículo 66. Obligaciones en la explotación de recursos naturales no renovables. Las personas que se dediquen a la explotación de recursos naturales no renovables o las que hagan obras de infraestructura en áreas con bosque, están obligadas a reforestar las áreas que utilicen conforme se elimine la cubierta arbórea y a proporcionarles mantenimiento durante un mínimo de cuatro años lo que deberá estipularse en la concesión licencia o contrato o cualquier otro negocio jurídico vinculado a la explotación a las obras de que se trate, incluyendo una fianza específica de cumplimiento. Si las condiciones del terreno fueren adversas al establecimiento real del nuevo bosque, la reforestación se hará en otra área de igual extensión, localizada en la jurisdicción del mismo municipio o departamentos como segunda opción.

Capítulo II, Obligaciones y Proyectos de Repoblación Forestal. Artículo 67. Obligaciones de la repoblación forestal. Adquieren la obligación de repoblación forestal las personas individuales o jurídicas que:



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- 
- Efectúen aprovechamientos forestales de conformidad con las disposiciones contenidas en esta ley.
  - Aprovechen recursos naturales no renovables en los casos previstos en el artículo 65 de esta ley.
  - Corten bosque para tender líneas de transmisión, oleoductos, notificaciones y otras obras de infraestructura.
  - Corten bosque para construir obras para el aprovechamiento de recursos hídricos, o que como resultado de estos Proyectos, se inunde áreas de bosque.
  - Efectúen aprovechamiento de aguas de lagos y ríos de conformidad en con el artículo 128 de la Constitución Política de la República de Guatemala.

Los programas de repoblación forestal obligados, podrán realizarse en tierras del Estado, de las municipalidades, de entidades descentralizadas o en tierras privadas, pero será obligatorio que se realicen en la jurisdicción departamental donde se efectúa la actividad que obligue a la repoblación, de conformidad con este artículo.

Las actividades de reforestación para cumplir las obligaciones correspondientes al presente artículo deberán estar contempladas en el respectivo plan de manejo debidamente aprobado por el INAB.

Artículo 68. Sistemas de Repoblación Forestal. Para cumplir las obligaciones o realizar todo Proyecto de repoblación forestal, se adoptará cualquiera de los siguientes sistemas:

- Regeneración natural dirigida;
- Rebrote de tocones;
- Siembra directa de semilla;
- Siembra indirecta o plantación;
- Combinación de los anteriores u otros métodos tendientes a la reposición del bosque.

Artículo 70. Condiciones que dan por concluidas las obligaciones de reforestación. Las obligaciones de reforestación se darán por satisfactoriamente cumplidas cuando el bosque, a los cuatro años de establecido, tenga la densidad aprobada en el plan de manejo y cuente con las medidas de protección contra incendios y el estado fitosanitario sea conveniente para el bosque.

El Congreso de Guatemala en mayo de 1996, aprobó la Resolución 27-96, estableciendo la Lista Roja de Flora y Fauna Silvestre de Guatemala. Esta resolución identifica una lista de especies protegidas en Guatemala y establece lineamientos para la utilización y conservación de las especies protegidas identificadas en la lista. La lista y la implementación de los lineamientos son responsabilidad del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP).

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- 
- Ley para la Protección del Patrimonio Cultural de la Nación Decreto 26-97 del Congreso reformado por el Decreto 81-98

La citada Ley para la Protección del Patrimonio Cultural, establece como disposiciones generales aplicables a los Proyectos energéticos, particularmente para el caso de Proyectos en áreas nuevas, lo siguiente:

Artículo 2.- Patrimonio Cultural. Forma el patrimonio cultural de la Nación los bienes e instituciones que por ministerio de ley o por declaratoria de autoridad lo integren y constituyan bienes muebles o inmuebles, públicos y privados, relativos a la paleontología, arqueología, historia, antropología, arte, ciencia y tecnología, la cultura en general, incluido el patrimonio intangible, que coadyuven al fortalecimiento de la identidad nacional.

Artículo 5.- Bienes culturales. Los bienes culturales podrán ser de propiedad pública o privada. Los bienes culturales de propiedad o posesión pública son imprescriptibles e inalienables.

Aquellos bienes culturales de propiedad pública o privada existentes en el territorio nacional, sea quien fuere su propietario o poseedor, forma parte, por ministerio de la Ley del Patrimonio Cultural de la Nación, y estarán bajo la salvaguarda y protección del Estado. Todo acto traslativo de dominio de un bien inmueble declarado como parte del patrimonio cultural de la Nación deberá ser notificado al Registro de Bienes Culturales.

Artículo 9.- Protección. Los bienes culturales protegidos por esta ley no podrán ser objeto de alteración alguna salvo en el caso de intervención debidamente autorizada por la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural. Cuando se trate de bienes inmuebles declarados como Patrimonio Cultural de la Nación o que conforme un Centro, conjunto o Sitio Histórico, será necesario además, autorización de la Municipalidad bajo cuya jurisdicción se encuentre.

Artículo 12.- Acciones u omisiones. Los bienes que forman el Patrimonio Cultural de la Nación no podrán destruirse o alterarse total o, parcialmente, por acción u omisión de personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras.

Artículo 15.- Protección. La protección de un bien cultural inmueble comprende su entorno ambiental. Corresponderá a la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural, a través del Instituto de Antropología e Historia, delimitar el área de influencia y los niveles de protección.

Artículo 30.- Posesión legítima de personas. Toda persona que esté en propiedad o posesión legítima de cualquier bien o bienes culturales, conforme lo establecido en esta ley, será responsable de su conservación y custodia.

Artículo 31.- Propiedad de bienes inmuebles. Los propietarios de bienes inmuebles colindantes con un bien cultural sujeto a protección, que pretenda realizar trabajos de

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

excavación, cimentación, demolición o construcción, que puedan afectar las características arqueológicas, históricas o artísticas del bien cultural, deberán obtener, previamente a la ejecución de dichos trabajos, autorización de la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural, la que está facultada para solicitar ante el juez competente la suspensión de cualquier obra que se inicie, sin esta autorización previa.

Artículo 43.- Violación a las medidas de protección de bienes culturales. La violación a las medidas de protección de bienes culturales establecidas en esta Ley, hará incurrir al infractor en una multa correspondiente a veinte veces el salario mínimo mensual de la actividad comercial, sin perjuicio de la acción penal correspondiente.

Artículo 49.- Demolición ilícita. Quien sin autorización de la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural demoliera, parcial o totalmente un bien inmueble integrante del patrimonio cultural de la Nación, se le impondrá pena privativa de libertad de cuatro a seis años, más una multa de cien mil a quinientos mil quetzales.

Artículo 55.- Modificaciones ilícitas de bienes culturales. Quien realizare trabajos de excavación, remoción o rotura de tierras, modificación del paisaje o alteración de monumentos en sitios arqueológicos, históricos, zonas arqueológicas, centros o conjuntos históricos, sin previa autorización de la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural, se le impondrá la pena de seis a nueve años de privación de libertad, más una multa de cien mil a un millón de quetzales.

Artículo 61.- Otorgamiento de licencias. Las municipalidades, sólo previo dictamen favorable del Instituto de Antropología e historia de Guatemala, podrán otorgar licencias de obras de construcción, reparación, remodelación demolición reconstrucción, ampliación o de cualquier índole, que afecte los centros o conjuntos históricos, o inmuebles de propiedad pública o privada, integrantes del patrimonio cultural de la Nación, o inscritos en el Registro de Bienes Culturales.

▪ Decreto No. 12-2002 (Código Municipal)

En los municipios donde se ubicará la línea de transmisión, carece de un código específico que regule los derechos de vía de la infraestructura eléctrica de este tipo. Por lo que, se adhieren a los que está establecido en el Código Municipal.

Derivado de ello y de conformidad con la legislación vigente, el Decreto 12-2002, CODIGO MUNICIPAL, en su CAPITULO II, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO INTEGRAL, Artículo 147, Licencia o Autorización Municipal de urbanización, establece lo siguiente:

“La municipalidad está obligada a formular y efectuar planes de ordenamiento territorial y de desarrollo integral de su municipio, en los términos establecidos por las leyes. Las lotificaciones, parcelamientos, urbanizaciones y cualesquiera otra forma de desarrollo

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

urbano o rural que pretenda realizar o realicen el Estado o sus entidades o instituciones autónomas y descentralizadas, así como personas individuales o jurídicas, deberán contar con Licencia Municipal."

Artículo 148.-Garantía de cumplimiento. Previo a obtener la licencia municipal a que se refiere el artículo anterior, las personas individuales o jurídicas deberán garantizar el cumplimiento de la totalidad de las obligaciones que con lleva el Proyecto hasta su terminación, a favor de la municipalidad que deba extenderla, a través de fianza otorgada por cualquiera de las compañías afianzadoras autorizadas para operar en el país, por un monto equivalente al avalúo del inmueble en que se llevará a cabo, efectuado por la municipalidad.

Sí transcurrido el plazo previsto el Proyecto no se termina, la compañía afianzadora hará efectivo el valor de la fianza a la municipalidad para que esta concluya los trabajos pendientes".

En el Título VIII, el Código Municipal establece el Régimen Sancionatorio aplicable.

## **6.2. SECTOR ELECTRICO**

### ▪ Características del Sub-sector Energético

Derivado de la promulgación de la Ley General de Electricidad (LGE), Decreto 93-96, del Congreso de la República, en 1996, se reestructuró el Sub-sector eléctrico en Guatemala. Esta reestructuración dio como resultado, la desmonopolización del sistema de generación de energía eléctrica, determinó la urgente descentralización, así como la desmonopolización de los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica para agilizar el crecimiento de la oferta, a efecto de satisfacer, de esta forma, las necesidades sociales y productivas del país. Para implementar dicha reestructuración, se adoptó el modelo denominado Apertura Total de las Redes. Este modelo consiste, esencialmente, en la promoción de la libre competencia en la generación, transmisión y distribución de electricidad.

A través de la Ley General de Electricidad se creó la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE), entre cuyas funciones están:

- Definir las tarifas de transmisión y distribución de acuerdo a la normativa;
- Dirimir las controversias que surjan entre los agentes del sub-sector eléctrico;
- Emitir las normas técnicas relativas al subsector y fiscalizar su cumplimiento;
- Emitir las disposiciones y normativas para garantizar el libre acceso y uso de las líneas de transmisión y redes de distribución, entre otras.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Así también, como parte de la reforma del subsector eléctrico se creó, en 1998, el Administrador del Mercado Mayorista (AMM); el cual es el ente encargado de la coordinación de la operación de centrales generadoras, interconexiones internacionales y líneas de transporte al mínimo costo para el conjunto de operaciones de compra y venta de bloques de potencia y energía que se efectúan a corto, mediano y largo plazo entre Agentes y Grandes Usuarios del Mercado Mayorista.

A continuación, se resume el marco legal del sector eléctrico de Guatemala.

## **6.2.1 Marco Legal del Sub-Sector Eléctrico**

El Sub-sector Eléctrico forma parte del Sector Energía de Guatemala. Su marco legal se establece en la Ley General de Electricidad (Decreto 93-96 del Congreso de la República), promulgada el 15 de noviembre de 1996, la cual fue emitida conjuntamente con su Reglamento específico, para establecer la competencia, el mercado libre de las actividades eléctricas y evitar los monopolios.

Los aspectos principales de la Ley, su Reglamento y el Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista, se resumen a continuación.

### **6.2.1.1 Ley General de Electricidad (Decreto 93-96)**

#### **A. Principios Generales**

La Ley General de Electricidad establece como principios generales los siguientes:

- Es libre la generación de electricidad y no se requiere autorización o condición previa por el Estado, más que las reconocidas en la Constitución Política de la República y las leyes del país.
- Es libre el transporte de electricidad y el servicio de distribución privada de electricidad, cuando para ello no sea necesario utilizar bienes de dominio público. El transporte de electricidad y el servicio de distribución final de electricidad, que implique utilización de bienes de dominio público, estarán sujetos a autorización.
- Son libres los precios para la prestación del servicio de electricidad, con excepción de los servicios de transporte y distribución sujetos a autorización. Las transferencias de energía entre generadores, comercializadores, importadores y exportadores, que resulten de la operación del mercado mayoristas estarán sujetas a la regulación de la Comisión y las normas y procedimientos del Administrador del Mercado Mayorista (AMM).

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- 
- El Ministerio de Energía y Minas es el órgano del Estado responsable de formular y coordinar las políticas, planes de Estado, programas indicativos relativos al Sub-sector Eléctrico y aplicar esta Ley y su Reglamento.

#### B. Comisión Nacional de Energía, CNEE

El sector energético está regulado por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE). La CNEE es un organismo técnico del Ministerio de Energía y Minas que funciona independientemente de este. Está constituida por tres miembros nombrados por el Ejecutivo a partir de un lista de candidatos propuestos por los rectores de las universidades del país, el Ministerio y los Agentes del Mercado Mayorista. Los miembros de la CNEE, permanecen en sus cargos durante 5 años y adoptan decisiones por mayoría.

Entre las funciones de la CNEE se encuentran las siguientes:

- Velar por que se cumplan las leyes y sus reglamentos, en materia de su competencia.
- Velar por el cumplimiento de las obligaciones de los adjudicatarios y concesionarios.
- Proteger los derechos de los usuarios.
- Determinar las tarifas de transmisión y de distribución para usuarios regulados.
- Resolver disputas que surjan entre distintos agentes del sistema.
- Emitir las normas técnicas relativas al subsector eléctrico y fiscalizar su cumplimiento en congruencia con prácticas internacionales generalmente aceptadas.
- Emitir las disposiciones y normativas para garantizar el libre acceso y uso de las líneas de transmisión y redes de distribución de acuerdo con la Ley y su Reglamento.
- Aplicar sanciones y multas que correspondan.

En relación a los estudios de impacto ambiental, la Ley General de Electricidad establece en el Título II, Capítulo I, instalación de obras de generación, transporte y distribución de electricidad, Artículo 10, lo siguiente: "los Proyectos de generación y de transporte de energía eléctrica deberán adjuntar evaluación de impacto ambiental, que se determinará a partir del estudio respectivo, el que deberá ser objeto de dictamen por parte de la Comisión Nacional del Medio Ambiente- CONAMA<sup>1</sup>, dentro de un plazo no mayor de sesenta (60) días a partir de su recepción.

---

<sup>1</sup> Comisión Nacional del Medio Ambiente, Decreto 68-86, modificado por el Decreto 90-2000 creación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales



En su dictamen CONAMA definirá, en forma razonada, la aprobación o improbación del Proyecto, o en su caso la aprobación con recomendaciones, las que deberán cumplirse. El reglamento de esta ley establecerá los mecanismos que garanticen su cumplimiento.

En caso de no emitirse el dictamen en el plazo estipulado, el Proyecto bajo la responsabilidad de CONAMA, se dará por aprobado, deduciendo las responsabilidades, por la omisión, a quienes corresponda”.

#### C. El Reglamento de La Ley General de Electricidad

Mediante Acuerdo gubernativo 256-97 del 21 de marzo de 1997 se emitió el Reglamento de la Ley General de electricidad. Este reglamento en su Título II, Capítulo I, artículo No. 4, establece aspectos relativos a la Solicitud de Autorizaciones. Sin embargo, estas autorizaciones solamente se refieren a plantas de generación hidroeléctrica y geotérmica, transporte y distribución de electricidad, las cuales se deberán gestionar ante el Ministerio de Energía y Minas.

#### D. Servicio de Transmisión

El Sistema Principal de transmisión consiste de aquellas líneas y equipos de transformación que es compartido por los generadores. El Sistema Principal es definido por la CNEE de acuerdo con el informe que al efecto le presente el Administrador del Mercado Mayorista.

Los servicios de transmisión se ofrecen sobre la base de libre acceso, previo al pago del peaje correspondiente. Para tener derecho al uso de Sistema Principal, los usuarios del este sistema deberán pagar el correspondiente peaje en proporción a su Potencia Firme para cubrir Demanda Firme... Los cargos por uso de los Sistemas Secundarios estarán en función del uso de los mismo, en el caso de generadores, por la máxima potencia inyectada, y en el caso de los Participantes Consumidores, estos pagarán por el uso, en función del máximo valor que se calcula entre la Potencia Contratada con el Agente Transportista respectivo, la Demanda Máxima registrada o la Demanda Firme.

#### ▪ Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista (AMM)

En acuerdo Gubernativo No. 299-98 del 25 de mayo de 1998, se emitió el Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista, el cual fue modificado por acuerdo Gubernativo 69-2007. En este reglamento se establece que la correcta operación del SNI es responsabilidad del AMM. Este ente tiene la responsabilidad de programar y realizar los Despachos de Carga del Sistema Nacional Interconectado, así como realizar administración de las transacciones comerciales entre los Participantes; entre las últimas se incluye la liquidación de cuentas. Cuando sea aplicable, el AMM también debe coordinar las transacciones internacionales que se verifiquen a través del Mercado Eléctrico Regional MER y/o sus otras contrapartes en otros países que no pertenezcan al MER.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

El AMM es una entidad privada, sin fines de lucro y es administrada por una junta directiva que está conformada por diez directores principales, quienes serán electos por distintos agentes del mercado, que son:

- Agentes generadores con potencia mínima de 5 MW.
- Agentes distribuidores que tengan un mínimo de 15,000 usuarios.
- Agentes transportistas que tengan una potencia firme conectada mínima de 10 MW.
- Agentes comercializadores, importadores y exportadores que compren o vendan bloques de energía asociados a una potencia firme de por lo menos 2 MW.
- Grandes Usuarios con demanda máxima de potencia mayor a 100 KW
- Los Agentes y Grandes usuarios deben inscribirse en el Registro habilitado para el efecto en el Ministerio de Energía y Minas.
- En el AMM los directores son electos para un período de dos años y pueden ser reelectos. Los productos y servicios que se negocian en el ámbito del Mercado Mayorista son: potencia, energía eléctrica y servicios complementarios. La compra y venta de estos productos y servicios se realizan a través de:
- Mercado de oportunidad de energía, para las transacciones de energía eléctrica a precios de oportunidad de la energía (POE), establecidos por hora. Estos precios se estipulan sobre la base del costo marginal de corto plazo que resulte del despacho económico de carga para el suministro de energía eléctrica, con base en la oferta disponible.
- Un mercado a término (de plazo fijo) para contratos celebrados entre agentes o grandes usuarios, cuyos términos, cantidades y precios son negociados entre las partes. Los agentes del mercado mayorista y los grandes usuarios negociarán sus condiciones contractuales libremente. Estos contratos no tendrán cláusulas de generación mínima y obligatoria de energía o limitaciones sobre el derecho para vender excedentes.

Un mercado de desvíos de potencia, para transacciones de faltantes y excedentes de potencia, valorado a un Precio de Referencia de la Potencia establecido por el AMM de acuerdo a la Norma de Coordinación Comercial No. 3 "Transacciones de Desvíos de Potencia", sobre una base mensual.

Los conflictos que surgen dentro del Mercado Mayorista son tratados internamente dentro del AMM, pero de no llegarse a un acuerdo entre el AMM y los Agentes y Grandes Usuarios, el AMM deberá enviar es caso a la CNEE para lograr una resolución definitiva. Los costos de administración y operación del AMM son cubiertos por todos los Agentes y

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Grandes Usuarios, en proporción a sus transacciones dentro del Mercado Mayorista, a través de cuotas mensuales equivalentes a una doceava parte del presupuesto anual del AMM. En la actualidad, el aporte de los Agentes Generadores es calculado con base en la energía generada, valorada al Precio de Oportunidad de la Energía (Precio Spot) horario, para los Distribuidores es con base en la energía registrada en la entrada a sus redes de distribución, para los Agentes Comercializadores es con base en sus ventas a Participantes Consumidores, para los Grandes Usuarios es con base a los consumos registrados en los medidores oficiales instalados en sus puntos de conexión al Sistema Nacional Interconectado y para los Agentes Transportistas en proporción al Costo Anual de Transmisión (CAT) más el canon cuando corresponda con respecto a la suma de los CAT y canon de todos los transportistas..

#### 6.2.1.2 Acuerdo Gubernativo 88-2008, Declaración de Urgencia Nacional

Derivado de la situación del proyectado déficit energético a corto plazo y para evitar las consecuencias de una crisis energética nacional, el Estado de Guatemala, con base en lo establecido en el Artículo 129 de la Constitución Política de la República emitió con fecha 25 de febrero del 2008 y publicado el 4 de marzo del 2008, el Acuerdo Gubernativo 88-2008, firmado en Consejo de Ministros, a través del cual se declaró de Urgencia Nacional la implementación y ejecución del plan denominado " Plan de Acción para Resolver la Crisis del Sistema de Generación, Transporte y Distribución de Energía Eléctrica".

Este instrumento establece que el Ministerio de Energía y Minas tiene el deber de convocar a todos aquellos ministerios de Estado que, conforme a sus competencias, tengan la responsabilidad directa de apoyar la implementación y ejecución del Plan relacionado.

En consecuencia, el Acuerdo establece que todos los órganos que conforman el Organismo Ejecutivo, así como los órganos centralizados y descentralizados, deberán, en el marco de sus respectivas competencias, coadyuvar con el Ministerio de Energía y Minas, para la implementación del dicho Plan.

### 6.3. MARCO POLÍTICO

- Política de gestión ambiental:

La política de gestión ambiental, acuerdo gubernativo 791-2003, se establecen los siguientes objetivos específicos.

Promover la gestión sostenible y la protección y desarrollo del patrimonio natural, mejorando la conservación y la utilización sostenible de los recursos naturales, para coadyuvar a incrementar la calidad de vida de los guatemaltecos y guatemaltecas del presente y del futuro.

Fortalecer la gestión de la calidad ambiental, promoviendo el crecimiento económico, el bienestar social y la competitividad a escala nacional, regional y mundial, a partir de la incorporación del concepto de producción limpia en los procesos productivos, fomentando el uso de prácticas innovadoras de gestión ambiental previniendo y minimizando los impactos y riesgos a los seres humanos y al ambiente.

Dicha Política establece dos grandes áreas de acción las cuales son:

- Área de Gestión de la Calidad Ambiental y
- Área de Manejo Sostenible del Patrimonio Natural.

Cada una de las áreas de acción se divide a su vez en ejes del área.

Política de manejo de desechos sólidos:

La política de manejo de desechos sólidos acuerdo gubernativo 111-2005, establece entre sus objetivos el lograr que Guatemala sea un país limpio, en donde las instituciones responsables del tema funcionan con eficiencia y todos los ciudadanos colaboran. Además se establece que la implementación de esta política contribuirá a mejorar la salud de las personas y el entorno ambiental.

Objetivo General:

Reducir los niveles de contaminación ambiental que producen los residuos y desechos sólidos, para que Guatemala sea un país más limpio y ordenado que brinde a su población un ambiente saludable.

Objetivos Específicos:

En lo político-institucional:

- a) Hacer que las instituciones públicas involucradas en el manejo integral de los residuos y desechos sólidos funcionen con eficiencia y eficacia en la administración y financiamiento de los servicios municipales.
- b) Hacer funcional el marco jurídico y normativo que regule el manejo integral de los residuos y desechos sólidos.

En lo social:

- a) Cambiar hábitos de la población en cuanto a la cultura de producción, consumo, manejo y disposición de los residuos y desechos sólidos.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

b) Hacer partícipe a la sociedad civil en los procesos de auditoría social para el mantenimiento de un ambiente saludable, a través de los mecanismos de ley, sobre todo los Consejos Comunales de Desarrollo Social y los Consejos Municipales de Desarrollo Social.

En lo económico:

a) Propiciar la valoración económica de los residuos y desechos sólidos y de los servicios relacionados.

b) Propiciar la participación de la empresa privada, al menos en los temas de:

Concesión de servicios.

Participación en empresas mixtas.

Participación en Proyectos dirigidos a la gestión y manejo integral de los residuos y desechos sólidos.

Reducción de la producción y el comercio de desechos peligrosos.

c) Propiciar la creación y aplicación de instrumentos económicos destinados a mejorar las condiciones de producción y manejo de residuos y desechos sólidos.

En lo ambiental y la salud:

a) Generar y hacer accesible la información básica pertinente que permita planificar y tomar decisiones en cuanto al manejo integral de los residuos y desechos sólidos.

b) Definir y hacer funcional la aplicación del marco de estándares y normas ambientales nacionales, relacionadas directamente con el tema, que permitan el monitoreo ambiental.

c) Propiciar la adopción paulatina de los estándares internacionales con respecto a los residuos y desechos sólidos que definan los tratados comerciales y ambientales que Guatemala ratifique.

d) Adoptar, adaptar y desarrollar las tecnologías adecuadas para el manejo (gestión) y disposición final de los residuos y desechos sólidos.

## **6.4 MARCO INSTITUCIONAL**

Basado en el contrato resultante del proceso de licitación internacional PET-01-2009 de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica suscrito el 22 de febrero del 2010 entre el Ministerio de Energía y Minas y el consorcio EEB-EDM Proyecto Guatemala, establece un cronograma con fechas específicas para la constitución de las servidumbres teniendo como

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

fecha límite para la constitución de 100% de las mismas, abril 21 del 2013. Condición referencial para sustentar legalmente lo relativo a paso de servidumbres.

## 6.4.1 Antecedentes de Autorizaciones Previas de EIA, Lotes A y F

### 6.4.1.1 Lote A

Cuadro VI-1 Listado de Antecedentes Ambientales del Lote A

PROYECTO	LOTE	No. DE EXPEDIENTE	NOMBRE DEL INSTRUMENTO AMBIENTAL	No. DE RESOLUCIÓN APROBATORIA	FECHA DE EMISIÓN DE LA RESOLUCIÓN APROBATORIA	FECHA DE NOTIFICACIÓN DE LA RESOLUCIÓN APROBATORIA
PET 01-2009	A	EIA-18-2011	Proyecto PET 01-2009, Plan de Expansión de Transporte 2008-2018. Lote A	<a href="#">933-2011/DIGARN/ECM/cmus</a>	13/05/2011	20/05/2011
PET 01-2009	A	EAI-1008-2012	Modificaciones Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto PET01-2009, Plan de Expansión de Transporte 2008-2018, Lote A.	<a href="#">1259-2013/DIGARN/UCAR/MHH/cfo.</a>	10/04/2013	30/04/2013
PET 01-2009	A	EIA-332-2012	Modificaciones al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto PET-01-2009, Lote A, Subestación Pacífico, Adecuación de la Línea de Transmisión Pacífico Conexión San Joaquín-Aguacapa a 230 KV y Línea de Transmisión Pacífico Conexión Escuintla II-San José a 230 KV existente.	<a href="#">1529-2013/DIGARN/LTCCT/caml</a>	25/04/2013	22/05/2013
PET 01-2009	A	EIA-229-2012	Modificaciones al estudio de evaluación de impacto ambiental del proyecto PET-01-2009 Plan de Expansión de Transporte 2008-2018 Lote A Subestación La Vega II, Trazo la Línea de Transmisión y Conexiones.	<a href="#">110-2013/DIGARN/UCAR/ODGR/jpdlr</a>	10/01/2013	23/01/2013

Fuente: TRECSA, 2015



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

#### 6.4.1.2 Lote F

Cuadro VI-2 Listado de Antecedentes Ambientales del Lote A

PROYECTO	LOTE	No. DE EXPEDIENTE	NOMBRE DEL INSTRUMENTO AMBIENTAL	No. DE RESOLUCIÓN APROBATORIA	FECHA DE EMISIÓN DE LA RESOLUCIÓN APROBATORIA	FECHA DE NOTIFICACIÓN DE LA RESOLUCIÓN APROBATORIA
PET 01-2009	F	EIA 10-2011	Proyecto PET-01-2009, Plan de Expansión de Transporte 2008-2018 Lote F.	<a href="#">2090-2011/DIGARN/ECM/arg</a>	18/07/2011	20/07/2011
PET 01-2009	F	EIA-0323-14	Modificaciones estudio de Evaluación de impacto ambiental Del proyecto PET-01-2009, Plan de Expansión de Transporte 2008-2018, Lote F, Subestación Sololá 230/69 kV.	<a href="#">01805-2015/DIGARN/ECB/jqiv</a>	23/04/2015	29/04/2015
PET 01-2009	F	EAI-227-2012	Modificaciones Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto PET-01-2009, Plan de Expansión de Transporte 2008-2018, Lote F.	<a href="#">04562-2014/DIGARN/UCAL/RSV/camv/rlllr</a>	03/12/2014	16/02/2015

Fuente: TRECSA, 2015

Con base en los estudios ambientales originales aprobados, se han desarrollados algunas ampliaciones como resultado de modificaciones en los Lotes A y F, donde se incluye la Subestación Las Cruces, dando cumplimiento a lo establecido en las Resoluciones Aprobatorias de los estudios originales.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

## VII. MONTO GLOBAL DE LA INVERSIÓN

El costo global que será requerido para la construcción del Proyecto es de aproximadamente US\$ 7, 306,400.00 o su equivalente en quetzales Q. 56,989,920, tomando una tasa de cambio de 7.8 x 1. Esta inversión será distribuida a lo largo del Proyecto el cual se estima tendrá una vida útil de 50 años.

El Cuadro VII-1 contiene el desglose de la inversión, divididos gastos de diseño, compra de terrenos de subestaciones, construcción (obras civiles), montaje y puesta en operación de las obras. Estos montos de inversión no comprenden suministros ni servidumbres.

Cuadro VII-1 Renglones de inversión del Proyecto

<b>GASTOS DE CONSTRUCCIÓN</b>		
REGLÓN	MONTO DE INVERSIÓN US\$	MONTO DE INVERSIÓN EN QUETZALES
Línea de Transmisión Guate sur-Las Cruces	1,289,600.00	10,058,880.00
Línea de Transmisión Las Cruces-Palestina	2,116,800.00	16,511,040.00
Subestación Las Cruces	3,900,000.00	30,420,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>7,306,400.00</b>	<b>56,989,920.00</b>

Fuente: TRECSA, 2015.

El monto considerado para las Medidas de Mitigación se desglosa en el cuadro a continuación:

Cuadro VII-2 Costo de Medidas de Mitigación

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO (Q)</b>
Monitoreos de ruido y pm10	Q450,000.00
Compensación por cambio de uso del suelo	607,145.00
Costo de implementación de rescates arqueológicos	320,000.00
Perturbación de Fauna	40,000.00
Seguimiento al PGA (salario a personal en inspecciones de campo)	25,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>1,442,145.00</b>

Nota: Las actividades restantes que se involucren en el plan de gestión son de responsabilidad del contratista de construcción y son costos inherentes o correspondientes a buenas prácticas de construcción, por consiguiente no se ven reflejados en esta información.

## **VIII. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO**

En el presente Capítulo se describe el ambiente físico del Área de Influencia Directa (AID) del Proyecto.

La descripción física se basa en información obtenida por medio de revisión bibliográfica, incluyendo bases de datos geográficos (mapas SIG) y, recorridos y caminamientos en terrenos correspondientes a las zonas donde se realizará el Proyecto.

Mediante esta descripción se pretende generar una imagen de las condiciones actuales del ambiente físico, por lo general referidas al AI del proyecto. El propósito de la línea base ambiental es proporcionar los elementos necesarios para que al realizar la evaluación de impactos se parta de las condiciones actuales a fin de determinar posibles impactos en el medio ambiente durante las diferentes etapas que incluye el Proyecto.

Entre los componentes analizados se encuentran geología regional, local y estructural; descripción del componente edáfico; condiciones climáticas; recurso hídrico (caracterización de cuencas y aguas superficiales); calidad del aire, niveles de presión sonora, amenazas naturales y vulnerabilidad entre otros.

### **8.1 GEOLOGIA**

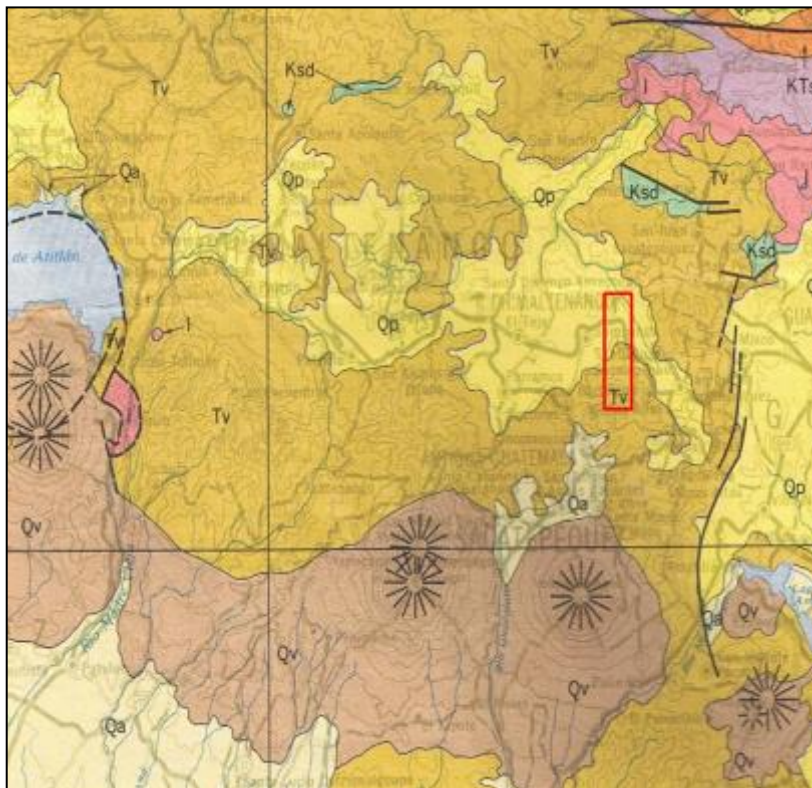
#### **8.1.1 Aspectos geológicos regionales:**

El territorio nacional está repartido en tres placas tectónicas: Norteamérica, Caribe y Cocos. Los movimientos relativos entre éstas determinan los principales rasgos topográficos del país y la distribución de los terremotos y volcanes. El contacto entre las placas de Norteamérica y Caribe es de tipo transcurrente. Su manifestación en la superficie son las fallas de Chixoy-Polochic y Motagua.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

MAPA VIII-1 Geología regional de Guatemala, mostrando en el recuadro rojo la ubicación aproximada del proyecto.



Fuente: Mapa Geológico de Guatemala, Hoja de Ciudad de Guatemala. Escala 1:50,000 IGN

Guatemala como parte norte de América Central está conformada por los bloques tectónicos Maya al norte, y Chortís, al sur, cuyo límite está definido por una zona de fallas transcurrentes de movimiento lateral izquierdo denominadas Chixoy-Polochic y Motagua.

Estas fallas transcurrentes constituyen la zona tectónica que ha estado activa desde el Oligoceno inferior (30-36.6 millones de años), después del inicio de la expansión de la Fosa de Bartlett o Caymán, hace alrededor de 37 millones de años y, comprende el límite entre las placas tectónicas de Norteamérica y la del Caribe, que aparentemente representan las prolongaciones continentales del rasgo estructural de la Fosa de Caymán que se encuentra el norte de Jamaica.

El proyecto se encuentra situado en la parte central de las tierras altas volcánicas del país. De acuerdo con el mapa geológico 1:500,000 del IGN (ver MAPA VIII-1) las principales formaciones y rasgos geológicos de la región son: Hacia el sur, los volcanes de Agua y Fuego y el complejo de la caldera de Atitlán y sus volcanes Atitlán, Tolimán y San Pedro hacia el SE. En la parte central, un extenso depósito de materiales Cuaternarios volcánicos

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

constituidos por flujos piroclásticos, paleosuelos, cenizas lapilli y líticos. Esta formación se extiende en una meseta que va de Parramos al sur hasta San Martín Jilotepeque al norte y de San Lucas Sacatepéquez al este hasta Tecpán hacia el oeste.

Tabla VIII-1 Secuencia estratigráfica de las formaciones litológicas encontradas en la región en que se localiza el proyecto

Simbología	Formación/Litología	Edad	Descripción
<b>Qp</b>	Pómez	Cuaternario	Depósitos subaéreos y subacuáticos de pómez riolítica y riodacítica, retrabajados extensamente. Rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez de origen diverso.
<b>Qa</b>	Conglomerado	Cuaternario	Conglomerado de grano grueso, depósitos aluviales
<b>Qv</b>	Andesita y basalto	Cuaternario	Flujos de andesita y basaltos de volcanes recientes. Rocas volcánicas principalmente de actividad volcánica relacionada con la formación de la fosa mesoamericana, rellenos de pómez mesetas de ignimoritas y depósitos laháricos.
<b>Tv</b>	Depósitos volcánicos	Terciario	Estratos tobáceos, ignimbríticos y lávicos. Rocas sedimentarias y volcánicas con rocas volcánicas del terciario mioceno superior a plioceno, actividad volcánica post-orogénica, coladas de lava, tobas, mesetas de ignimbrita, sedimentos volcánicos terrestres y lacustre.
<b>Ksc</b>	Formación Átima	Cretácico	Caliza recristalizada, incluyendo capas limosas delgadas
<b>McZ</b>	Formación Átima	Cretácico	Rocas clásticas en capas rojas pobremente expuestas
<b>Pzm</b>	Formación El Tambor	Paleozoico	Filitas en facies esquisto verde y esquisto
<b>I</b>	Granito	Cretácico	Granito, monzonita, granodiorita y cuarzodiorita

Fuente: IGN, Mapa Geológico 1:50,000, hoja Ciudad de Guatemala.

Alrededor de estos depósitos de cobertura recientes, en las partes montañosas afloran depósitos volcánicos del Terciario formados por tobas, lavas de diversa composición que constituyen la parte norte de la provincia geológica de las Tierras Altas Volcánicas. Hacia el Este, el graben o depresión tectónica donde se asienta la ciudad Guatemala es el rasgo más relevante. Hacia el norte, en el área de San Juan Sacatepéquez y San Raymundo inicia la zona de contacto con rocas calizas del Cretácico, intrusivos graníticos del Terciario y el complejo metamórfico asociado a la falla del Motagua. Véase Tabla VIII-1.

En cuanto a la geología del suelo, el área forma parte de la cordillera central, del sistema de Guatemala, según el Atlas Nacional, las rocas metamórficas disminuyen en abundancia

hacia el norte al pasar las rocas cristalinas, gradualmente hacia las fajas de sedimentos plegados donde se ha reconocido rocas de edades desde el pensilvánico superior hasta el terciario. La faja plegada pasa a su vez hacia el norte a sedimentos mesozoicos. También se encuentran depósitos minerales de rocas Sedimentarias y volcánicas de cuaternario. El siguiente cuadro muestra la secuencia estratigráfica generalizada para esta zona central de la provincia volcánica de Guatemala. Véase Tabla VIII.1

Las tierras altas volcánicas de Guatemala comprenden un cinturón volcánico de rumbo sureste y de un ancho entre 50 y 80 kilómetros a lo largo de toda la parte central del país. Este cinturón está compuesto de rocas volcánicas del Terciario con procesos de erosión, rocas sedimentarias al Sur y volcanos sedimentarias en los valles y una cadena alineada de conos volcánicos del Cuaternario, algunos de ellos activos. Estos volcanes se elevan con una media de 3,600 msnm, y ocupan el extremo sur del cinturón volcánico.

Al sur de estos volcanes se encuentra la Planicie Costera del Pacífico y hacia el norte lo limita las Sierras del Centro y Norte de Centro América (Dengo y Bohnenberger, 1969). Durante el Cuaternario, erupciones volcánicas intermitentes de pómez y ceniza cubrieron con un manto los altos topográficos y rellenaron las depresiones para formar una serie de cuencas o valles intermontanos relativamente planos. Algunos depósitos pumíticos se extienden más allá del cinturón volcánico hacia las sierras del norte donde afloran principalmente como rellenos de valles.

### **8.1.2 Aspectos geológicos locales**

De acuerdo con el mapa geológico 1:50,000 más del 80% del trazo de la línea corre sobre rocas volcánicas del Cuaternario (Qt) correspondientes al paleovolcán conocido actualmente como Cerro El Rejón. Este complejo de depósitos volcánicos del Cuaternario se extiende desde la zona de Palín, Antigua Guatemala pasando por Santa Lucía Milpas Altas, San Lucas Sacatepéquez, San Bartolo Milpas Altas y se extiende hasta Sumpango, con dirección general sureste a noroeste. Comprende varios cerros de gran elevación como la Montaña Carmona, Cerro El Cucurucho, El Pinón, El Astillero, El Rejón. En este último se ubica la mayor parte del trazo de la línea. A continuación se presentan dos mosaicos (Fotografía VIII-1 y Fotografía VIII-2) con fotografías de diferentes afloramientos presentes en el área, que ilustran las características geológicas relevantes del sector



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto “PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F”*

Fotografía VIII-1 Mosaico fotográfico de cuatro afloramientos geológicos observados en el área de influencia directa (AID) y área del proyecto (AP) y sus características generales.



Fuente: Geoambiente 2015.

Como se muestra en el MAPA VIII-2 más abajo, se describieron y analizaron varios afloramientos geológicos en la zona, mostrando acá los que se encontraban más cercanos al trazo previsto de la línea de transmisión.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Fotografía VIII-2 Mosaico fotográfico de cuatro afloramientos geológicos observados en el área de influencia directa (AID) y área del proyecto (AP) y sus características generales.



Fuente: Geoambiente 2015

Se pudo observar que en todo el trazo no existen afloramientos rocosos y la litología está constituida por una secuencia de depósitos volcánicos constituidos por tobas, paleosuelos, horizontes de lapilli y depósitos de caída de carácter pumítico con distinta espesor en función de la topografía original.

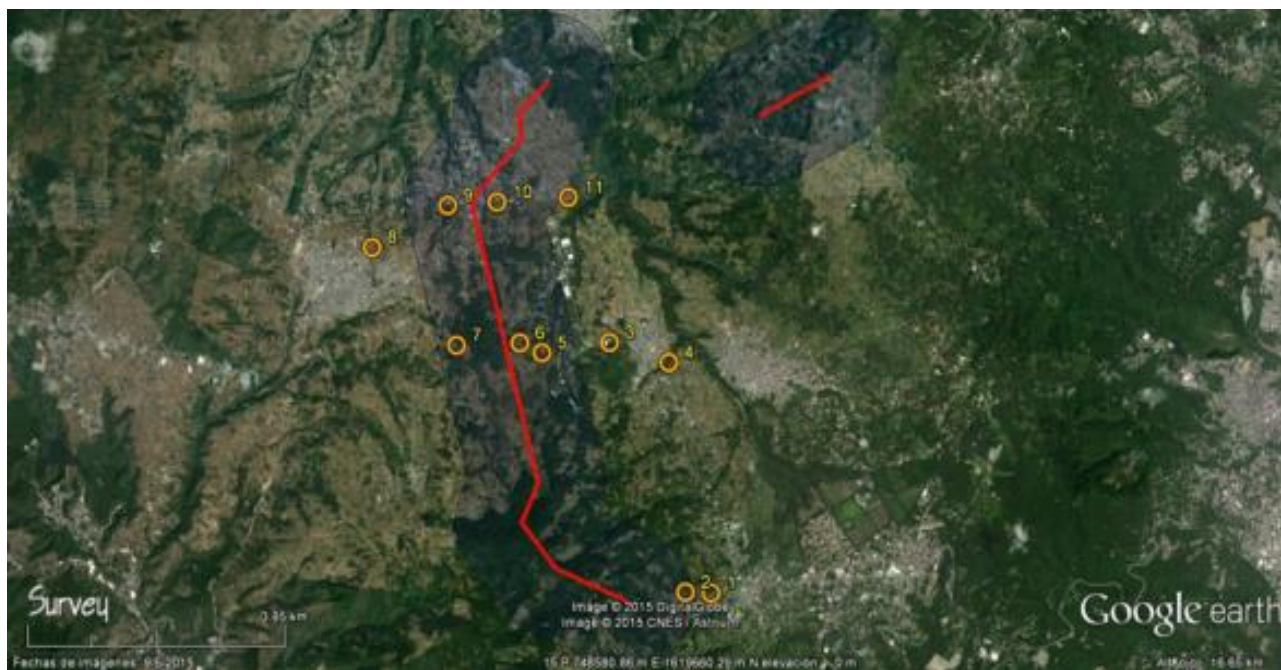
Aunque no se observó la presencia de fallas o alineamientos en la zona de influencia la presencia de cortes subverticales, aún de baja altura y en condiciones de alta humedad fomentan la presencia de zonas inestables con tendencia a generar derrumbes, erosión y formación de cárcavas, situación que debe ser tomada en cuenta para la construcción de las torres, junto con el estudio geotécnico específico para cada estructura.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

MAPA VIII-2 Ubicación de los puntos muestreados y afloramientos geológicos observados en el derrotero realizado en los alrededores de la línea de transmisión a los que se tuvo acceso, que abarcan el área de influencia directa (AI) y el proyecto (AP)



Fuente: Geoambiente 2015

### 8.1.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y EVALUACIÓN

Las características generales de los materiales que afloran en el área se describen a continuación,

**Depósitos Coluviales:** Son materiales meteorizados y transportados por gravedad. Su origen es local, producto de la alteración in situ de las rocas y posterior transporte como derrubios de ladera o depósitos de solifluxión. Frecuentemente están asociados a masas inestables. Su composición depende de la roca de la que proceden, estando formados por fragmentos angulares y heterométricos, generalmente de tamaño grueso, englobados en una matriz de limo arcillosa. Su espesor suele ser escaso, aunque puede ser muy variable. Tienen una gran importancia geotécnica cuando se trata de masas inestables. La resistencia de estos materiales es baja, sobre todo en la zona de contacto con el sustrato rocoso, y cuando se desarrollan altas presiones intersticiales como consecuencia de lluvias

intensas. La identificación de estos materiales es fundamental en cualquier estudio geológico-geotécnico y por tanto constituye una prioridad de las investigaciones in situ. Su presencia, a priori puede suponer un problema. Estos depósitos tienen una importancia marginal en el área de estudio donde no se observan afloramientos importantes de coluvios.

**Depósitos Aluviales:** Son materiales transportados y depositados por el agua. Su tamaño varía desde la arcilla hasta las gravas gruesas, cantos y bloques. Las facies más gruesas presentan bordes redondeados. Se distribuyen en forma estratiforme, con cierta clasificación, variando mucho su densidad. Están muy desarrolladas en los climas templados, ocupando cauces y valles fluviales, llanuras y abanicos aluviales, terrazas y paleocauces.

Son suelos muy anisotrópicos en su distribución, con propiedades geotécnicas altamente variables, estrechamente relacionadas con la granulometría. Su continuidad es irregular, pudiendo tener altos contenidos en materia orgánica en determinados medios. La permeabilidad depende de la granulometría. Generalmente presentan un nivel freático alto. La investigación geotécnica precisa de un elevado número de reconocimientos, dada su heterogeneidad y anisotropía.

Los aluviales constituyen materiales para la construcción, sobre todo como áridos. En el área del proyecto, sólo tienen una presencia marginal ya que el trazo de la línea de transmisión no pasa sobre ninguna corriente o río de importancia.

**Depósitos de Origen Volcánico:** Los suelos volcánicos pueden ser residuales por alteración de los materiales infrayacentes, resultando depósitos limo-arenosos y arcillas, y transportados como producto de las emisiones volcánicas dando lugar a acumulaciones de piroclásticos, de tipo lacustre o aluvial cuando son transportados por el agua.

Los minerales procedentes de las rocas volcánicas son altamente inestables frente a la meteorización, transformándose rápidamente en productos de alteración y arcillas, abundando las halloysitas, las alófanas (de estructura amorfa) y las esmectitas. El predominio de alguno de estos minerales depende de las condiciones de drenaje y geoquímica del medio. Las arcillas volcánicas tienden a formar fábricas oolíticas y agregaciones de arcillas, dando granulometrías y plasticidades correspondientes a suelos de mayor tamaño. Los suelos esmectíticos son expansivos, con altas plasticidades. Los suelos residuales pueden ser muy susceptibles, comportándose de forma inestable frente a rápidos aumentos de presión intersticial, o cargas cíclicas por terremotos, en cuyo caso se pueden producir deslizamientos o flujos de tierras.

Otro grupo importante lo forman los depósitos de piroclastos. Están formados por partículas de tamaños variables, desde cenizas ( $\varnothing$  2 mm) hasta lapillis ( $\varnothing$  2 – 64 mm), o fragmentos de mayor tamaño. Se acumulan en capas estratiformes, de acuerdo a la dirección del viento, o dirección de la nube de cenizas o colada de piroclastos. Forman

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

estructuras esponjosas de muy baja densidad y alta porosidad. Cuando las cenizas se consolidan o cementan, forman tobas blandas, muy alterables y colapsables frente a cargas relativamente bajas. Si los piroclastos están aún fundidos en el momento de su sedimentación, se aglomeran formando una toba compacta. Si durante la deposición y enfriamiento se desarrollan fuertes uniones entre sus partículas por soldamiento o compactación de los productos vítreos, su resistencia aumenta dando elevados ángulos de rozamiento interno y cohesiones aparentes altas.

Este tipo de depósitos y los paleosuelos producto de su alteración son uno de los principales material aflorantes en el área del proyecto.

**Rocas volcánicas:** En la mayoría del trazo del proyecto afloran rocas andesíticas, riolíticas y tobas volcánicas que forman las partes altas de las montañas de San Bartolomé Milpas Altas. En la siguiente Tabla VIII-2, se presentan las principales características geotécnicas de algunos tipos de rocas volcánicas.

Tabla VIII-2 Propiedades geotécnicas de las rocas volcánicas de la región en que se encuentra el proyecto

Roca	Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	Porosidad (%)	Permeabilidad k (m/s)	Resistencia a la compresión (kP/cm <sup>2</sup> )	Cohesión c (kP/cm <sup>2</sup> )	Ángulo de fricción básico (grados)
Andesita	2.2 – 2.35	10 -15	10 <sup>-7</sup> – 10 <sup>-12</sup>	1,000 – 5,000	280	45
Basalto	2.7 – 2.9	0.2 – 2		600 – 3,500	200 – 600	48 – 55
Diorita	2.7 – 2.85			1,200 – 3,350	150	50 – 55
Riolita	2.4 – 2.6	4 – 6				
Toba	1.9 – 2.3	14 – 40		100 – 460	7	

Fuente: IGN

## 8.1.4 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

En el área y sus alrededores afloran rocas ígneas, principalmente volcánicas las cuales son en su mayor parte productos lávicos y piroclásticos (pumíticos).

Se describen las unidades litológicas del altiplano central, desde las más antiguas a las más recientes, indicando sólo las que tienen relación o afloran en el área de estudio, como puede verse en el MAPA VIII-3.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

**Paleosuelos (P):** Estos se han formado en casi todos los depósitos de caída de ceniza, no existiendo en los depósitos de flujo de ceniza, ni en los sedimentos fluviales y lacustres de su parte superior.

Los paleosuelos de los tres depósitos inferiores de caída de ceniza son lo que mejor se han desarrollado. Están formados por los niveles B y C del perfil del suelo y contienen de 20 a 40% de arcilla. Los paleosuelos más modernos no desarrollaron un nivel B, y granulométricamente, son más gruesos, contienen entre 7 y 15% de arcilla. Los espesores de los paleosuelos son reducidos y varían entre 0.2 y 2 metros.

**Aluviones (Qal):** Todos los tipos de sedimentos aluviales no consolidados Holocénicos se agrupan en esta asociación, que incluye depósitos fluviales, deltaicos, lacustres y derrumbes recientes.

**Lavas basálticas, andesíticas y dacíticas (Q<sub>1</sub>):** En este grupo se incluyen los basaltos, andesitas y escoria de los conos volcánicos, sus conos parasíticos y cenizas intercaladas entre los flujos de lava. Esta unidad aflora en el trazo sur y central de la zona de estudio.

**Cenizas con sedimentos intercalados (Qp):** Este grupo incluye los depósitos piroclásticos de los Grupos Sumpango y San Cristóbal. En las áreas donde únicamente se presentan tefras, el espesor de la cubierta piroclástica Cuaternaria se encuentra reducido a unos cuantos metros.

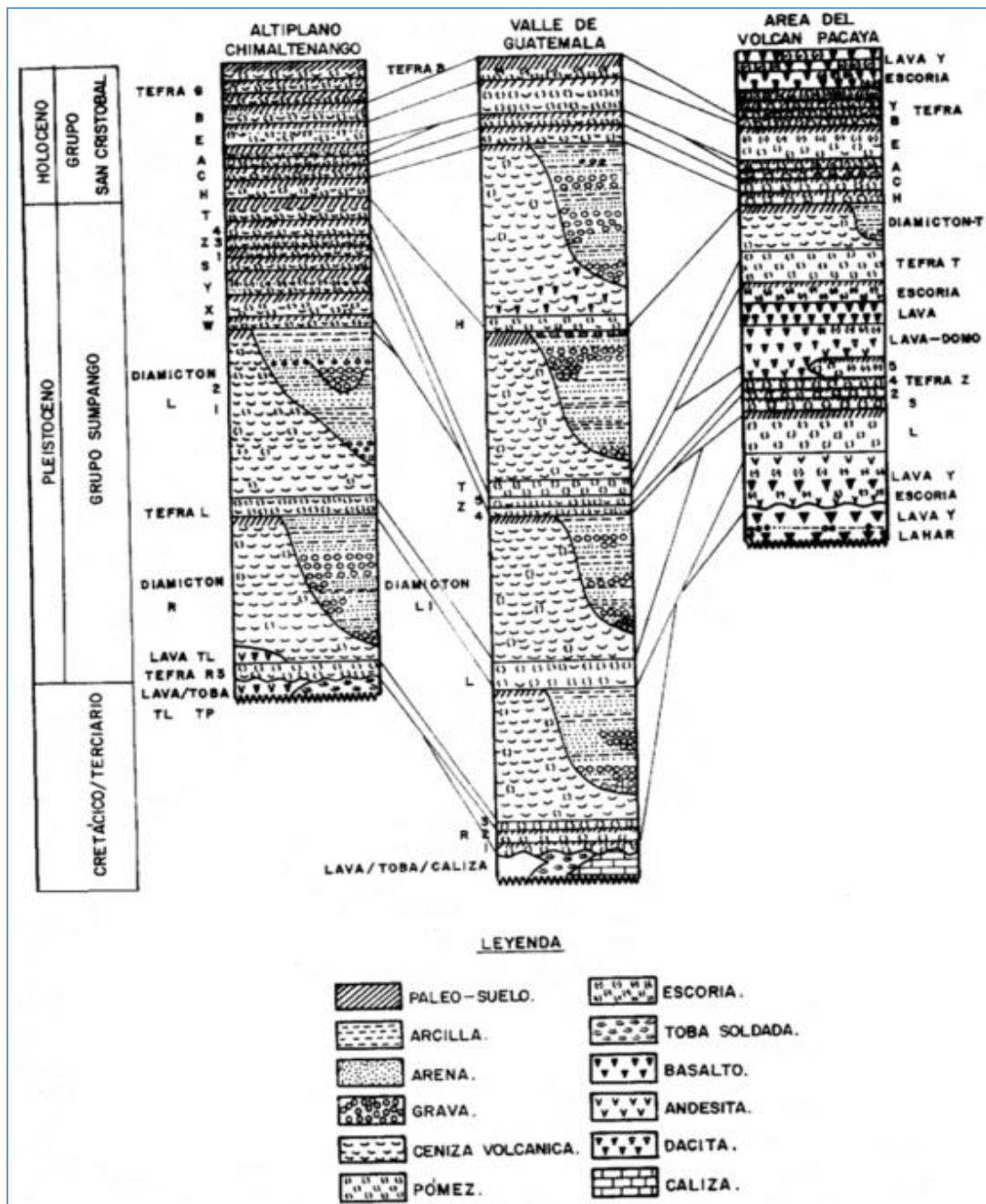
**Tobas soldadas y sedimentos intercalados (Tp):** Las tobas soldadas, ignimbritas, diques y sedimentos locales de la Formación San Agustín Las Minas, así como depósitos equivalentes son representados en este grupo.

De acuerdo con estudios realizados en afloramientos cercanos, la correlación litoestratigráfica del área se ilustra en la siguiente Figura VIII-1:



Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"

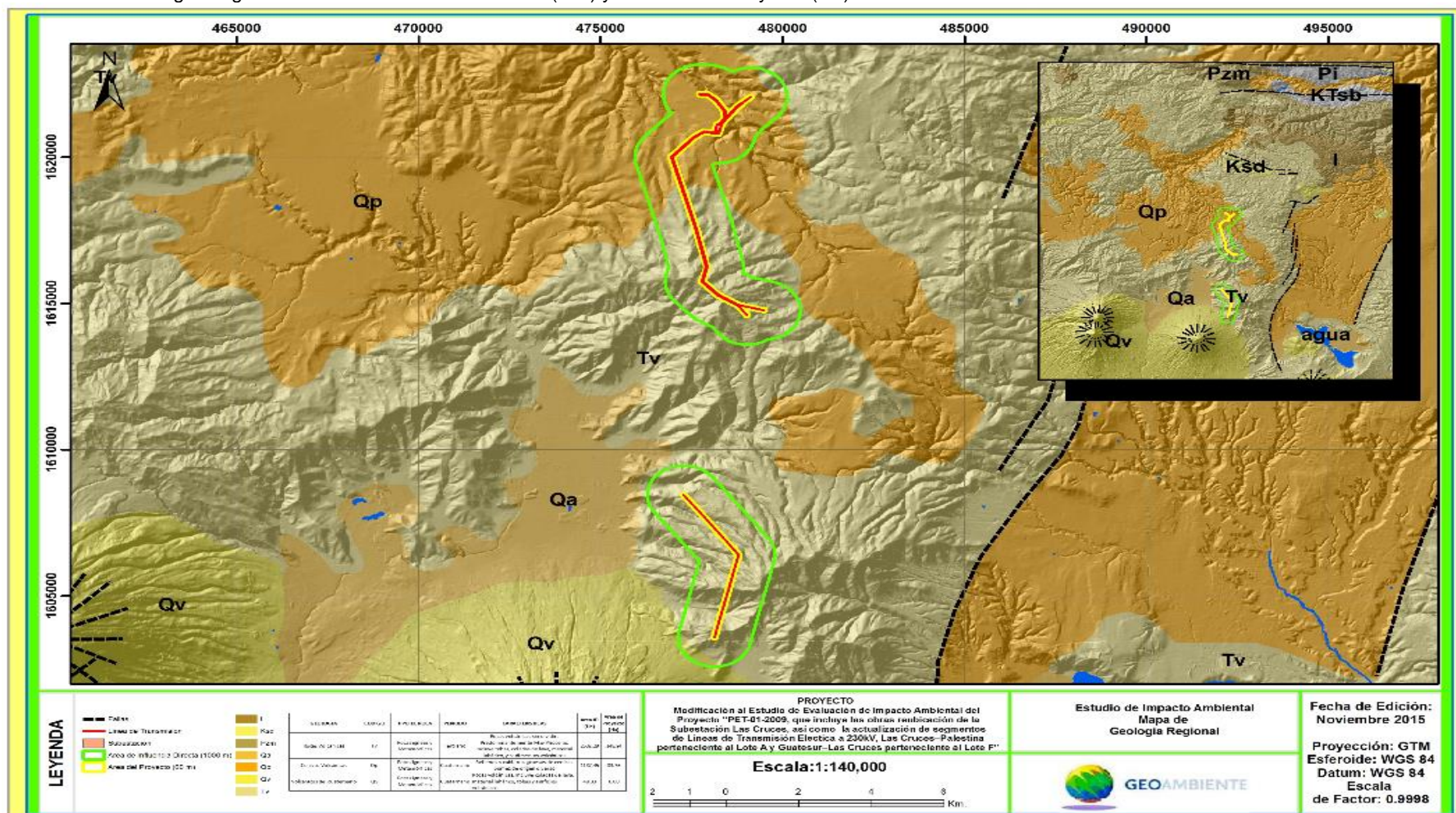
Figura VIII-1 Correlación lito-estratigráfica presente en la zona del proyecto



Fue  
nte:  
INSI  
VUM  
EH-  
IGN.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

MAPA VIII-3 Geología Regional del área de Influencia Directa (AID) y del Área del Proyecto (AP)



Fuente: MAGA, 2006, Elaboración Geoambiente 2015

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

## 8.2 GEOMORFOLOGÍA

### 8.2.1 Descripción Geomorfológica

Los municipios presentes en el área prevista del trazo de la línea de transmisión del proyecto, pertenecen en general al gran paisaje de Tierras Altas Volcánicas y se encuentran divididos en tres regiones fisiográficas: Relleno piroclástico alrededor de la caldera del Volcán Atitlán, Montañas volcánicas del centro del país y Volcán de Agua. En la siguiente tabla, se muestra la ubicación del AP y AI del proyecto y los terrenos geológicos que abarcan, como se puede observar en el mapa 8.2

Tabla VIII-2.1 AP y AI del Proyecto y los Terrenos Geológicos

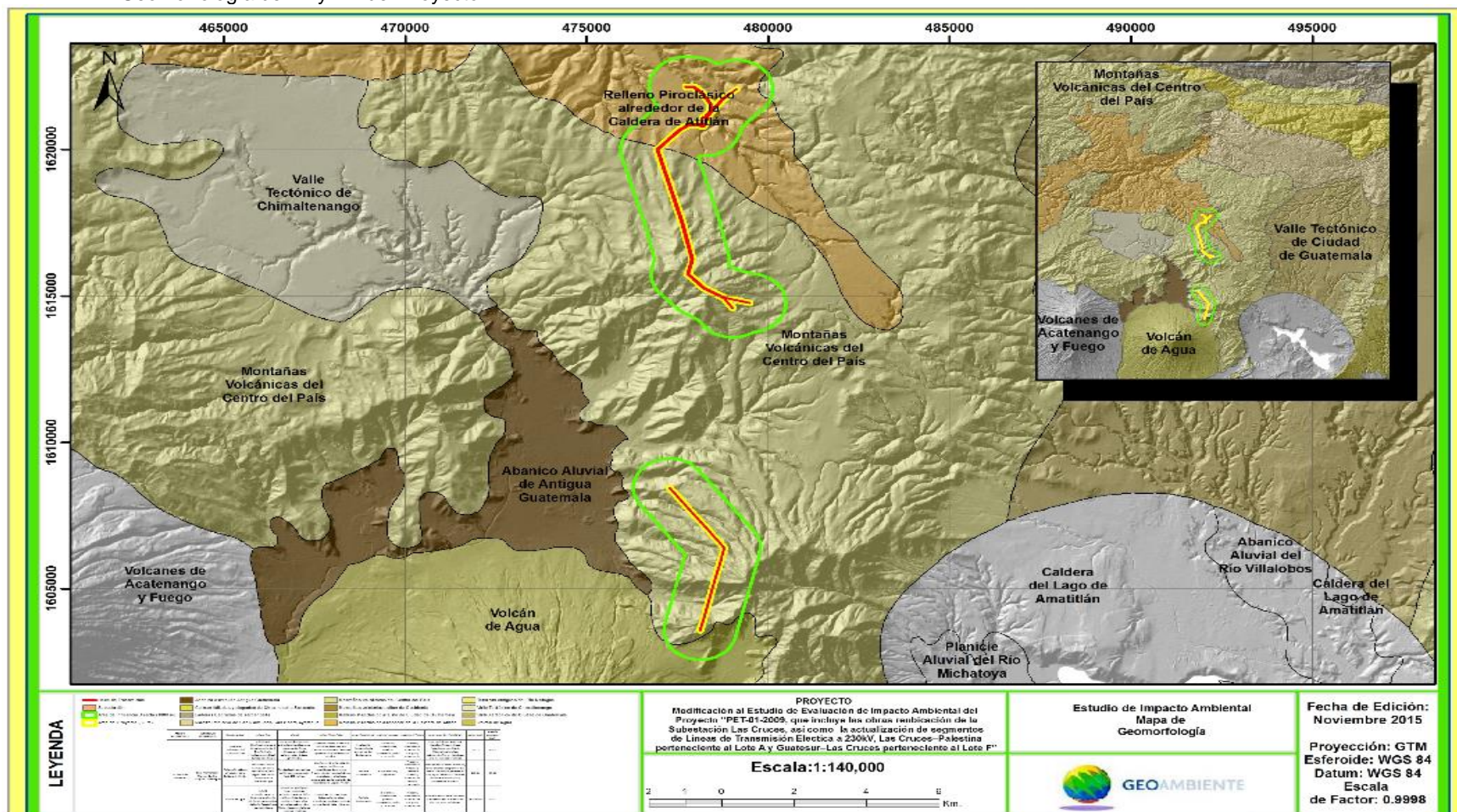
GEOLOGIA	CODIGO	TIPO DE ROCA	PERIODO	CARACTERISTICAS	Area de Influencia (Ha)	Area de Proyecto (Ha)
Rocas Volcanicas	Tv	Rocas igneas y Metamórficas	Terciario	Rocas volcánicas sin dividir. Predominantemente Mio-Plioceno. Incluye tobas, coladas de lava, material lahárico, y sedimentos volcánicos	2602.29	148.94
Cenizas Volcánicas	Qp	Rocas igneas y Metamórficas	Cuaternario	Rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez de origen diverso	1187.45	83.76
Volcánicos del cuaternario	Qv	Rocas igneas y Metamórficas	Cuaternario	Rocas volcánicas. Incluye coladas de lava, material lahárico, tobas y edificios volcánicos	48.33	0.00

Fuente: Geoambiente, 2015



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

MAPA VIII-4 Geomorfología del AI y AP del Proyecto



Fuente: IGN, elaboración propia Geoambiente 2015

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

En la siguiente tabla se muestra el resumen del contexto geomorfológico y geológico del área del proyecto y su área de influencia

Tabla VIII-2.2 Resumen de Rasgos Geomorfológicos y Geológicos del AP y su Área de Influencia

Región Fisiográfica	Subregión Fisiográfica	Gran Paisaje	Despliegue	Tipo de Rocas	Morfología	Edad Geológica	Tipo de Drenaje	Edad Geológica	Tipo de Rocas	Area ID (Ha)	Area de Proyecto (Ha)
Tierras Altas Volcánicas	Zona Montañosa y Planicie Central (Tecpán - Jalpatagua)	Montañas Volcánicas del Centro del País	Se limita de Chichicastenango al Departamento de El Quiché, hasta Mataquescuintla al Suroeste de Jalapa	Rocas Volcánicas como andesitas y basaltos en su mayor parte, flujos riolíticos, piroclastos, aglomerados, tobas e ignimbritas.	Al parecer la zona durante el cretácico tardío hasta el Paleoceno temprano, las rocas igneas intruyeron las series cretácicas	Finales del Terciario hasta principios del Cuaternario	Dendrítico, subdendrítico, paralelo, subparalelo, trellis y trezado	Plioceno, Pleistoceno, Cuaternario Antiguo y Cuaternario	Rocas volcánicas, andesita, basaltos, flijos riolíticos (obsidianas y perlitas); Materiales aluviales, sedimentos fluvio - lacustres, lahares y ceniza volcánica	2781.15	165.01
		Relleno Piroclástico alrededor de la Caldera de Atitlán	Se extiende desde Nahualá en Sololá hacia el Este hasta llegar a San Martín Jilotepeque en Chimaltenango.	Piroclastos de pómez tipo lapilli, con espesores de hasta 200 metros.	Su origen está en la caída de grandes volúmenes piroclásticos de pómez y fragmentos de rocas volcánicas arrojadas por el colapso ocasionado por la	Período Cuaternario	Subdendrítico y subparalelo	Plioceno, Pleistoceno, Holoceno, Terciario Superior, Cuaternario Tardío y Cuaternario	Principalmente rocas volcánicas, lavas, brechas, conglomerados, cenizas volcánicas, coladas de lava, lapilli, andecitas, basaltos, materias piroplásticas y sedimentos	923.94	67.69

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces-Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur-Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Región Fisiográfica	Subregión Fisiográfica	Gran Paisaje	Despliegue	Tipo de Rocas	Morfología	Edad Geológica	Tipo de Drenaje	Edad Geológica	Tipo de Rocas	Area ID (Ha)	Area de Proyecto (Ha)
					explosión de la caldera del Lago de Atitlán				aluviales.		
		Volcán de Agua	Sololá, Chimaltenango y Guatemala; el norte de los Departamentos de Santa Rosa Jutiapa y parte de Jalapa.	Materiales geológicos: Rocas volcánicas, andesita, basaltos, flijos riolíticos (obsidianas y perlitas); Materiales aluviales, sedimentos fluvio - lacustres, lahares y ceniza volcánica	Volcánicas, brechas, lavas, tobas, aglomerados, ignimbritas, cenizas y muchas corrientes de lodo y lahares.	Período Cuaternario	Dendrítico, subdendrítico, paralelo, subparalelo, trellis y trenzado	Plioceno, Pleistoceno, Cuaternario Antiguo y Cuaternario	El estado actual de la unidad es ocasionado por el cúmulo de diversas rocas volcánicas.	132.984771	0.00



## 8.3 SUELOS

La serie de suelos predominante en el área es la definida por la Clasificación de Simmons como **Cauqué (Cq)**, que se caracteriza por presencia de ceniza volcánica pomácea de color claro, perteneciente de relieves ondulados a fuertemente inclinados; posee drenaje interno muy bueno; es de color café muy claros de textura franco arcillosa y profundidad de 75 centímetros. Son suelos desarrollados sobre su ceniza volcánica a elevaciones medias: desarrollados sobre serpentina y rocas asociadas como riolita amorfa y roca calcárea, relativamente extensos en Guatemala. Parecen ser el resultado de la serpentinización de las rocas máficas, son poco profundos, arcillosos de color café o café rojizo y en general se considera de baja productividad. Esta serie de suelos Cauqué (Cq) corresponde en la nueva clasificación de suelos FAO-USDA al orden de suelos Andisoles (and) y Alfisoles (alf), cuyas características y lineamientos de manejo se describen en la siguiente MAPA VIII-3.

Tabla VIII-3 Serie de suelos FAO-USDA predominante en el área de influencia directa (AID) y el área del proyecto (AP), con su equivalente en la anterior clasificación de suelos de Simmons.

CLASIFICACIÓN SIMMONS	ORDEN FAO-USDA	CARACTERÍSTICAS	SUB ORDEN	CARACTERÍSTICAS	LINEAMIENTOS DE MANEJO
CAUQUÉ Cq	ANDISOL and	Suelos desarrollados sobre ceniza volcánica que tienen baja densidad aparente (menor de 0.9 g/cc) y con altos contenidos de alófono. Generalmente son suelos con alto potencial de fertilidad y adecuadas características físicas para su manejo. En condiciones de fuerte pendiente tienden a erosionarse con facilidad. Una característica de los andisoles es su alta retención de fosfatos (arriba del 85%), la cual es una limitante para el manejo, por lo que se debe considerar en los planes de fertilidad cuando se someten a actividades de producción agrícola.	USTANDS USTALFS Ds-Ls	Los <b>Ustands Ds</b> son Andisoles que están secos entre 90 y 180 días del año en su interior. Presentan deficiencias de humedad.	Su principal problema, además de las limitantes mencionadas a nivel del orden, es la falta de humedad la mayor parte del año, esta es una limitante para las actividades agrícolas.
	ALFISOL alf	Suelos con un horizonte interno que tiene altos contenidos de arcilla con relación a los horizontes superficiales, además presentan alta saturación de bases (mayor de 35%). Los alfisoles son suelos maduros con un grado de desarrollo avanzado, pero que todavía tienen un alto contenido de bases en los horizontes interiores. Generalmente son suelos con buen potencial de fertilidad.		Los <b>Ustalfs Ls</b> son Alfisoles que están secos entre 90 y 180 días del año en su interior. Presentan déficit de humedad.	Al igual que los Udalfs, ofrecen buenas condiciones para la producción agropecuaria, pero en caso de actividades agrícolas, se requiere de la suplementación de agua, para tener cultivos con más de una cosecha por año.
ALOTENANGO AI	ANDISOL and	Ver descripción arriba	VITRANDS USTANDS PSAMMENTS Dv Ds En	Los <b>Vitrands Dv</b> Son suelos con alto contenido de vidrio volcánico, lo que hace que tengan texturas gruesas (arenosas) y una baja retención de agua.	Por ser suelos bastante arenosos, demandan mayor cantidad de agua para actividades productivas agrícolas, sin embargo, por sus características físicas, son fácilmente labrables. Una limitante lo constituye las pendientes fuertes en las cuales se les encuentra en muchos casos.
				<b>Ustands Ds</b> Ver descripción arriba	Ver descripción arriba

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

	<b>ENTISOL ent</b>	Suelos con poca o ninguna evidencia de desarrollo de su perfil y, por consiguiente, de los horizontes genéticos. El poco desarrollo es debido a condiciones extremas, tales como, el relieve (el cual incide en la erosión o, en su defecto, en la deposición superficial de materiales minerales y orgánicos) y, por otro lado, las condiciones como el exceso de agua. De acuerdo al relieve, estos suelos están presentes en áreas muy accidentadas (Cimas de montañas y volcanes) o en partes planas.		Los <b>Psamments Ep</b> Son los Entisoles más arenosos, que se encuentran en superficies poco inclinadas y con menos del 35% de fragmentos rocosos. Generalmente se encuentran en las áreas más cercanas a los ríos o en áreas de actividad volcánica muy reciente. A diferencia de los Fluvents, los Psamments no tienen capas deposicionales de materiales minerales en su interior. En muchas áreas, están cubiertos con bosque de galería, y en otros casos están cultivados y forman parte de lo que los agricultores llaman los suelos de vega.	En los casos que se dispone de agua en abundancia pueden ser bastante productivos, puesto que tienen poca retención de humedad. La pedregosidad muchas veces es una limitante para la producción. Por su naturaleza arenosa, en muchos casos su contenido orgánico es muy bajo y su fertilidad se ve afectada.
<b>PALIN PI</b>	<b>ANDISOL and</b>	Ver descripción arriba	<b>PSAMMENTS Ep</b>	Psamments ver descripción arriba	Ver descripción arriba

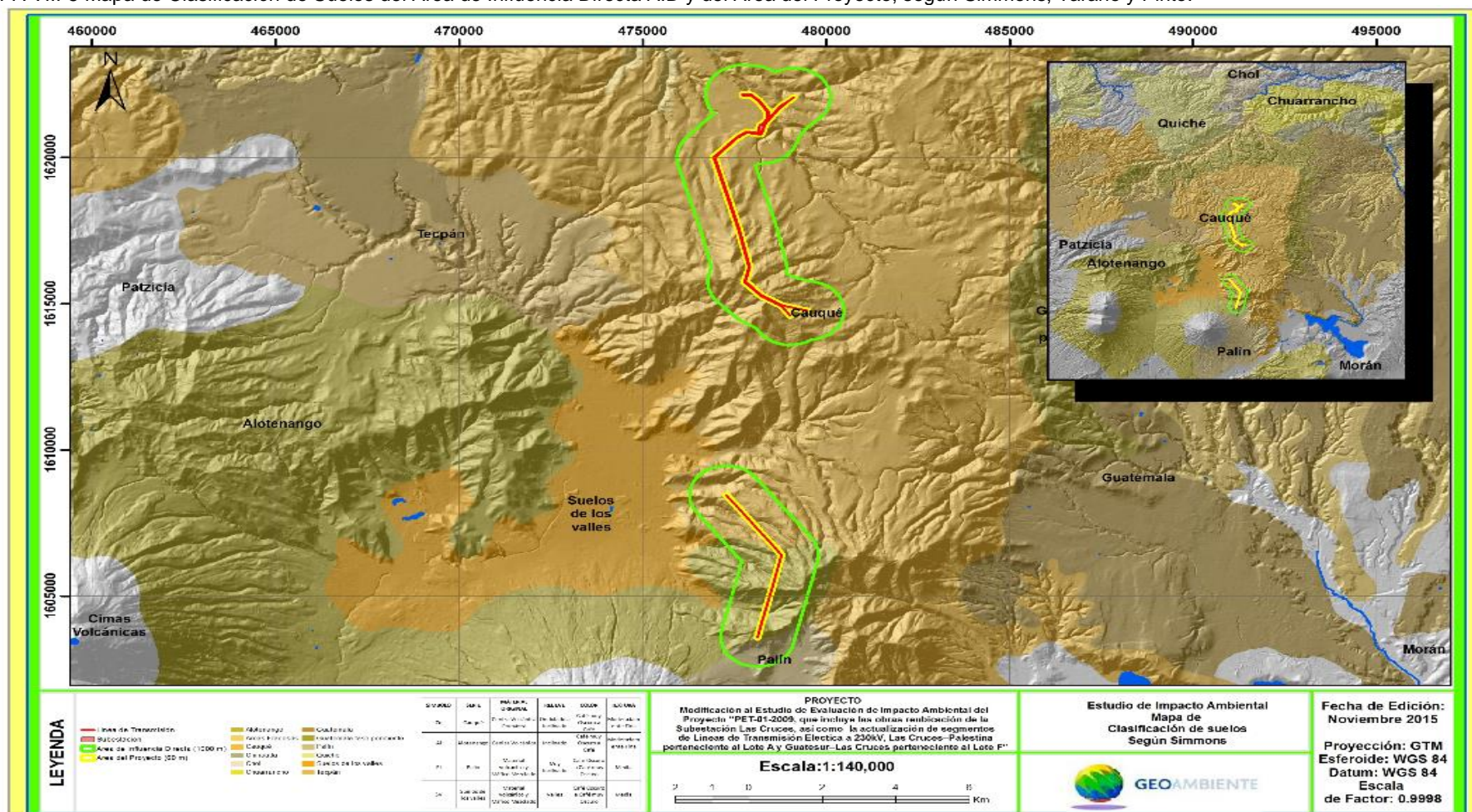
Fuente: Primera aproximación al Mapa de Clasificación Taxonómica de los suelos de la República de Guatemala, a escala 1:250,000. Guatemala. 2000

La elevación promedio del lugar está situada a una altura de 2100 metros sobre el nivel del mar, forman una altiplanicie central ondulada y con pendientes en terrenos quebrados. Las áreas dedicadas a cultivos están situadas tanto en partes planas como inclinadas.

El MAPA VIII-5 que se muestra a continuación muestra la distribución de los suelos en el área de influencia directa (AID) y en el área del proyecto (AP).

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

MAPA VIII-5 Mapa de Clasificación de Suelos del Área de Influencia Directa AID y del Área del Proyecto, según Simmons, Tarano y Pinto.



Fuente: MAGA, elaboración propia Geoambiente 2015.

## **8.4 CLIMA**

En términos generales, el clima de esta parte del altiplano central es templado y claramente continental, definido por el sistema de Clasificación Climática de Thornthwaite como Bosque Húmedo Templado BB2, definiéndose en la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge (MAPA VIII-6) como Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, representada principalmente por rodales de Quercus sp, cipreses y pinos, como vegetación natural, dado que la región ha mostrado desde hace varios años una fuerte intervención que ha visto un fuerte aumento en diferentes cultivos hortícolas de exportación. Esta región se encuentra al Norte de la cadena volcánica que recorre nuestro la parte Centro-Sur del país, con una orientación Noroeste-Sureste. En el área, como en muchas regiones del país, no hay una buena cobertura de estaciones meteorológicas, que tengan estadísticas confiables de varios años de registro.

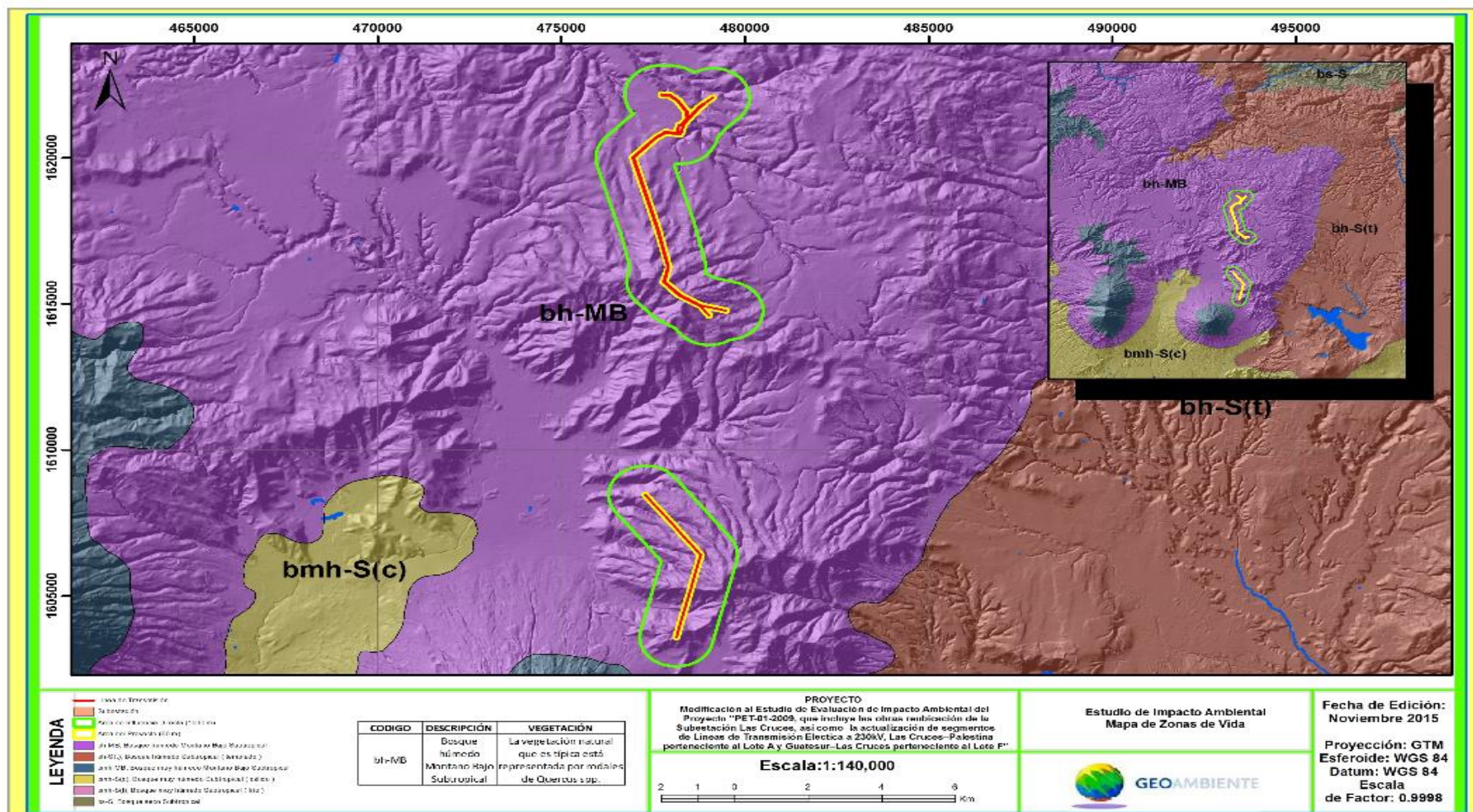
La estación meteorológica más próxima al área es la Suiza Contenta, (Latitud 14° 37' 08" N, Longitud 90° 29' 40" O y Elevación 2105 m) con un registro 41 años de lluvias y 37 años de temperaturas. No cuenta con registros de otras variables meteorológicas.

Los vientos registrados generalmente en esta parte del altiplano central son del Norte y Noreste (generalmente más intensos, menor nubosidad y con menos humedad, masas de aire con mayor grado de continentalidad), conocidos localmente como Pa'jotol tew (cuando aumenta el frío, ingreso de frentes fríos), y del Suroeste (generalmente moderados, mayor nubosidad y con mayor humedad), conocidos localmente como Pa'xulan tew (cuando baja el frío, brisas más húmedas del Sur por la cercanía del litoral del Océano Pacífico).



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

MAPA VIII-6 Zonas de vida identificadas en el Área de Influencia Directa AID y del Área del Proyecto.



Fuente: MAGA, elaboración propia Geoambiente 2015



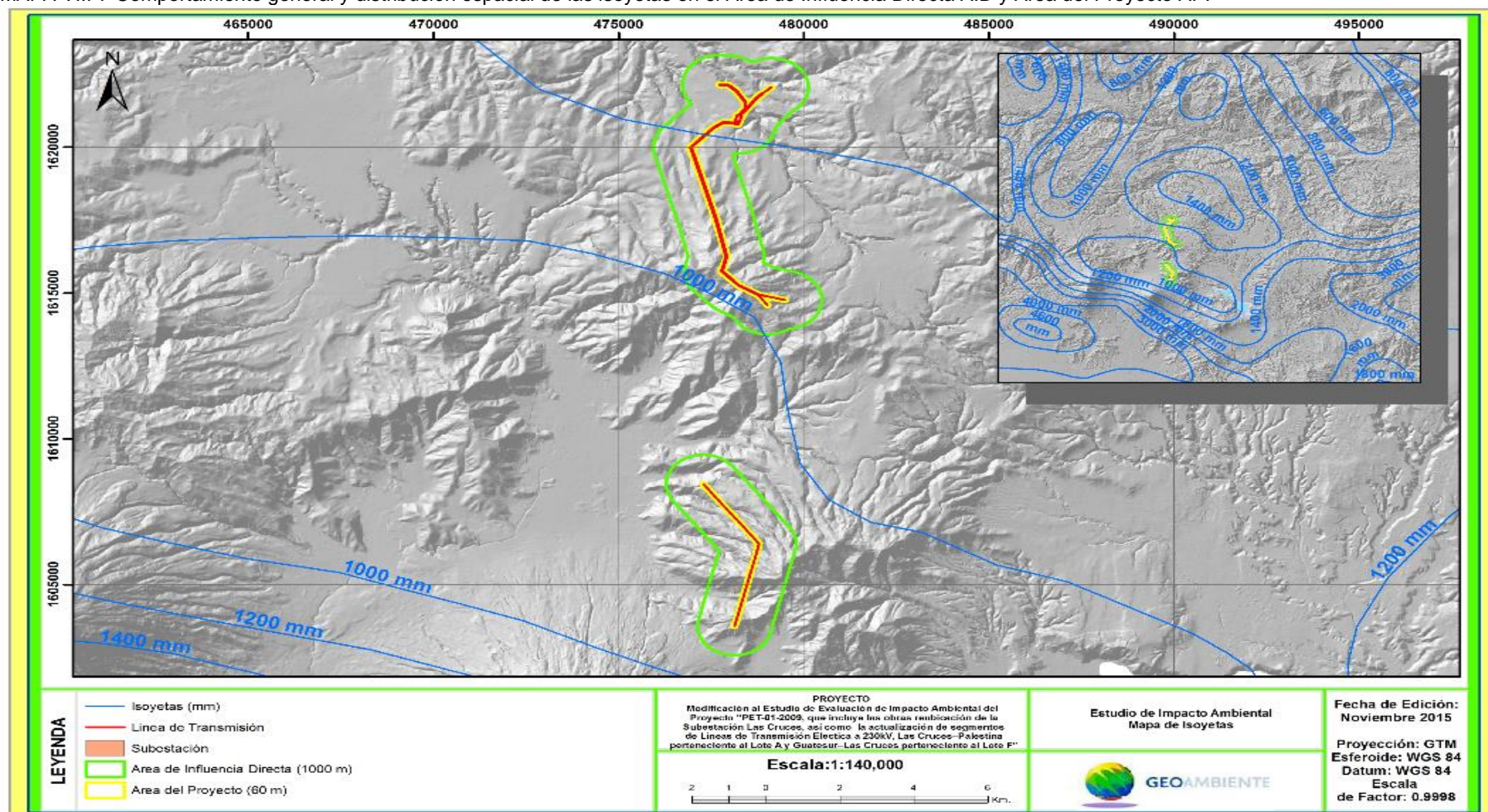
*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

El comportamiento general de las lluvias en el área muestra una estación lluviosa de aproximadamente seis meses, iniciando en la segunda quincena de Mayo y terminando temprano en Octubre, aportando en promedio unos 1120 mm en unos 112 días, como se puede apreciar en el Mapa VIII-7 de Isoyetas.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

MAPA VIII-7 Comportamiento general y distribución espacial de las isoyetas en el Área de Influencia Directa AID y Área del Proyecto AP.



Fuente: MAGA, Elaboración propia Geoambiente 2015

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

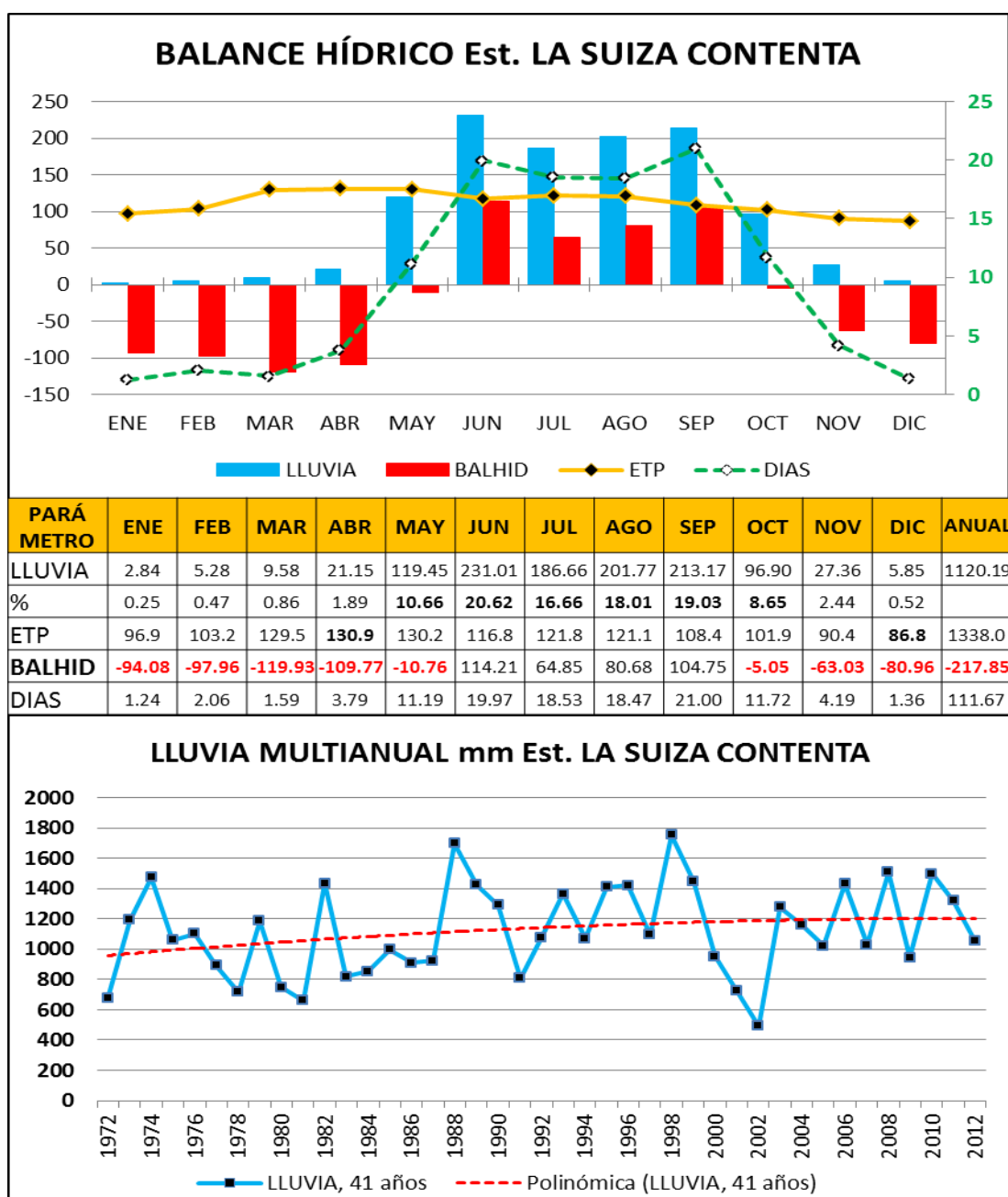
---

Estos meses lluviosos de Mayo a Octubre aportan aproximadamente el 94% de las lluvias, mientras que los meses secos apenas contribuyen con el 6% restante. Los dos meses más lluviosos son generalmente Mayo (231 mm/ 20 días) y Septiembre (213 mm/ 21 días). Los meses menos lluviosos son Enero (3 mm/ 1 día) y Febrero (6 mm/ 1 día). La canícula no es tan marcada en esta región, siendo Julio el mes en el que más se observa una reducción (un <20% del promedio) en las lluvias. La evapotranspiración potencial (según Hargreaves) anual es de 1338 mm, con un balance hídrico que muestra los seis meses de la época seca (noviembre a Abril) con una clara deficiencia hídrica.

El comportamiento histórico (41 años de registros) de las lluvias muestra en general un comportamiento levemente ascendente que en los últimos años ha mostrado una relativa estabilidad, como se ve en la Figura VIII-2.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Figura VIII-2 Balance hídrico de la estación La Suiza Contenta, mostrando su distribución estacional, al igual que la de la lluvia (mm), días de lluvia y ETP Hargreaves (mm). En la parte baja se muestra la tendencia histórica de los 41 años de registros de lluvia del lugar.



Fuente: Geoambiente 2015, datos INSIVUMEH

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

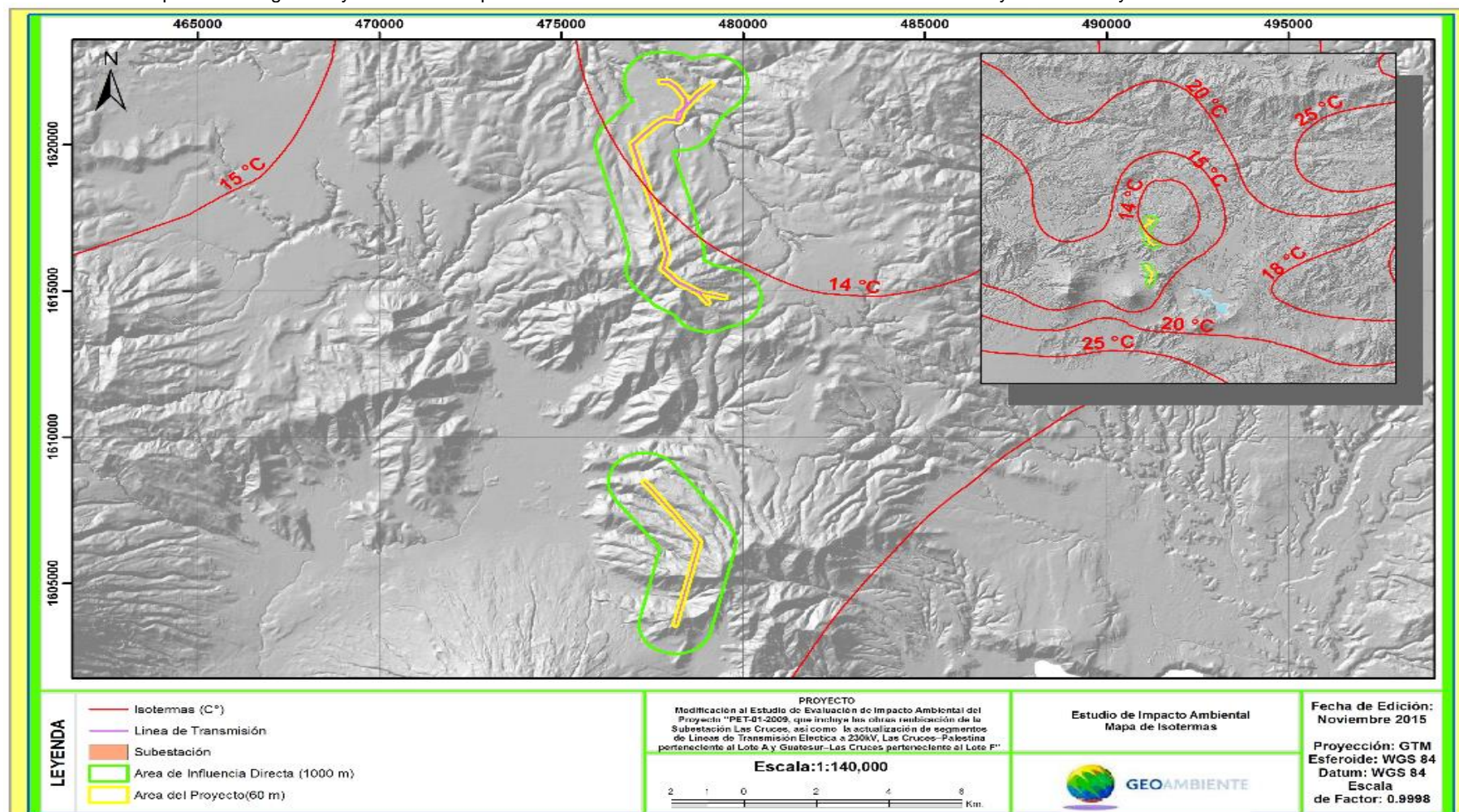
---

El reducido número de estaciones meteorológicas en la región no permite apreciar mucho detalle en la variabilidad térmica de esta parte del altiplano central de Guatemala, sin embargo, el MAPA VIII-8 de isotermas muestra un valor próximo a los 14 °C, que corresponde al registro de la estación La Suiza Contenta, la más cercana al área del proyecto



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

MAPA VIII-8 Comportamiento general y distribución espacial de las isotermas en el Área de Influencia Directa AID y Área de Proyecto AP.

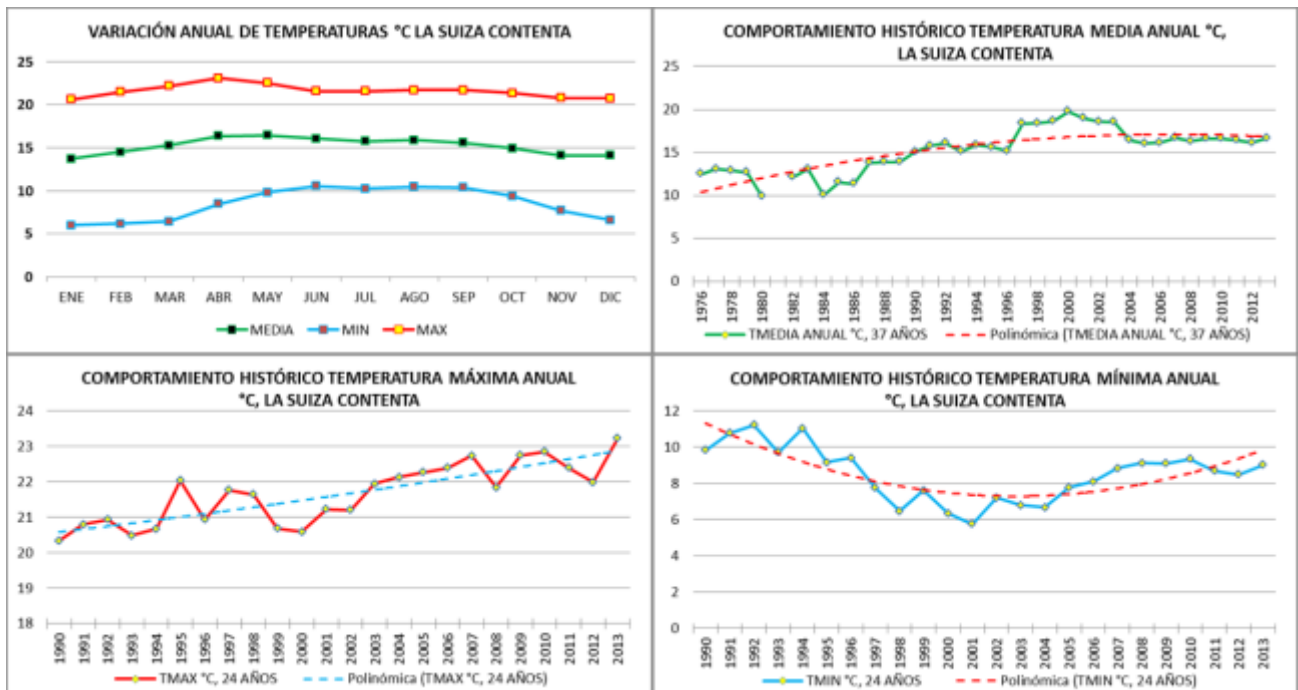


Fuente: MAGA, elaboración propia Geoambiente 2015

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

El Comportamiento general de los registros de 37 años de temperatura promedio en el área muestra una media de 15.14 °C, sobrepasando el umbral de los 15 °C desde finales de Febrero hasta finales de Octubre, como puede comprobarse en Figura VIII-3. La temperatura máxima promedio es de 21.66 °C, registrando los mayores valores en el mes de Abril (23.12 °C), sobrepasando el umbral de los 22 °C desde finales de Febrero hasta finales de Mayo, cuando se inicia la estación lluviosa. El comportamiento histórico (24 años) de la temperatura máxima muestra una tendencia general ascendente alternándose con oscilaciones descendentes que ocurren en períodos de unos cinco años.

Figura VIII-3 Variación anual de las temperaturas máxima, media y de estación La Suiza Contenta y comportamiento histórico de los registros de las mismas temperaturas.



Fuente: Geoambiente, datos INSIVUMEH

La temperatura mínima promedio es de 8.51 °C, registrando los menores valores en el mes de Enero (5.97 °C), quedando por debajo del umbral de los 7 °C desde fines de Noviembre hasta fines de Marzo. El comportamiento histórico (24 años) de la temperatura mínima muestra una tendencia que luego de un amplio período de descenso, empieza a registrar un leve aumento. Las mayores amplitudes térmicas se registran durante la temporada seca, desde 12 hasta casi los 16 °C, mientras que durante la estación lluviosa, la amplitud térmica se mantiene alrededor de los 11 °C.

## **8.5 HIDROLOGÍA**

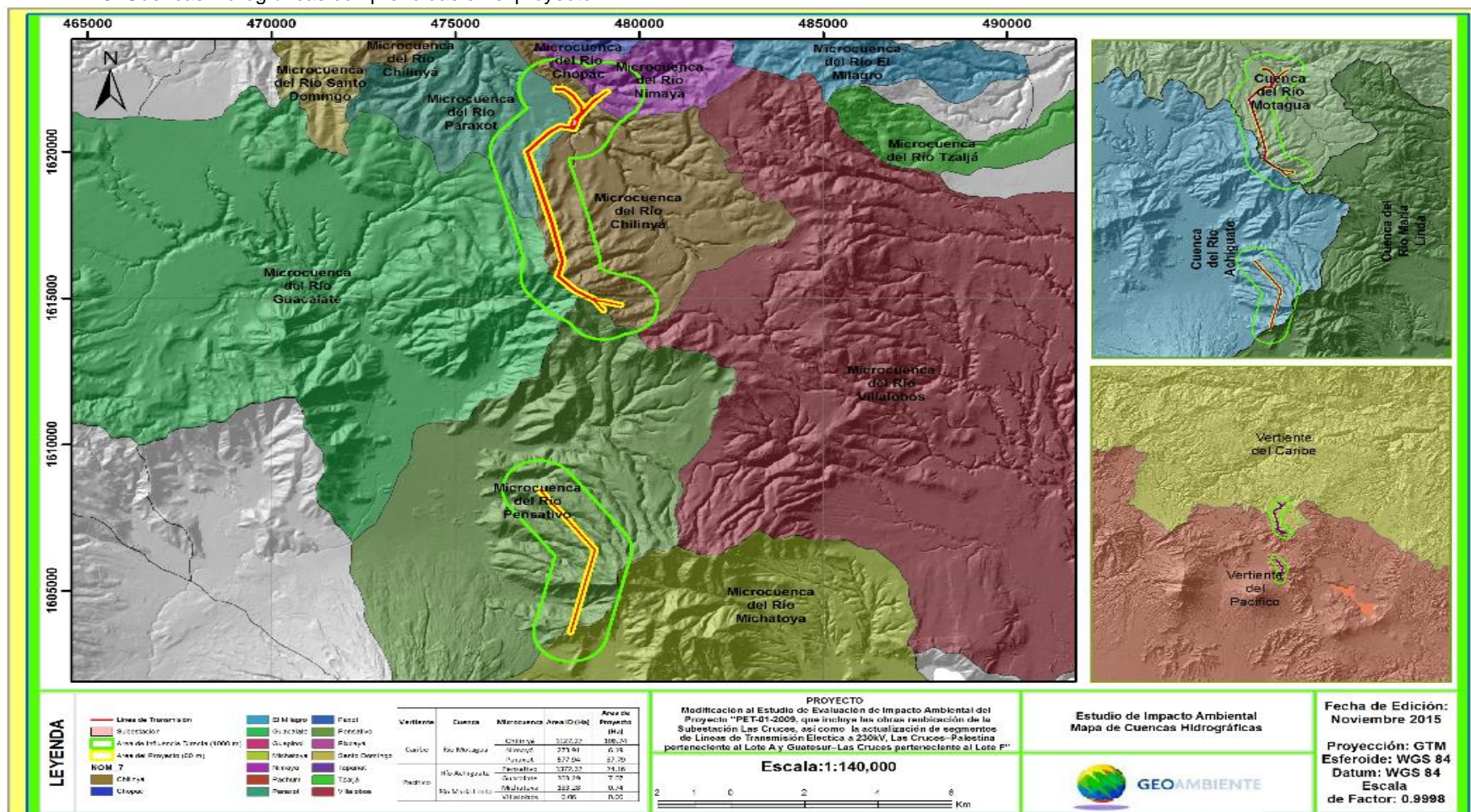
El trazo general del proyecto se encuentra distribuido en área de la vertiente del Pacífico (1858.95 Ha en AID y 82.41 en AP) al extremo Norte y centro de la sub cuenca del río Pensativo (1372.32 Ha en AID y 74.16 Ha en AD) y al extremo Noreste de la subcuenca del río Guacalate (303.29 Ha en AID y 7.07 Ha en AP), ambos tributarios de la cuenca del río Achiguate. La cuenca del Río María Linda (183.34 Ha en AID y 0.74 Ha en AD) es apenas tocada en su extremo Oeste en la subcuenca del río Villalobos (0.06 Ha en AID y 0 en AP) y en el Noroeste en la subcuenca del río Michatoya (183.28 Ha en AID y 0.74 Ha en AP).

La mayor parte del proyecto queda en la vertiente del Caribe (1979.12 Ha en AID y 152.48 Ha en AP), abarcando la parte Oeste-Suroeste y Centro-Oeste de la subcuenca del río Chilinyá (1127.27 Ha en AID y 108.5 en AP), la parte Sureste de la subcuenca del río Paraxot (577.94 en AID y 37.79 Ha en AP) y la parte Oeste de la subcuenca del río Nimayá (273.91 Ha en AID y 6.91 Ha en AP), todas de la cuenca del río Motagua. La distribución territorial del proyecto en las dos vertientes y sus diferentes cuencas y subcuencas se puede ver en el siguiente MAPA VIII-9 de cuencas hidrográficas



Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"

MAPA VIII-9 Cuencas hidrográficas comprendidas en el proyecto



Fuente: MAGA, elaboración propia Geoambiente 2015

### **8.5.1 Aguas superficiales y subterráneas**

Las características generales del proyecto no implican un consumo importante de los recursos hídricos durante su vida útil de operación, únicamente para su fase de construcción, en la que se hace un consumo bastante bajo.

En lo que se refiere a las fuentes de agua, dentro de los municipios que comprenden el trazo aproximado de este proyecto, no se evidencia que exista algún plan funcional para el manejo del recurso hídrico con enfoque de cuenca.

En términos generales, la calidad del agua en todos los cuerpos de agua observados es bastante mala y hay muchos otros aspectos que inciden en su mayor deterioro, tal el caso de los muchos basureros clandestinos, las pocas labores de conservación de suelos, el rápido avance de las áreas urbanas, la deforestación, etc.

### **8.5.2 Calidad del agua**

Las condiciones de calidad de los cuerpos de agua presentes y cercanos al trazo del proyecto fueron muestreadas en cuatro diferentes puntos (ver fotos 8.3) cercanos al área de influencia directa (AID) y al área del proyecto (AP), encontrando que en general dicha calidad es bastante mala en todos los puntos muestreados. Parámetros importantes que no cumplen con los valores guía de la norma Coguanor 29001 fueron la turbiedad, el olor y coliformes totales y fecales en las tres muestras de agua superficial (Río Chaquijchoy, Puente Chirilmuy y Río Xaltá). La muestra de agua subterránea obtenida de un pozo en una de las lotificaciones del área sí cumplió con los valores guía establecidos por la norma Coguanor 29001 para la mayoría de los parámetros analizados. Tal información se resume en la Tabla VIII-4, en donde aparecen los resultados obtenidos para los cuatro sitios muestreados. Como ya se ha mencionado, el tipo de proyecto no requiere de un uso importante ni continuo de los recursos hídricos del lugar, ni tampoco verterá aguas residuales que tengan impactos negativos sobre la calidad de los cuerpos de agua de la región.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

Fotografía VIII-3 Mosaico fotográfico de puntos de muestreo de calidad del agua en sitios próximos al área de influencia directa (AID) y al área del proyecto (AP).



Fuente: Fotos ing. Jorge L. Sánchez García, Geoambiente 2015

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Tabla VIII-4 Resultados de los análisis de aguas muestreados en cuatro puntos (tres en aguas superficiales y uno en agua subterránea) y sus coordenadas, del área de influencia (AID) y área del proyecto (AP)

Fuente: Geoambiente 2015

NOMBRE DEL SITIO MUESTREADO EL 12/06/2015	RIO CHAQUIMCHOY SAN BARTOLOMÉ MA	PUENTE CHIRILMUY, SANTIAGO SAC	POZO INVERNADERO, COL INNSBRUCK SUMPANGO	RÍO XALTÁ, SANTO DOMINGO XENACÓJ	Límites de Detección	Norma Coguanor NTG 29001 LMA	Norma Coguanor NTG 29001 LMP
LAT N	14° 36' 36.91"	14° 37' 50.32"	14° 39' 54.50"	14° 41' 02.01"			
LONG O	90° 40' 44.27"	90° 40' 45.06"	90° 43' 02.52"	90° 42' 52.41"			
ELEV, m	2083	1985	1835	1719			
Parámetros Analizados	Resultados						
Dureza Total (mg/L de CaCO <sub>3</sub> )	86	98	67	85	(1 mg/L)	100	500
* Potencial de Hidrogeno pH (unidades) (Lab)	7.05	7.84	7.64	8.01	0.01	7.0-7.5	6.5 - 8.5
Temperatura (°C)	19.50	18.90	19.00	20.00	0.1	15-25/34	
Cloruros (mg/L)	49	8.9	N.D.	10.4	(2.5 mg/L)	100	250
* Conductividad Eléctrica (µS/cm)	646	287	182	312	(1 mg/L)	750	1500
Turbiedad (NTU)	300	15	< 1	80	0.1	5	15
Olor	rechazable	rechazable	no rechazable	rechazable	n/a	no rechazable	no rechazable
Color Aparente (UC HZ equiv. Unid. Pt-Co)	879	74	< 1	155	1	no aplica	no aplica
Color Real (UC HZ equiv. Unid. Pt-Co)	84	4	< 1	5	1	5	35
Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	433	192	122	209	10	500	1000
Nitritos (mg/L)	0.167	0.610	N.D.	3.12	(0.007 mg/L)	no aplica	3
Nitratos (mg/L)	33.2	10.5	9.3	14.0	(1 mg/L)	no aplica	50
Sulfatos (mg/L)	28	N.D.	N.D.	N.D.	(25 mg/L)	100	250
Calcio Ca (mg/L)	20	11	7	19	(5 mg/L)	75	150
Hierro Fe (mg/L)	1.2	0.09	N.D.	0.13	(0.03 mg/L)	0.3 ***	no aplica
Magnesio Mg (mg/L)	N.D.	17.1	12	9	(1.5 mg/L)	50	100
Manganeso Mn (mg/L)	0.83	N.D.	N.D.	0.03	(0.03 mg/L)	0.1	0.4
Coliformes Totales	Detectable	Detectable	Detectable	Detectable	(2 NMP/100 ml)		No Detectable en 100 mL
Escherichia Coli	Detectable	Detectable	No Detectable en 100 mL	Detectable	(2 NMP/100 ml)		No Detectable en 100 mL

### 8.5.3 Caudales (máximos, mínimos y promedio)

El tipo de proyecto presentado no contempla el uso de volúmenes importantes a tomar de los cuerpos de agua de la región, en ninguna de las etapas del proyecto. La fase de construcción sí requerirá de agua para la fundición de las torres y las estructuras en la subestación, pero en cantidades bastante reducidas.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

#### 8.5.4 Cotas de Inundación

La elevación promedio del proyecto es superior a los 1800 m y la mayoría de pequeños cuerpos de agua cercanos están en su parte más alta, por lo que las probabilidades de inundación en el área son obviamente muy bajas.

#### 8.5.5 Corrientes, mareas y oleaje

No aplica. El proyecto se encuentra a una elevación superior a los 1800 m y a por lo menos 75 km de distancia de la línea del mar en el Océano Pacífico.



#### 8.5.6 Vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas

El tipo de proyecto no requiere de un uso importante ni continuo de los recursos hídricos del lugar, ni tampoco verterá aguas residuales que tengan impactos negativos sobre la calidad de los cuerpos de agua de la región. De igual manera, el proyecto tiene contemplado en su diseño, la construcción de canales de captación y contención de aguas residuales industriales provenientes de la escorrentía de sus diferentes estructuras.

### 8.6 CALIDAD DEL AIRE

Las condiciones generales de calidad del aire en dos sitios comprendidos dentro del área del proyecto fueron medidas durante 24 horas, habiendo hecho mediciones de material particulado PM2.5 y PM10. Las condiciones meteorológicas registradas durante los días en que se hicieron las mediciones de calidad del aire se describen en la Figura VIII-4 siguiente:

Figura VIII-4 Coordenadas, elevaciones y condiciones meteorológicas registradas en las fechas en que se hicieron las mediciones de calidad del aire en puntos cercanos al área de influencia directa (AID) y al área del proyecto (AP)

RESUMEN DATOS METEOROLÓGICOS MUESTREO TRECSA LAS CRUCES JUNIO 2015									
SITIO DE MUESTREO	FECHA	COORDENADAS Y ELEVACIÓN	TEMP °C	HREL %	SVIENTO ° Y VVIENTO km/Hr	PATM mm/hg	LLUVIA mm	COMENTARIOS	FOTOS
Campamento CONASA, S.D. Xenacoj	10-11/06/2015	LATITUD N 14° 40' 06.0" LONGITUD O 90° 42' 21.4 ELEV 1880 m	18.39	83.09	SO 1.98	758.46	0	Maquinaria y personal en las cercanías del sitio. Camino cercano en proceso de construcción	
San Bartolomé Milpas Altas	11-12/06/2015	LATITUD N 14° 36' 08.9" LONGITUD O 90° 40' 58.8 ELEV 2240 m	14.94	89.24	O 3.2	730.42	1.6	Niebla y llovizna con viento leve al instalar los equipos. Ruido de fondo de poblado cercano y de relámpagos en el área.	

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Se hicieron dos diferentes mediciones de 24 horas de duración de material particulado PM2.5 y PM10 en cada uno de los sitios cercanos al área de influencia directa (AID) y área del proyecto (AP). El primero de estos se instaló cercano al punto donde se ha previsto la construcción de la subestación (porción Norte del trazo) y el otro en el extremo Sur del trazo. Los resultados se muestran en las siguientes Tabla VIII-5 y Tabla VIII-6.

Tabla VIII-5 Resumen de resultados de las mediciones de 24 horas de material particulado PM10 y PM2.5 en dos sitios próximos al área de influencia del proyecto (AID) y el área de proyecto (AP).

### **RESUMEN MUESTREO AMBIENTAL MATERIAL PARTICULADO 24 HORAS, TRECSA LAS CRUCES 06-2015**

SITIO	FECHA	COORDENADAS Y ELEVACIÓN	PM10	PM2.5
			µg/m3	
Campamento CONASA, S.D. Xenacoj	10-11/06/2015	LATITUD N 14° 40' 06.0" LONGITUD O 90° 42' 21.4 ELEV 1880 m	<b>17.89</b>	<b>11.93</b>
San Bartolomé Milpas Altas	11-12/06/2015	LATITUD N 14° 36' 08.9" LONGITUD O 90° 40' 58.8 ELEV 2240 m	<b>17.66</b>	<b>11.77</b>
<b>VALOR GUÍA IFC:</b>			<b>50</b>	<b>25</b>

Fuente: Geoambiente 2015

Los resultados obtenidos en las mediciones de 24 horas en ambos sitios, muestran que en ninguno de estos se alcanzó a sobrepasar los límites sugeridos por IFC, tanto para material particulado PM10 como para PM2.5, quedando los resultados obtenidos bastante por debajo de los valores guía sugeridos por el IFC. En el MAPA VIII-10 que se adjunta, aparecen las ubicaciones de los sitios muestreados.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Tabla VIII-6 Resultado de las mediciones de 24 horas de material particulado PM10 Y PM2.5 en el sitio Campamento Conasa, próximo a donde está prevista la construcción de la subestación del proyecto.



**HOJA DE CÁLCULOS PARA PM10**

PUNTO DE LOCALIZACIÓN			Camp. CONASA, S.D. Xenacoj		
LAT N	14° 40' 06.0"	LONG O	90° 42' 21.4	ELEV m	1880
UNIDADES					
FILTRO No.	1635				
PESO INICIAL DE FILTRO (Pi)	0.16805		gramos		
PESO FINAL DE FILTRO (Pf)	0.1682		gramos		
PESO TOTAL DE PARTICULAS COLECTADAS EN FILTRO (PT= Pf - Pi)	0.00015		gramos		
FECHA Y HORA DE INICIO	10/06/2015 10:00				
FECHA Y HORA DE PARO DE EQUIPO	11/06/2015 9:00				
TIEMPO TOTAL DE MUESTREO	1440		minutos		
DATOS ATMOSFÉRICOS					
HUMEDAD RELATIVA	83.09		%		
VELOCIDAD DEL VIENTO	1.98		Km/h		
TEMPERATURA PROMEDIO DEL DÍA	18.39		Grados centígrados (°C)		
PRESIÓN BAROMÉTRICA DEL DÍA	758.46		mm Hg		
TEMPERATURA ESTÁNDAR	25		Grados centígrados (°C)		
PRESIÓN BAROMÉTRICA ESTÁNDAR	760		mm Hg		
GASTO VOLUMÉTRICO DE MUESTREO	1.034875298		m <sup>3</sup> /min		
GASTO VOLUMÉTRICO AJUSTADO POR CURVA DE CALIBRACIÓN	0.155712875		m <sup>3</sup> /min		
VOLUMEN TOTAL MUESTREADO EN UNIDADES DE REFERENCIA (V=QptN x t)	8.385253968		m <sup>3</sup>		
CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS PM10 ( C=PT/V)	17.89		µg/m <sup>3</sup> STD		VG IFC: 50

2da. Calle 23-80 zona 15, Vista Hermosa II, Edificio Avante 8o. Nivel oficina 801



**HOJA DE CÁLCULOS PARA PM2.5**

PUNTO DE LOCALIZACIÓN			Camp. CONASA, S.D. Xenacoj		
LAT N	14° 40' 06.0"	LONG O	90° 42' 21.4	ELEV m	1880
UNIDADES					
FILTRO No.			1634		
PESO INICIAL DE FILTRO (Pi)			0.1697	gramos	
PESO FINAL DE FILTRO (Pf)			0.1698	gramos	
PESO TOTAL DE PARTICULAS COLECTADAS EN FILTRO (PT= Pf - Pi)			0.0001	gramos	
FECHA Y HORA DE INICIO			10/06/2015 10:00		
FECHA Y HORA DE PARO DE EQUIPO			11/06/2015 9:00		
TIEMPO TOTAL DE MUESTREO			1440	minutos	
DATOS ATMOSFÉRICOS					
HUMEDAD RELATIVA			83.09	%	
VELOCIDAD DEL VIENTO			1.98	Km/h	
TEMPERATURA PROMEDIO DEL DÍA			18.39	Grados centígrados (°C)	
PRESIÓN BAROMÉTRICA DEL DÍA			758.46	mm Hg	
TEMPERATURA ESTÁNDAR			25	Grados centígrados (°C)	
PRESIÓN BAROMÉTRICA ESTÁNDAR			760	mm Hg	
GASTO VOLUMÉTRICO DE MUESTREO			1.034875298	m³/min	
GASTO VOLUMÉTRICO AJUSTADO POR CURVA DE CALIBRACIÓN			0.155712875	m³/min	
VOLUMEN TOTAL MUESTREADO EN UNIDADES DE REFERENCIA (V=QptN x t)			8.385253968	m³	
CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS PM2.5 ( C=PT/V)			11.93	µg/m³ STD	VG IFC: 25

2da. Calle 23-80 zona 15, Vista Hermosa II, Edificio Avante 8o. Nivel oficina 801



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Tabla VIII-7 Resultados de las mediciones de 24 horas de material particulado PM10 Y PM2.5 en el sitio de San Bartolomé Milpas Altas, en el extremo Sur del proyecto.



### HOJA DE CÁLCULOS PARA PM10

### HOJA DE CÁLCULOS PARA PM2.5

PUNTO DE LOCALIZACIÓN			San Bartolomé Milpas Altas		
LAT N	14° 36' 08.9"	LONG O	90° 40' 58.8	ELEV m	2240
UNIDADES			UNIDADES		
FILTRO No.	1637		FILTRO No.	1636	
PESO INICIAL DE FILTRO (Pi)	0.17375	gramos	PESO INICIAL DE FILTRO (Pi)	0.1604	gramos
PESO FINAL DE FILTRO (Pf)	0.1739	gramos	PESO FINAL DE FILTRO (Pf)	0.1605	gramos
PESO TOTAL DE PARTICULAS COLECTADAS EN FILTRO (PT= Pf - Pi)	0.00015	gramos	PESO TOTAL DE PARTICULAS COLECTADAS EN FILTRO (PT= Pf - Pi)	0.0001	gramos
FECHA Y HORA DE INICIO	11/06/2015 11:00		FECHA Y HORA DE INICIO	11/06/2015 11:00	
FECHA Y HORA DE PARO DE EQUIPO	12/06/2015 10:00		FECHA Y HORA DE PARO DE EQUIPO	12/06/2015 10:00	
TIEMPO TOTAL DE MUESTREO	1440	minutos	TIEMPO TOTAL DE MUESTREO	1440	minutos
DATOS ATMOSFÉRICOS			DATOS ATMOSFÉRICOS		
HUMEDAD RELATIVA	89.24	%	HUMEDAD RELATIVA	89.24	%
VELOCIDAD DEL VIENTO	3.2	Km/h	VELOCIDAD DEL VIENTO	3.2	Km/h
TEMPERATURA PROMEDIO DEL DÍA	14.94	Grados centígrados (°C)	TEMPERATURA PROMEDIO DEL DÍA	14.94	Grados centígrados (°C)
PRESIÓN BAROMÉTRICA DEL DÍA	730.42	mm Hg	PRESIÓN BAROMÉTRICA DEL DÍA	730.42	mm Hg
TEMPERATURA ESTÁNDAR	25	Grados centígrados (°C)	TEMPERATURA ESTÁNDAR	25	Grados centígrados (°C)
PRESIÓN BAROMÉTRICA ESTÁNDAR	760	mm Hg	PRESIÓN BAROMÉTRICA ESTÁNDAR	760	mm Hg
GASTO VOLUMÉTRICO DE MUESTREO	1.034875298	m <sup>3</sup> /min	GASTO VOLUMÉTRICO DE MUESTREO	1.034875298	m <sup>3</sup> /min
GASTO VOLUMÉTRICO AJUSTADO POR CURVA DE CALIBRACIÓN	0.14301743	m <sup>3</sup> /min	GASTO VOLUMÉTRICO AJUSTADO POR CURVA DE CALIBRACIÓN	0.14301743	m <sup>3</sup> /min
VOLUMEN TOTAL MUESTREADO EN UNIDADES DE REFERENCIA (V=QptN x t)	8.493954142	m <sup>3</sup>	VOLUMEN TOTAL MUESTREADO EN UNIDADES DE REFERENCIA (V=QptN x t)	8.493954142	m <sup>3</sup>
CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS PM10 ( C=PT/V)	17.66	µg/m <sup>3</sup> STD	CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS PM2.5 ( C=PT/V)	11.77	µg/m <sup>3</sup> STD
		VG IFC: 50			VG IFC: 25

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Fuente: Geoambiente 2015

## 8.6.1 Ruido y Vibraciones

Tal y como se hizo con las mediciones de material particulado, se realizaron mediciones continuas (24 horas) de niveles de presión sonora (ruido) en las mismas dos localidades. Los valores LEQ dB-A promedio de ambos sitios quedan bastante por debajo de los valores guía sugeridos por OMS. Los valores máximos instantáneos registrados en el sitio Campamento, corresponden esencialmente a registros por trabajos y movimientos de maquinaria de otras actividades (construcción de carretera) completamente ajenas al proyecto, en horas diurnas. En el sitio de San Bartolomé, los valores máximos instantáneos se registraron en horas vespertinas, posiblemente asociados a la ocurrencia de tormentas eléctricas en el área, dado que en esa fecha llovió. La ocurrencia de tales valores máximos instantáneos no incide ni aumenta los valores promedio, ya que su duración generalmente no pasa de unos pocos segundos. Los valores diurnos en ambos sitios fueron más altos que los registrados en horas nocturnas. Esos datos se resumen en las Tabla VIII-8, Tabla VIII-9 y Figura VIII-5.

Tabla VIII-8 Resumen de resultados de las mediciones de 24 horas de niveles de presión sonora NPS (ruido) en dos sitios próximos al área de influencia del proyecto (AID) y al área del proyecto (AP).

### RESUMEN MUESTREO AMBIENTAL NIVELES DE PRESIÓN SONORA 24 HORAS TRECSA LAS CRUCES 06-2015

SITIO	FECHA	COORDENADAS Y ELEVACIÓN	LEQ	MAX	MIN	DÍA	NOCHE
			dB-A				
Campamento CONASA, S.D. Xenacoj	10-11/06/2015	LATITUD N 14° 40' 06.0" LONGITUD O 90° 42' 21.4 ELEV 1880 m	46.25	85.8	27.7	48.19	44.38
San Bartolomé Milpas Altas	11-12/06/2015	LATITUD N 14° 36' 08.9" LONGITUD O 90° 40' 58.8 ELEV 2240 m	44.22	90.6	33.5	47.4	41.16
VALOR GUÍA OMS:			70				

Fuente: Fuente Geoambiente 2015

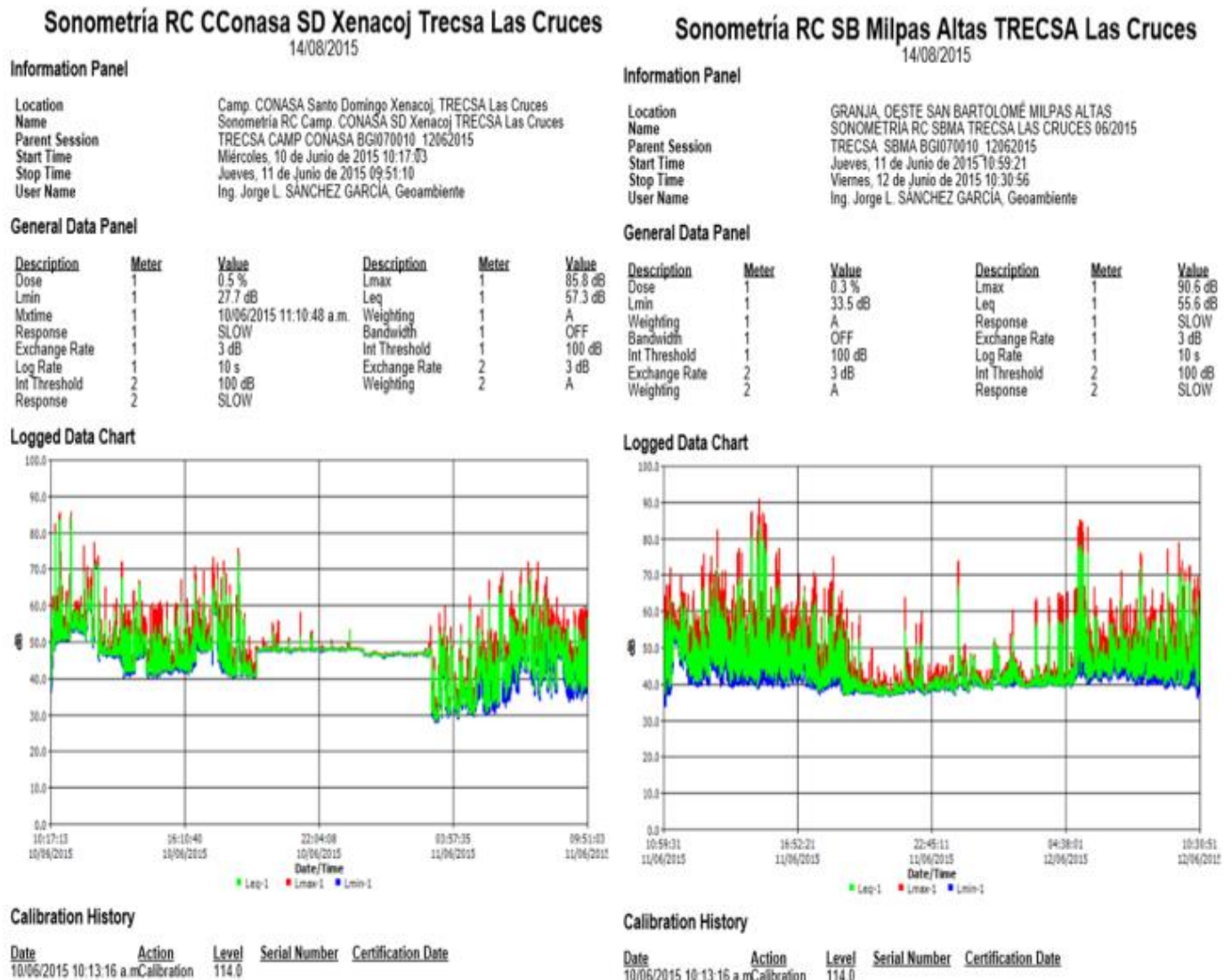
*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Tabla VIII-9 Resultados de las mediciones de 24 horas de Niveles de Presión Sonora NSP (ruido) en los sitios de Campamento Conasa (extremo Norte) y San Bartolomé Milpas Altas (extremo sur) del proyecto.

Sonometría Horaria dB A, TRECSA Las Cruces Camp. CONASA Santo Domingo Xenacoj				Sonometría Horaria dB A, TRECSA Las Cruces Granja, San Bartolomé Milpas Altas			
FECHA Y HORA	Leq-1	Lmax-1	Lmin-1	FECHA Y HORA	Leq-1	Lmax-1	Lmin-1
10/06/2015 10:17	42.66	52	35.5	11/06/2015 10:59	43.60	49.2	35.8
11:17	53.15	54.2	52.4	11:59	52.17	57.3	47.5
12:17	70.57	70.8	70.3	12:59	43.28	48	39
13:17	46.62	48.2	45.8	13:59	45.12	54	39.1
14:17	46.78	49.2	45.5	14:59	43.90	51.5	39.9
15:17	42.57	45.3	41.6	15:59	46.62	55.9	41.1
16:17	51.12	52.4	50.6	16:59	48.32	54.8	43.4
17:17	48.75	59.4	47.5	17:59	39.83	44.8	37.8
18:17	41.63	44.6	40.2	18:59	37.82	42.2	36.9
19:17	40.93	48.5	40.3	19:59	38.17	39.5	37.3
20:17	47.77	55.9	47.2	20:59	36.87	38.5	36.5
21:17	47.78	48	47.5	21:59	38.43	38.9	38
22:17	47.62	47.9	47.3	22:59	39.62	44.7	38
23:17	47.85	48.2	47.7	23:59	45.82	47.3	43.3
11/06/2015 0:17	46.3	46.8	45.8	12/06/2015 0:59	39.4	41.8	38.6
1:17	46.37	46.7	46	1:59	40.28	42.7	39.3
2:17	46.48	46.7	46.2	2:59	39.32	39.7	38.8
3:17	29.93	33.3	28.7	3:59	40.15	40.6	39.6
4:17	34.55	37.9	32.7	4:59	40.82	47.4	39.4
5:17	36.73	43.5	30.7	5:59	55.38	61.5	49.3
6:17	39.83	47.2	33.5	6:59	47.07	51	42
7:17	61.58	66.5	60.7	7:59	45.42	51.9	40.1
8:17	44.80	57.7	36.8	8:59	41.05	45.9	38.8
9:17	48.65	58.60	40.20	9:59	40.78	44.40	38.50
<b>VALORES DIURNOS</b>	<b>48.19</b>	<b>85.8</b>	<b>31.5</b>	<b>VALORES DIURNOS</b>	<b>47.40</b>	<b>90.6</b>	<b>33.5</b>
<b>VALORES NOCTURNOS</b>	<b>44.38</b>	<b>75.6</b>	<b>27.7</b>	<b>VALORES NOCTURNOS</b>	<b>41.16</b>	<b>85.0</b>	<b>36.4</b>
<b>REGISTROS DEL PERÍODO</b>	<b>46.25</b>	<b>85.8</b>	<b>27.7</b>	<b>REGISTROS DEL PERÍODO</b>	<b>44.22</b>	<b>90.6</b>	<b>33.5</b>
	<b>MEDIA</b>	<b>MAX</b>	<b>MIN</b>		<b>MEDIA</b>	<b>MAX</b>	<b>MIN</b>
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y ELEVACIÓN DEL SITIO</b>	<b>LAT N</b>	<b>LONG O</b>	<b>ELEV m</b>	<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS Y ELEVACIÓN DEL SITIO</b>	<b>LAT N</b>	<b>LONG O</b>	<b>ELEV m</b>
	14° 40' 06.0"	90° 42' 21.4	1880		14° 36' 08.9"	90° 40' 58.8	2240

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

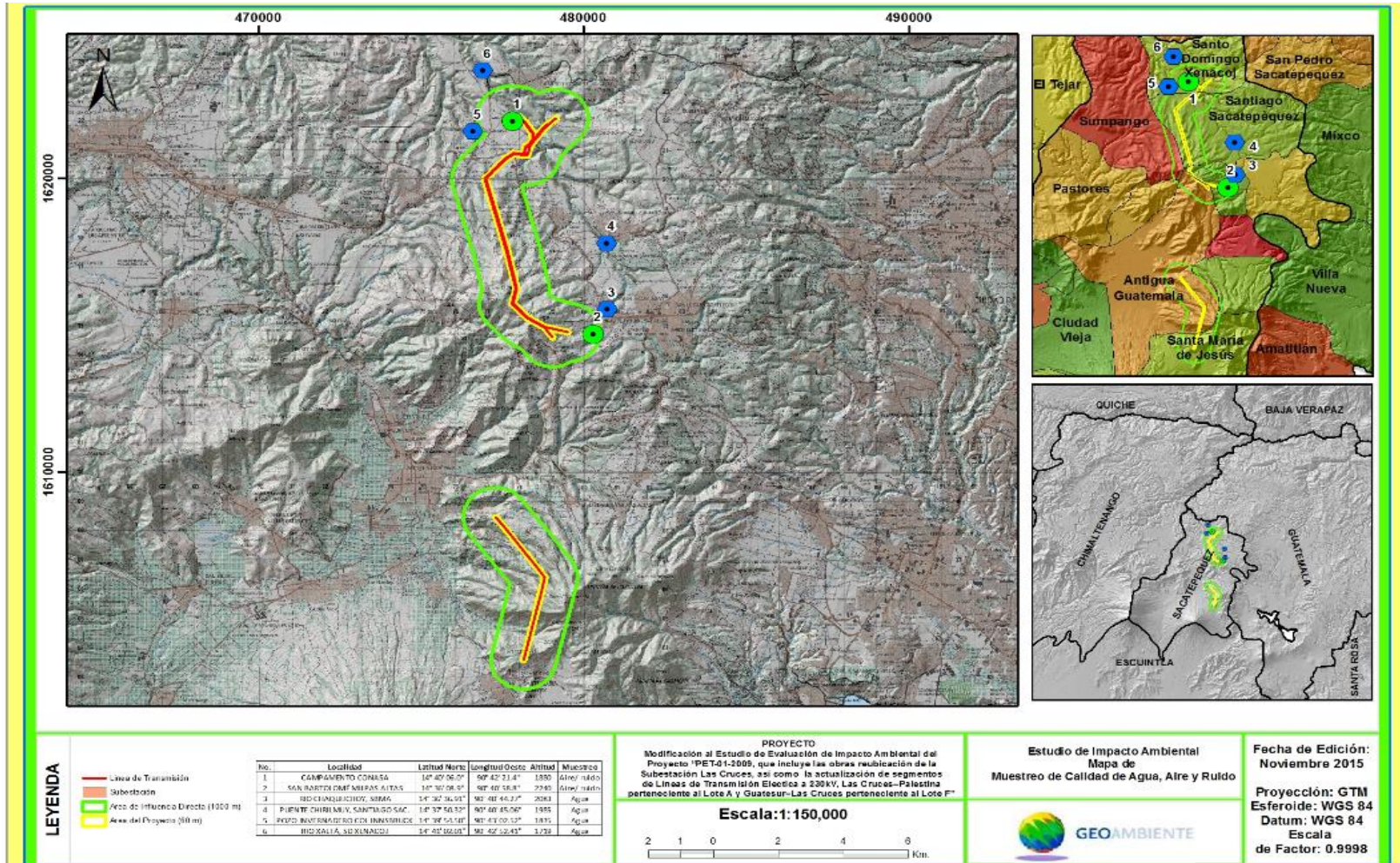
Figura VIII-5 Gráficos de las mediciones de 24 horas de Niveles de Presión Sonora (SPS) o ruido en los sitios de campamento Conasa (extremo Norte) y San Bartolomé Milpas Altas (extremo Sur) del proyecto.





*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

MAPA VIII-10 Ubicación de sitios muestreados



Fuente: MAGA, elaboración propia Geoambiente, 2015



## **8.6.2 Olores**

El tipo de proyecto no genera olores desagradables en ningún momento de su etapa de construcción ni en su etapa de operación.

## **8.6.3 Fuentes de radiación**

No está prevista la emisión de ningún tipo de radiación durante la fase de construcción ni de operación de este proyecto.

### **8.6.3.1. Campos Electromagnéticos**

No está prevista la emisión de ningún tipo de campos electromagnéticos durante la fase de construcción ni de operación de este proyecto.

## **8.7 AMENAZAS NATURALES**

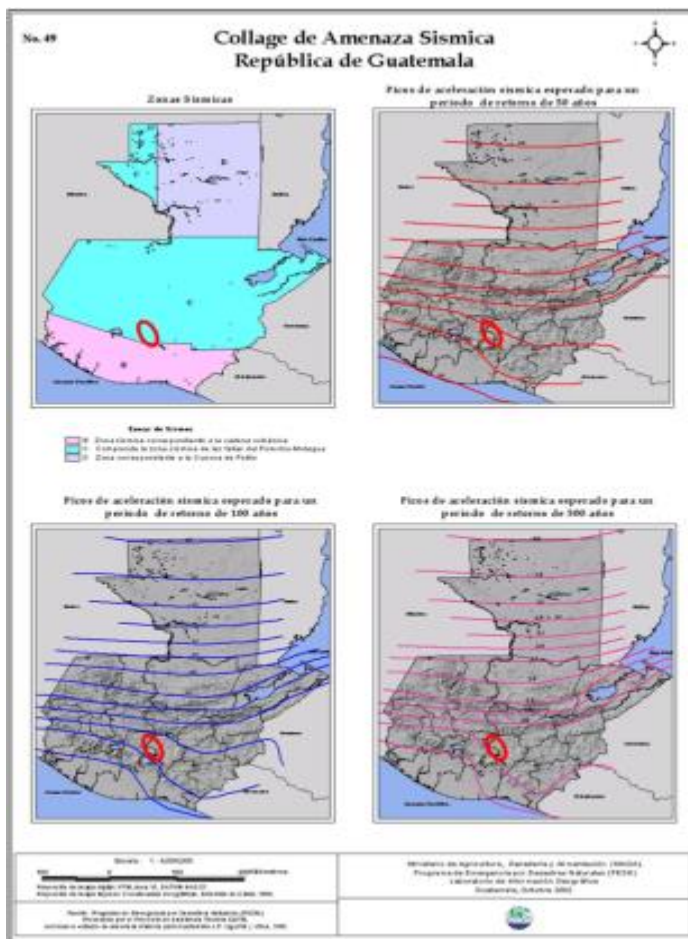
La ubicación geográfica del territorio guatemalteco hace que el mismo se vea expuesto a diferentes amenazas naturales como paso cercano de sistemas ciclónicos, sismos de mediana a elevada magnitud y deslizamiento de taludes o movimientos en masa.

### **8.7.1 Amenaza sísmica**

Una de las formas estructurales más relevantes en la región es la discontinuidad de la Falla del Motagua, la cual es un sistema de fallas de desplazamiento lateral izquierdo, que forma parte del sistema de fallas existente entre las placas de Norte América y Caribe, siendo parte del límite Norte de la Placa del Caribe. La zona de fallas del Motagua es fuente de eventos sísmicos someros, de intensidades mayores a V (en Escala Mercalli modificada), con períodos largos de recurrencia (60 años o más). Con los sismos a esperar en la región, se espera que ocurran aceleraciones máximas del terreno de 2.2 a 2.4 m/s<sup>2</sup> en por lo menos una vez en un siglo. Todo este sistema se encuentra al Norte del proyecto, como se observa en la siguiente Figura VIII-6

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Figura VIII-6 Amenaza sísmica de Guatemala, mostrando en el área aproximada del proyecto en círculo rojo.



Fuente: MAGA,

## 8.7.2 Amenaza Volcánica

La cadena volcánica del país queda relativamente cerca del proyecto, a unos 26 km al SO del Volcán de Fuego, a unos 29 km al SSE del Volcán de Pacaya y a unos 95 km al O del Volcán Santiaguito, todos estos activos en territorio guatemalteco. Un poco más lejano se encuentra el Volcán Izalco en territorio de El Salvador, a unos 144 km al ESE del área, como se ve en la Figura VIII-7.

Dada la relativa cercanía a los volcanes Fuego y Pacaya, podría pensarse que sean factores de riesgo. Sin embargo, la actividad, los productos y las emisiones de ambos volcanes generalmente son desplazada hacia el Sur de ambos volcanes, favorecidas esencialmente

Figura VIII-7 Mapas de ubicación geográfica de focos eruptivos cuaternarios de Guatemala, mostrando la posición aproximada y distancias estimadas al área aproximada del proyecto en círculo rojo.



### **8.7.3 Movimientos en masa**

Las pendientes en el área generalmente son moderadas a fuertes, aunque el proyecto en sí toma contacto con la superficie del suelo en sitios puntuales, donde se asientan las torres de conducción.

Las áreas del proyecto (AP) (que son las que efectivamente estarán cercanas a las obras de torres y subestación) con pendientes moderadas (hasta 26%) son 65.88 Ha, áreas con pendientes entre 26 y 55% son 67.02 Ha y mayores de 55% son 35.11 Ha.

### **8.7.4 Erosión**

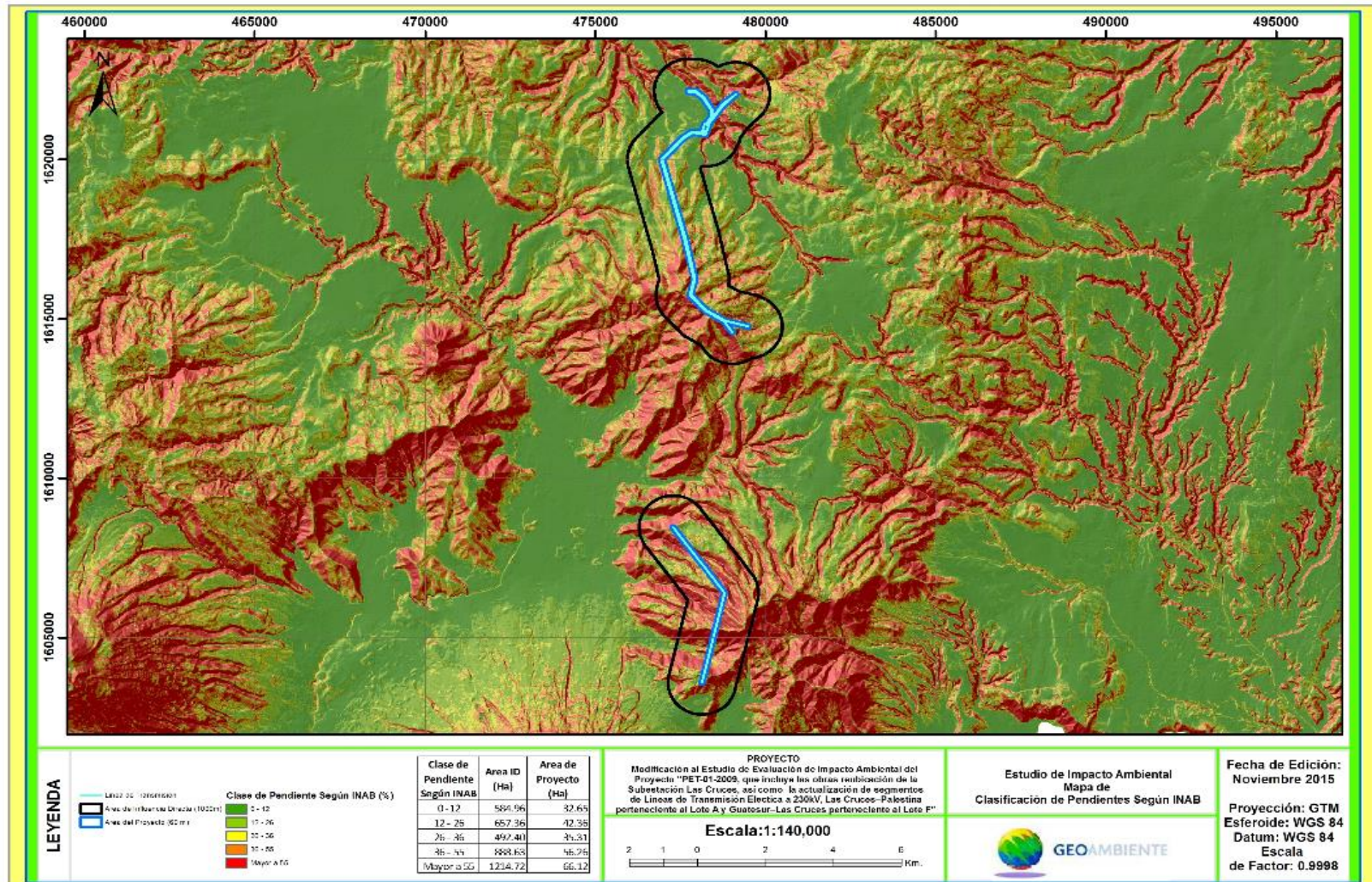
Como ya se ha indicado anteriormente, la fuerte intervención que ha sufrido esta región, la hace susceptible a procesos de erosión como consecuencia de la evidente deforestación, por la poca conservación de suelos que se observa en la región y por el poco control existente en cuanto al uso y ordenamiento de la tierra en general.

De acuerdo a las pendientes que hay en esta región, se observan mayores probabilidades de erosión en el sector Sur-Suroeste del proyecto y en el extremo Norte del mismo, como se puede evidenciar en el MAPA VIII-11 que sigue:



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

MAPA VIII-11 Mapa de Clasificación de pendientes (según INAB) en el área de influencia directa (AID) y área del proyecto (AP)



Fuente: MAGA, elaboración propia Geoambiente 2015

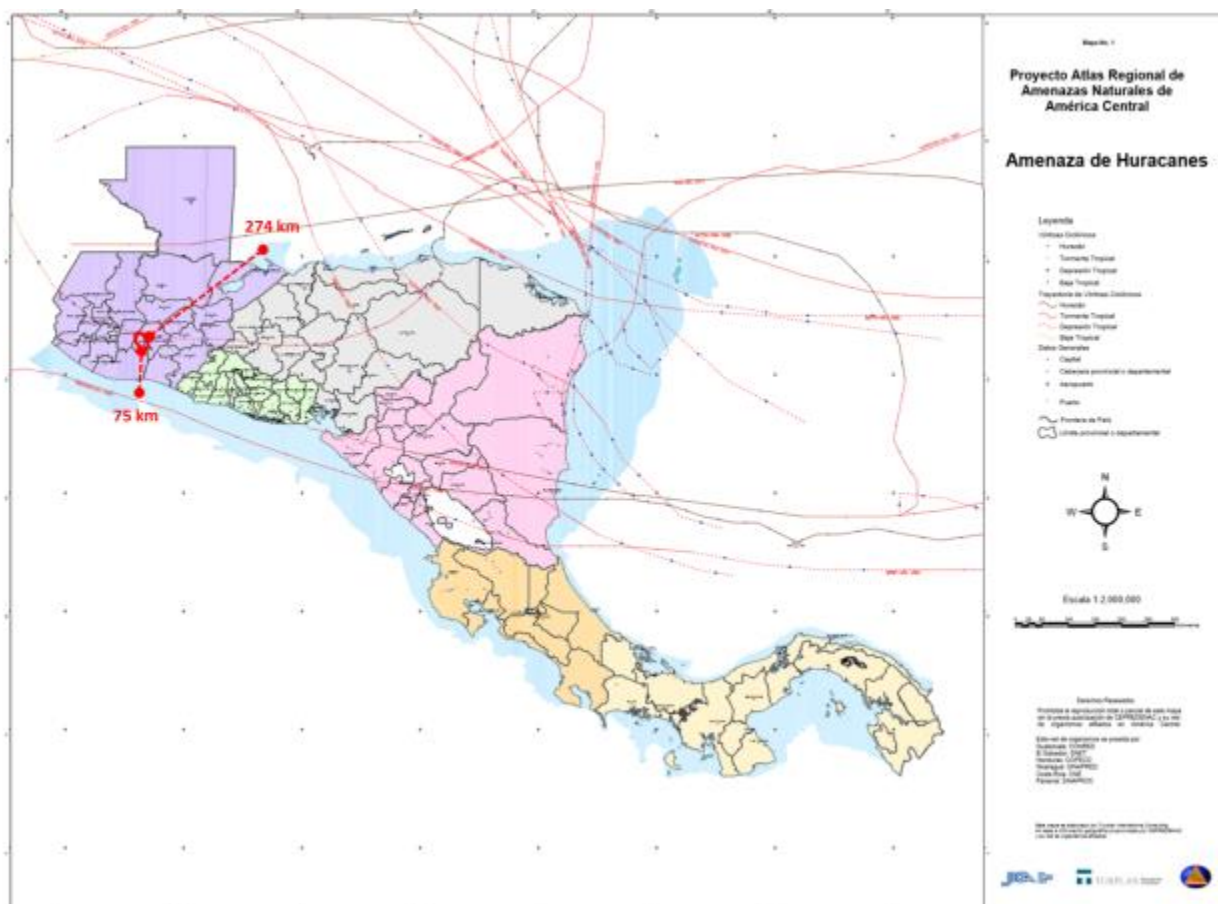


### **8.7.5 Inundaciones**

Como se indicó en el inciso 8.5.4, la elevación promedio del proyecto es superior a los 1800 m y la mayoría de pequeños cuerpos de agua cercanos están en su parte más alta, por lo que las probabilidades de inundación en el área son obviamente muy bajas. La relativa cercanía del proyecto al Océano Pacífico (la distancia aproximada es de unos 75 km), de donde podrían esperarse aumentos en lluvias provocados por el acercamiento de Ondas del Este u otros sistemas ciclónicos más intensos que puedan desplazarse con la misma orientación, principalmente en los meses de Mayo a Agosto. Sin embargo, hay que resaltar el alto grado de continentalidad del área del proyecto, que hace difícil que sistemas depresionarios de mediana intensidad puedan pasar las barreras de montañas y volcanes previas.

En la costa del Caribe (aproximadamente 274 km en línea recta al Noreste) puede eventualmente favorecer la ocurrencia de lluvias prolongadas, provocadas por el paso de algunos sistemas ciclónicos cercanos que circulen en el Mar Caribe, principalmente en los meses de Agosto a Noviembre. Sin embargo, la posición geográfica del país no es del todo favorable al acercamiento frecuente y problemático de sistemas ciclónicos, como tampoco lo son las diferentes cadenas montañosas que hay de por medio, como se comprueba en el mapa de la siguiente figura, que muestra una baja recurrencia de sistemas ciclónicos que efectivamente se aproximen a esta área. Lo anterior puede comprobarse en la siguiente figura.

Ilustración VIII-1 Mapa de amenaza de huracanes en Guatemala y Centro América, mostrando la baja frecuencia que tales sistemas se aproximan efectivamente al país.



### 8.7.6 Susceptibilidad

La ubicación del proyecto, al Norte de la cadena volcánica y a unos 30 km al Norte y al Noroeste de dos de los volcanes más activos del país pueden generar cierto nivel de vulnerabilidad al proyecto, como lo tienen las diferentes poblaciones, empresas y obras que están en la región, y que en general, funcionan con normalidad. La frecuencia de ocurrencia de fenómenos intensos que puedan interrumpir o destruir el funcionamiento de este tipo de obras es relativamente baja y no debe ser considerado como una limitante.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

### **8.7.7 Otros**

En los anteriores incisos se han descrito las condiciones geológicas, sísmicas y meteorológicas que puedan eventualmente impactar la fase de construcción del proyecto, las cuales son las más importantes a considerar.

## IX. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIÓTICO

### 9.1 ESTACIONES DE MUESTREO

En el Cuadro IX-1, se detalla la información sobre las estaciones de muestreo, ubicación y localidad. Para el muestreo se tomó en cuenta que existe homogeneidad en su distribución, en cuanto a paisaje se refiere, sin embargo se seleccionaron los puntos de muestreo en función de los municipios de Antigua Guatemala, Jocotenango, Sumpango, Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas, Santa María de Jesús, en Área de Influencia del Proyecto.

Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge y De la Cruz (1981) reportada para el departamento de Sacatepéquez el tipo de vegetación indicadora que generalmente puede encontrarse en un bosque húmedo montano bajo (bh-MB) es la siguiente: *Quercus* spp., *Pinus pseudostrobus*, *Pinus montezumae*, *Juniperus comitana*, *Alnus jorullensis*, *Ostrya* spp., *Carpinus* spp., *Prunus capulli* y *Arbutus xalapensis*. Otra de las zonas de vida reportadas para Sacatepéquez es el bosque muy húmedo montano bajo subtropical en donde la vegetación indicadora que generalmente es posible encontrar es la siguiente: *Neocupressus lusitanica* Mill., *Pinus ayacahuite* C. Ehrenb. ex Schldt., *Pinus hartwegii* Lindl., *Abies guatemalensis* Rehder, *Pinus pseudostrobus* Lindl., *Bocconia vulcanica* Donn. Sm., *Quercus* spp., *Buddleja* spp., *Cestrum* spp., *Garya* spp., *Baccharis* sp. Ninguna de las especies reportadas para bh-MB fue encontrada en las áreas muestreadas, sin embargo los géneros *Quercus* sp., *Alnus* sp., *Prunus* sp. y *Pinus* sp. si fueron encontrados; además de las especies reportadas para el bmh-MB se encontró abundante *Neocupressus lusitanica* Mill. y especies del género *Cestrum* spp.

Cuadro IX-1 Ubicación de las estaciones de muestreo

Estación	Ubicación	Localidad
P1: San Bartolomé	14.603551°N -90.69009483°O	San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez
P2: Sumpango	14.63763256°N -90.712501°O	Sumpango, Sacatepéquez
P3: Estación	14.6686778°N -90.70650324°O	Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez
P3b: Carretera	14.66411742°N -90.71291573°O	Carretera Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez
P4: Sumpango y Santiago	14.6308471°N -90.70819806°O	Bosque entre Sumpango y Santiago Sacatepéquez.
P5: Antigua Guatemala	14.6686671°N -90.67658857°O	Aldea Santa María de Jesús. Sacatepéquez, Guatemala
P6: Antigua Guatemala	14.67089471°N -90.66543158°O	Carretera Santa María de Jesús




Fuente: Geoambiente, datos de campo 2015



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*




Cada estación o punto de muestreo fue visitado, fotografiado y se realizaron las colectas y observaciones necesarias para la posterior descripción y análisis.

Cuadro IX-2 Estaciones de muestreo y descripción del área




Estación	Fotografía	Descripción
P1		Bosque mixto con cultivos de maíz, aguacate, membrillo, pera y durazno.
P2		Bosque de pino-encino y variedad de cultivos de güicoy, coliflor, brócoli, repollo.
P3		Bosque de pino-encino con cultivos de maíz, chile pimiento, frijol y rosa



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*




P3b		Cultivos de chile pimiento, Brocoli, repollo, coliflor, arveja, maíz, tomate.
P4		Bosque de pino, encino, ciprés con cultivos de maíz, frijol, ejote, chile y repollo.
P5		Bosque mixto, cultivos de rosas, crisantemos, gerberas y claveles.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*



P6		Cultivos de puerro, tomate, arveja, coliflor, chile pimiento.
Estación	Fotografía	Descripción
P1		Bosque mixto con cultivos de maíz, aguacate, membrillo, pera y durazno.
P2		Bosque de pino-encino y variedad de cultivos de güicoy, coliflor, brócoli, repollo.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

P3		Bosque de pino-encino con cultivos de maíz, chile pimiento, frijol y rosa
P3b		Cultivos de chile pimiento, Brócoli, repollo, coliflor, arveja, maíz, tomate.
P4		Bosque de pino, encino, ciprés con cultivos de maíz, frijol, ejote, chile y repollo.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

P5		Bosque mixto, cultivos de rosas, crisantemos, gerberas y claveles.
P6		Cultivos de puerro, tomate, arveja, coliflor, chile pimiento.

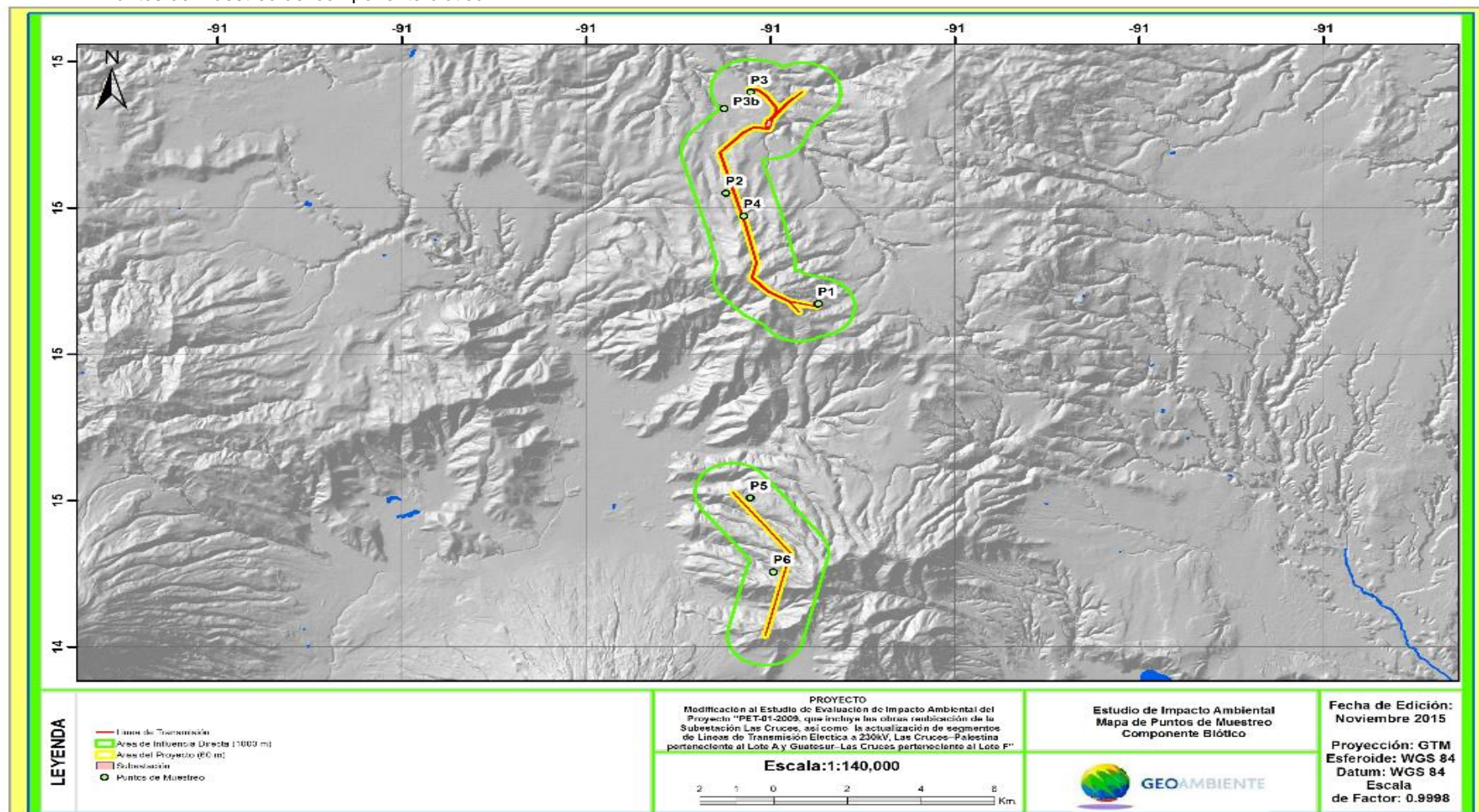
Fuente: Geoambiente, datos de campo 2015

En la siguiente imagen se muestre la ubicación de los puntos de muestreo del componente biótico.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

MAPA IX-1 Puntos de muestreo del componente biótico



Fuente: Geoambiente 2015



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

## 9.2 USO ACTUAL DEL SUELO

El área de influencia directa tiene un área de 3,838.07 hectáreas de las cuales existe predominancia del área boscosa con el 34.19% del área, esta se encuentra conformada principalmente por bosques de galería de asociaciones de encino en algunos casos con coníferas y rodales puros de encino. Le sigue la vegetación arbustiva con 30.85% la cual es consecuencia del aprovechamiento y cambios de uso para cultivo en el área. En el tercer puesto de importancia encontramos la agricultura anual con el 27.46% característico de las áreas en esta zona por sus suelos volcánicos. Esta misma tendencia se refleja para el área del proyecto sin embargo el área boscosa tiene un 30.93% el cual es menor al 35.04% que representan la vegetación arbustiva, la agricultura con 29.06% y el resto de usos con menos del 5%. La Subestación se encuentra en su totalidad en un área con cultivo de café y debido a lo pequeño de su extensión no se encontraron otros usos. (Ver MAPA IX-2)

Cuadro IX-3 Uso actual del suelo del área de influencia del proyecto

No.	Uso Actual	Área de Influencia Directa (Ha)	Área del Proyecto (Ha)	Área Subestación (Ha)
1	Agricultura anual	1054.07	67.63	0.00
2	Café	84.76	10.94	3.14
3	Cultivos permanentes herbáceos	7.43	0.62	0.00
4	Urbano	195.68	0.00	0.00
5	Vegetación arbustiva baja (guamil-matorral)	1183.99	81.53	0.00
6	Zonas Boscosas	1312.15	71.98	0.00

Fuente: Geoambiente 2015

MAPA IX-2 Mapa de uso del suelo



## **9.3 METODOLOGÍA**

### **9.3.1 ANALISIS DE FLORA**

Para el análisis de la flora del área de estudio se utilizaron los siguientes materiales:

- Bolsas plásticas 100 libras
- Papel periódico
- Tijera extensible (guacamaya)
- Tijera podadora pequeña
- Etanol 95%
- Cámara fotográfica
- GPS
- Libreta de campo
- Agujas de disección
- Estereoscopio
- Pinzas

Para el análisis de la flora del área de estudio se utilizaron los siguientes materiales:

- Bolsas plásticas 100 libras
- Papel periódico
- Tijera extensible (guacamaya)
- Tijera podadora pequeña
- Etanol 95%
- Cámara fotográfica
- GPS
- Libreta de campo
- Agujas de disección
- Estereoscopio
- Pinzas

El área de estudio incluyó seis puntos en total, de los cuales cuatro de ellos se encuentran en el departamento de Sacatepéquez, en los municipios de Sumpango, San Bartolomé Milpas Altas, Santo Domingo Xenacoj y los dos restantes en el departamento de Guatemala, en el municipio de San Pedro Sacatepéquez. La vegetación que se observó en los puntos fue: bosque de pino encino, bosque mixto y cultivos. En general las áreas de muestreo se encontraban en sitios perturbados o cercanos a estos. Cabe mencionar que la carretera CA-1 atraviesa el transecto trazado en el mapa así como algunas carreteras conectadas a esta, por lo que algunos sitios visitados están ubicados cerca o sobre carreteras.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

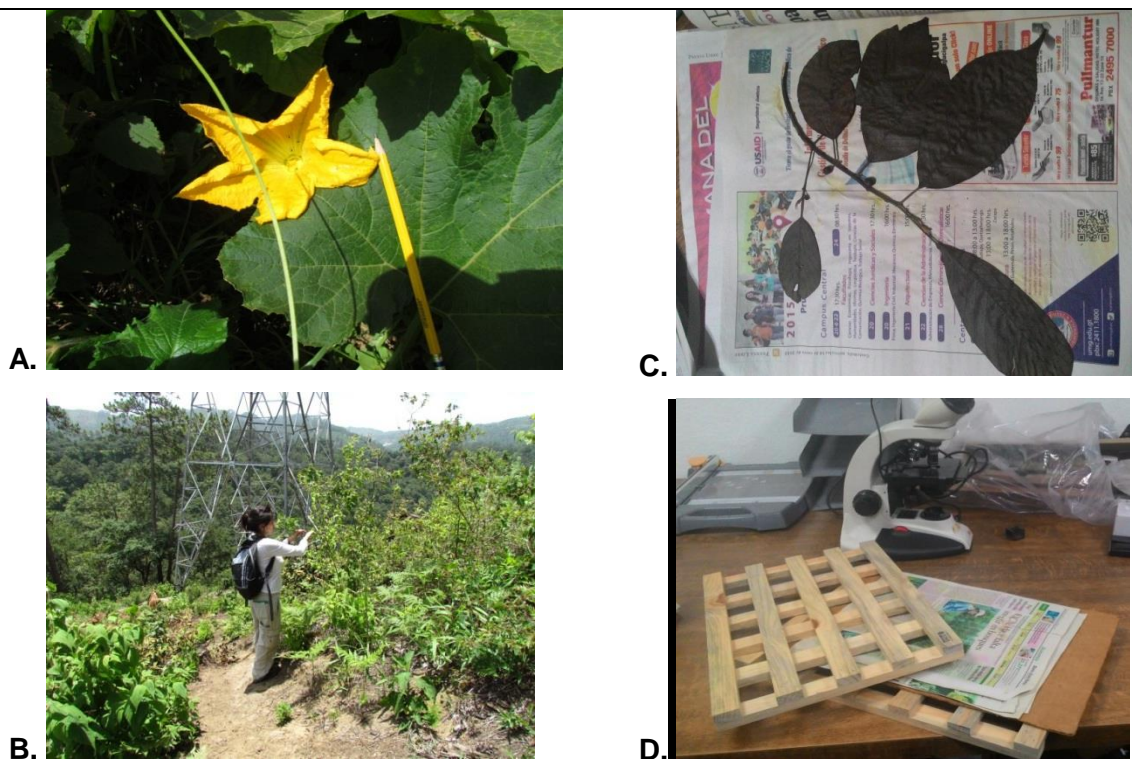
Para la recolecta de vegetación se realizaron recorridos de aproximadamente dos horas en cada uno de los puntos de muestreo anotando las características del área y de las especies colectadas. Se cortaron muestras de plantas de aproximadamente 30cm de largo y preferiblemente aquellas que presentaran flor y fruto. Posteriormente se anotaron las características morfológicas de cada especie en una libreta de campo, los datos anotados fueron: Hábito, lugar de muestreo, fecha, color de flores, frutos y forma. Finalmente se herborizaron entre hojas de papel periódico y fueron preservadas con alcohol al 95% adentro de bolsas plásticas.

Las muestras colectadas en el campo fueron sometidas al proceso de herborización y posteriormente identificadas para ser incluidas con todos los datos correspondientes en la colección de referencia del Herbario BIGU de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Para el proceso de herborización se utilizó una prensa de madera y una secadora para deshidratar a las plantas. Después del proceso de secado se identificaron las especies con el apoyo del Ingeniero Agrónomo Mario Véliz. Para la identificación fue necesario el uso de estereoscopios, agujas de disección y bibliografía especializada como la Flora Mesoamericana y la Flora de Guatemala. Para la confirmación de nombres científicos y familias se utilizó la página en línea tropicos.org del Herbario Missouri Botanical garden.

Cuadro IX-4 Fotografías de la etapa de campo y etapa de herbario

Muestra de campo

Muestra en herbario



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Muestra de <i>Cucurbita pepo</i> L. Punto 2 (Fotografía A) y colecta en el campo en Punto 3 (Fotografía B).	Muestro en el proceso de herborización posterior al secado (Fotografía C) y planta seca (Fotografía D).
---	---

Fuente: Geoambiente, datos de campo 2015

### 9.3.2 ANALISIS DE FAUNA (AVES)

Para el análisis de fauna se utilizaron los siguientes equipos y materiales

- Binoculares
- Cámara fotográfica
- Guía de aves de México y el Norte de Centroamérica (Howell & Webb, 1995)
- Libreta de campo
- Listas de comprobación de estudios realizados en el área
- GPS

Para el análisis de fauna se utilizaron los siguientes equipos y materiales

- Binoculares
- Cámara fotográfica
- Guía de aves de México y el Norte de Centroamérica (Howell & Webb, 1995)
- Libreta de campo
- Listas de comprobación de estudios realizados en el área
- GPS

Se visitaron los puntos de muestreo (Ver Cuadro IX-1) a excepción de P5: El Rosario debido a que la carretera se encontraba en condiciones de difícil acceso para el vehículo. En cada punto de muestreo se realizaron avistamientos de aves en un periodo de tiempo entre dos a tres horas en cada punto. Los avistamientos se realizaron por la mañana y parte de la tarde iniciado a las 6:30am hasta aproximadamente las 3:00pm. Se avistaron y se fotografiaron especímenes de aves que posteriormente fueron confirmados sus nombres científicos con la guía de aves y el listado de comprobación de estudios previos realizados en varias localidades de Sacatepéquez.

Cuadro IX-5 identificación de aves, fase de campo



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*



Ave observada en el Punto 3. Sporophila torqueola.



Identificación por medio de avistamiento y revisión de guías de aves.

Fuente: Geoambiente, datos de campo 2015

### 9.3.3 ANALISIS DE FAUNA (HERPETOFAUNA)

Para el análisis de Herpetofauna se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

- Sacos de manta
- Cámara fotográfica
- Gancho metálico para herpetofauna
- GPS
- Linterna

Se visitaron los puntos establecidos y se realizaron recorridos de aproximadamente dos horas por senderos ubicados dentro de los puntos. En los recorridos se utilizó la técnica de encuentro visual (Alvarado y Suazo, 2012). Se buscaron individuos entre la hojarasca, debajo de troncos podridos, sobre árboles y sobre troncos. Se anotaron los datos de cada especie encontrada, no se colectaron individuos debido a que la herpetofauna del área es conocida.

### 9.3.4 ANALISIS DE FAUNA (MAMIFEROS)

Durante el recorrido se practicaron entrevistas y visualización de huellas y madrigueras, debido a que el área está muy intervenida y la presencia de especies mayores es poco probable también se realizó una revisión bibliográfica de las especies de mamíferos que se encuentran en el departamento de Sacatepéquez, haciendo énfasis en los municipios por donde se encuentra trazado el transecto en el mapa de localización, es decir los municipios

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

de San Bartolomé Milpas Altas, Sumpango, Santo Domingo Xenacoj y San Pedro Sacatepéquez, este último del departamento de Guatemala.

## 9.4 COMPONENTE FLORA

La vegetación del departamento de Sacatepéquez se encuentra clasificada dentro de las zonas de vida de Holdridge en tres tipos de las cuales el área de proyecto solo se encuentra: bosque húmedo montano bajo subtropical bh-MB. Forma parte del complejo montañoso del Altiplano Central de Guatemala. Esta clasificación de zonas de vida se basa principalmente en tres aspectos del ambiente: Biotemperatura, precipitación y humedad. (De la Cruz, 1981)

En el bosque húmedo montano bajo bh-MB presenta una precipitación pluvial en un rango de 1057-1580mm, con una biotemperatura de 15-23°C y altitud de 1500-2400 msnm. Algunos de los principales cultivos en esta zona son: Durazno, aguacate, manzana, maíz, frijol y hortalizas. En el bosque muy húmedo montano bajo subtropical bmh-MB presenta una precipitación de aproximadamente 2065-3900mm, con una biotemperatura de 12.5-18.6°C y altitud de 1800-3000 msnm. (Plan de reconstrucción departamental de Sacatepéquez, 2006; De la Cruz, 1981). Según la clasificación de Villar-Anleu (1998, 2003) los biomas que se encuentran en el departamento de Sacatepéquez son dos sin embargo para el área de estudio tenemos el siguiente:

**Bosque de montaña:** Este bioma se encuentra en la mayor parte del altiplano, abundan las coníferas (pinos), robles y otras especies. En las partes más altas sobresalen las praderas subalpinas. Existe una diferencia de temperatura entre la época fría y la época cálida.

De acuerdo a Dinerstein (1995) existen 14 ecorregiones en Guatemala y dos dentro del departamento de Sacatepéquez: Bosques de pino encino de Centroamérica y bosques montanos de Centroamérica. Según el Fondo Mundial de la Vida Silvestre (WWF, por sus siglas en inglés) se puede definir a una ecorregión como un área extensa de tierra o agua que contiene un conjunto geográficamente distintivo de comunidades naturales que comparten la gran mayoría de sus especies y dinámicas ecológicas. (Dinerstein, Olson, Gram, Webster, Pim, Boobinder *et al.*, 1995; Castañeda, 2008)

El bosque montano Centroamericano se refiere a bosques latifoliados, húmedos, tropicales y subtropicales; este tipo de bosque puede encontrarse en tierras altas volcánicas; y el bosque de pino-encino de Centroamérica se refiere a bosques de coníferas tropicales y subtropicales que se encuentran en tierras altas volcánicas. (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente -IARNA-, 2006)

A continuación se presenta el listado de vegetación identificada en los puntos: Punto 1 (P1): San Bartolomé Milpas Altas, Punto 2 (P2): Sumpango, Punto 3 (P3): Santo Domingo

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Xenacoj, Punto 4 (P4): Bosque entre Sumpango y Santiago Sacatepéquez y Punto 5 (P5): Aldea El Rosario. El Punto 3b (P3b) no está representado con vegetación en el Cuadro No. 5 debido a que se encontraba muy cercano al punto 3 por lo tanto la vegetación era muy similar y los cultivos se compartían.

En el punto 1 y en el punto 2 que se encuentran en el bosque húmedo montano bajo bh-MB se observó bosque de pino-encino, con ciprés y aliso, en el punto 1 junto con el bosque se observaron cultivos de membrillo (*Cydonia oblonga* Miller), manzanillo (*Crataegus pubescens* (C. Presl) C. Presl), aguacate (*Persea americana* Mill.), pera (*Pyrus communis* L.) y durazno (*Amygdalus persica* L.). En el punto 2 se encontraron cultivos de Pino (*Pinus devoniana* Lindl.) y en el punto 5 se observaron cultivos de Rosa (*Rosa* sp.), Crisantemo (*Chrysanthemum* sp.), Gerbera (*Gerbera* sp.) y Clavel (*Dianthus* sp.)

En los puntos 3, 4 y 6 en la misma zona de vida, se encontraron cultivos de: Tomate (*Solanum lycopersicum* L.), puerro (*Allium ampeloprasum* var. *Porrum* (L.) J. Gay), chile pimiento (*Capsicum annuum* L.), brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck), repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), maíz (*Zea mays* L.), hierba buena (*Mentha* sp.), arveja (*Pisum sativum* L.), coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.), apio (*Apium graveolens* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), variedades de güicoy (*Cucurbita pepo* L.), rábano (*Raphanus sativus* L.) zanahoria (*Daucus carota* L.) y aguacate (*Persea americana* L.). Además se observaron cultivos de Rosa (*Rosa* sp.) y Gerbera (*Gerbera* sp.) en el punto 3.

Cuadro IX-6 Especies de plantas registradas por puntos de muestreo

Familia	Especie	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Actinidiaceae	<i>Saurauia oreophila</i> Hemsl.	X					
Amaryllidaceae	<i>Allium ampeloprasum</i> var. <i>porrum</i> (L.) J. Gay			X		X	X
Apiaceae	<i>Apium graveolens</i> L.			X		X	X
Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L.						X
Araceae	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng.					X	
Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch.	X					
Asteraceae	<i>Ageratina</i> sp.			X			
Asteraceae	<i>Baccharis</i> sp.			X			
Asteraceae	<i>Calea integrifolia</i> (DC.) Hemsl.		X	X			
Asteraceae	<i>Chrysanthemum</i> sp.					X	
Asteraceae	<i>Coniza</i> sp.			X	X	X	
Asteraceae	<i>Erigeron scaposus</i> DC.			X			
Asteraceae	<i>Galinsoga urticaefolia</i> (Kunth) Benth.				X		
Asteraceae	<i>Gamochaeta</i> sp.			X			

Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"

Asteraceae	<i>Gerbera</i> sp.			X		X	
Asteraceae	<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.			X			
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.				X		
Asteraceae	<i>Wedellia</i> sp.					X	
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> var. <i>arguta</i> (Schltdl.) Furlow	X	X				
Betulaceae	<i>Alnus</i> sp.	X	X				
Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i> L.	X					
Blechnaceae	<i>Blechnum</i> sp.	X					
Boraginaceae	<i>Bouyeria laevis</i> (Roxb.) G. Don					X	
Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> L.			X	X	X	X
Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> L.		X	X	X	X	X
Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> Plenck			X		X	X
Brassicaceae	<i>Brassica</i> sp.				X	X	
Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i> L.			X		X	X
Caprifoliaceae	<i>Viburnum hartwegii</i> Benth.	X					
Caryophyllaceae	<i>Dianthus</i> sp.					X	
Commelinaceae	<i>Tinantia</i> sp.			X			
Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> L.			X	X	X	X
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i> L.		X	X	X	X	X
Cupressaceae	<i>Neocupressus lusitanica</i> var. <i>lindleyi</i> (Klotzsch ex Endl.) de Laub.	X	X		X		
Cyperaceae	<i>Cyperus fascicularis</i> Poir.	X					
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.			X			
Cystopteridaceae	<i>Cystopteris</i> sp.	X					
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium</i> sp.			X			
Equisetaceae	<i>Equisetum</i> sp.					X	
Euphorbiaceae	<i>Acalypha guatemalensis</i> Pax & K. Hoffm.	X			X		
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.			X			
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i> (L'Hér.) Benth.		X	X			
Fabaceae	<i>Canavalia</i> sp.					X	
Fabaceae	<i>Centrosema</i> sp.				X		
Fabaceae	<i>Crotalaria longirostrata</i> Hook. & Arn.				X		
Fabaceae	<i>Dalea</i> sp.			X			
Fabaceae	<i>Desmodium</i> sp.					X	
Fabaceae	<i>Erythrina macrophylla</i> DC.				X		
Fabaceae	<i>Lysiloma</i> sp.	X				X	
Fabaceae	<i>Phaseolus dumosus</i> Macfad.				X		

Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"

Fabaceae	<i>Pisum sativum</i> L.			X		X	X
Fagaceae	<i>Quercus brachystachys</i> Benth.			X			
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	X	X	X	X		
Lamiaceae	<i>Mentha</i> sp.					X	X
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	X		X	X		X
Loranthaceae	<i>Struthanthus</i> sp.	X					
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	X			X		
Melastomataceae	<i>Leandra</i> sp.		X				
Melastomataceae	<i>Leandra subseriata</i> (Naudin) Cogn.	X					
Myrtaceae	<i>Eugenia jambos</i> L.					X	
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.			X			
Onagraceae	<i>Fuchsia microphylla</i> var. <i>aprica</i> (Lundell) Munz	X			X		
Onagraceae	<i>Fuchsia</i> sp.	X					
Orchidaceae	<i>Malaxis</i> sp.	X	X	X			
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i> L.			X	X		
Phytolacaceae	<i>Phytolaca</i> sp.					X	
Pinaceae	<i>Pinus devoniana</i> Lindl.		X	X			
Pinaceae	<i>Pinus maximinoi</i> H.E. Moore		X	X			
Poaceae	<i>Panicum</i> sp.					X	
Poaceae	<i>Pennisetum</i> sp.					X	
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.			X		X	X
Polygalaceae	<i>Monnina</i> sp.		X				
Polygalaceae	<i>Monnina xalapensis</i> Kunth.	X	X				
Polygalaceae	<i>Polygala costaricensis</i> Chodat	X					
Polygalaceae	<i>Polygala</i> sp.					X	
Polygonaceae	<i>Polygonum portoricense</i> Bertero ex Endl.			X		X	
Polypodiaceae	<i>Polypodium</i> sp.	X					
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.				X		
Pteridaceae	<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	X					
Pteridaceae	<i>Cheilanthes</i> sp.			X			
Rhamnaceae	<i>Ceanothus azureus</i> Desf. ex DC.					X	
Rhamnaceae	<i>Rhamnus capreifolia</i> Schltl.	X				X	
Rhamnaceae	<i>Rhamnus</i> sp.	X					
Rosaceae	<i>Amygdalus persica</i> L.	X	X		X		
Rosaceae	<i>Crataegus pubescens</i> (C. Presl) C. Presl	X					
Rosaceae	<i>Cydonia oblonga</i> Miller	X	X		X		



Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"

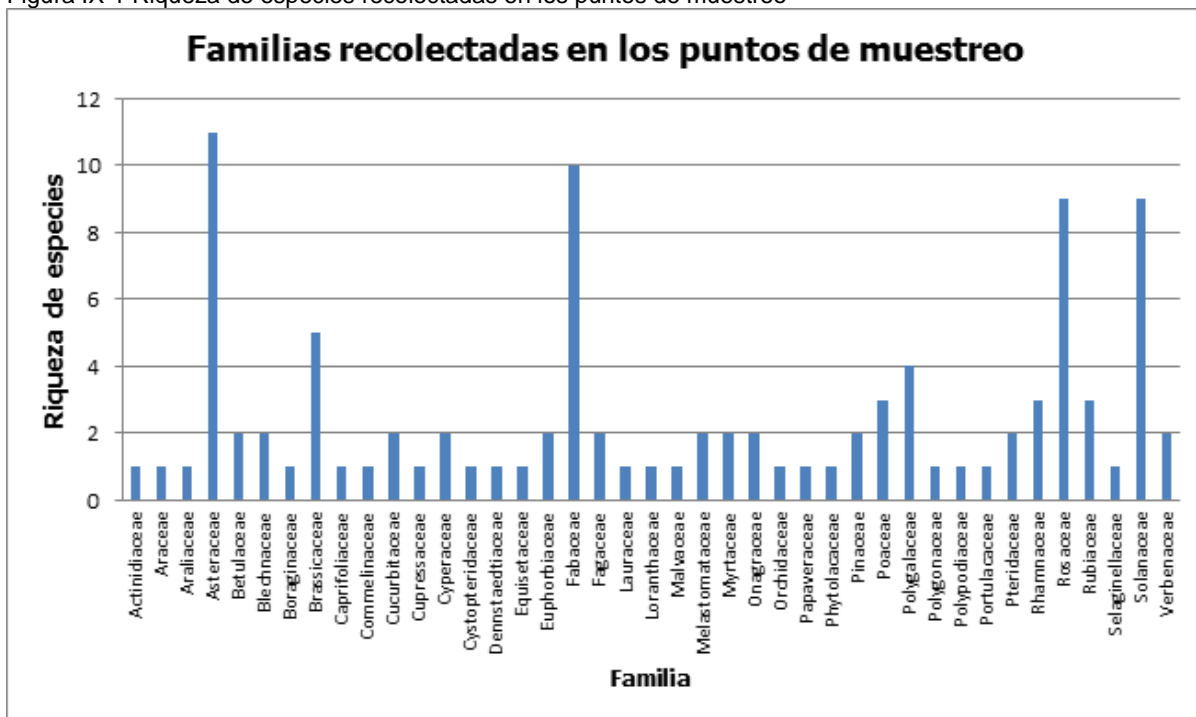
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.					X	
Rosaceae	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	X			X		
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i> var. <i>Capuli</i> (Cav.) McVaugh	X					
Rosaceae	<i>Pyrus communis</i> L.	X	X				
Rosaceae	<i>Rosa</i> sp.			X		X	
Rosaceae	<i>Rubus</i> sp.	X					
Rubiaceae	<i>Bouvardia leiantha</i> Benth.			X			
Rubiaceae	<i>Galium mexicanum</i> Kunth	X	X				
Rubiaceae	<i>Rondeletia strigosa</i> (Benth.) Hemsl.				X	X	
Selaginellaceae	<i>Selaginella stenophylla</i> A. Braun	X					
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.			X		X	X
Solanaceae	<i>Cestrum aurantiacum</i> Lindl.					X	
Solanaceae	<i>Cestrum</i> sp.			X			
Solanaceae	<i>Lycianthes</i> sp.	X					
Solanaceae	<i>Physalis</i> sp.				X		
Solanaceae	<i>Solanum hartwegii</i> Benth.					X	
Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> L.			X	X		X
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	X		X			
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	X					
Verbenaceae	<i>Citharexylum mocinoi</i> D. Don	X					
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.			X			

Fuente: Geoambiente, datos de campo 2015

En total se encontraron 107 especies en donde la riqueza se encuentra concentrada en las siguientes familias: Asteraceae con una riqueza de 11 especies, seguido de Fabaceae con 10 especies y Rosaceae y Solanaceae con 9 especies cada una. Las otras familias presentaron un rango de 1 a 5 especies por familia. Es importante mencionar que a pesar de que los bosques presentes en estas áreas son en su mayoría bosques con abundante pino, encino, aliso y especies asociadas a estos, la riqueza no es alta sin embargo la abundancia es mucho mayor en cada punto

Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"

Figura IX-1 Riqueza de especies recolectadas en los puntos de muestreo



Fuente: Geoambiente, datos de campo 2015

#### 9.4.1 ESPECIES AMENAZADAS, ENDEMICAS O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN (LEA O LISTA ROJA)

Se encontró que todas las especies del género *Malaxis* spp. se hallan incluidas en el apéndice del convenio CITES (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre) y en el listado de especies amenazadas (LEA) del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). Esta especie se incluye en la categoría 3 de LEA y en el apéndice II de CITES. También se encontró una especie de encino (*Quercus brachystachys* Benth.) dentro del LEA en la categoría 3.

La categoría 3 del listado de especies amenazadas indica que estas especies actualmente no se encuentran en peligro de extinción pero podrían llegar a estarlo si no se regula su aprovechamiento, por lo cual solamente puede utilizarse para fines científicos, comerciales, siempre y cuando sea regulado a través de planes de manejo técnicamente elaborados y que garanticen la sobrevivencia y estabilidad de las poblaciones de la especie, por lo que el plan debe estar aprobados para su aplicación. El apéndice II de CITES incluye a todas las especies que actualmente no se encuentran en peligro de extinción pero podrían llegar a estarlo si el comercio no se reglamenta estrictamente. También incluye a las especies no afectadas por el comercio pero que deben estar sujetas a reglamentación con el fin de

permitir su eficaz control de comercio. (Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP], 2014)

En general la mayoría de especies de la familia Orchidaceae están dentro del listado de especies amenazadas del CONAP y CITES debido a que existe alto comercio de las mismas debido a la belleza de sus flores y su uso en ornamentación. Esta familia es considerada un buen indicador de áreas perturbadas.

## 9.4.2 ESPECIEES INDICADORAS

Los bosques de pino-encino que se encuentran en Sacatepéquez se han visto reducidos y fragmentados, debido al constante crecimiento demográfico, lo cual provoca la tala rasa de bosques para fines agrícolas comerciales y de subsistencia. (Fund, 2014). Una especies indicadora de áreas perturbadas es el helecho Chispa (*Pteridium caudatum* (L.) Maxon) que en este caso se encontró en el punto de muestreo 3 con una gran distribución. Este helecho se encontró en todos los puntos visitados pero con poca presencia, lo cual indica que en todos los puntos se comparte el mismo régimen de perturbación bajo. Debido a que es un helecho de amplia distribución, creciendo en áreas abiertas con gran exposición al sol; crece en lugares con alta intervención humana y en áreas que han sido quemadas pues es un helecho asociado al fuego. Puede convertirse en maleza si no se mantiene un control debido a que presentan un comportamiento invasivo y sus rizomas se internan a más de 30cm de profundidad. (Heike, 2009)

Otra planta importante a resaltar en el estudio es *Malaxis* sp. una especie de orquídea encontrada en los puntos de muestreo 1, 2 y 3. Las orquídeas son consideradas indicadoras de perturbación. Estudios en México y Colombia encontraron que algunas especies del género *Malaxis* spp. presentan baja tolerancia hacia ambientes y bosques perturbados. Además las especies de orquídeas se ven seriamente amenazadas con el aumento de la tala rasa o aclaramiento de bosques para cultivos; dando lugar a especies oportunistas y/o generalistas como *Pteridium caudatum* (L.) Maxon (Díaz-Toribio, 2009)

## 9.5 COMPONENTE FAUNA

### 9.5.1 AVES

A continuación se encuentra el listado de especies observadas en los puntos de muestreo y el listado de especies según la revisión bibliográfica realizada para áreas cercanas a los puntos de muestreo

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro IX-7 Listado de aves observadas y reportadas para las áreas visitadas en Sacatepéquez

Familia	Especie	Nombre común 93
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro*
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola colilarga*
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera*
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola aliblanca*
Corvidae	<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara de Steller
Emberizidae	<i>Sporophila corvina</i>	Espiguero variable*
Emberizidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero collajero*
Emberizidae	<i>Zonotrichia septentrionalis capensis</i>	Saltón gorricastaño*
Fringillidae	<i>Carduelis notata forreri</i>	Lúgano Iberoamericano*
Icteridae	<i>Icterus maculialatus</i>	Bolsero guatemalteco*
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Vaquero ojirrojo*
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate*
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentidorado*
Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero*
Picidae	<i>Picoides fumigatus</i>	Carpintero alibronceado
Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Pico mexicano*
Trochilidae	<i>Hylocharis leucotis</i>	Colibrí oreja blanca*
Turtidae	<i>Sialia sialis</i>	Azulejo gorjicanelo*

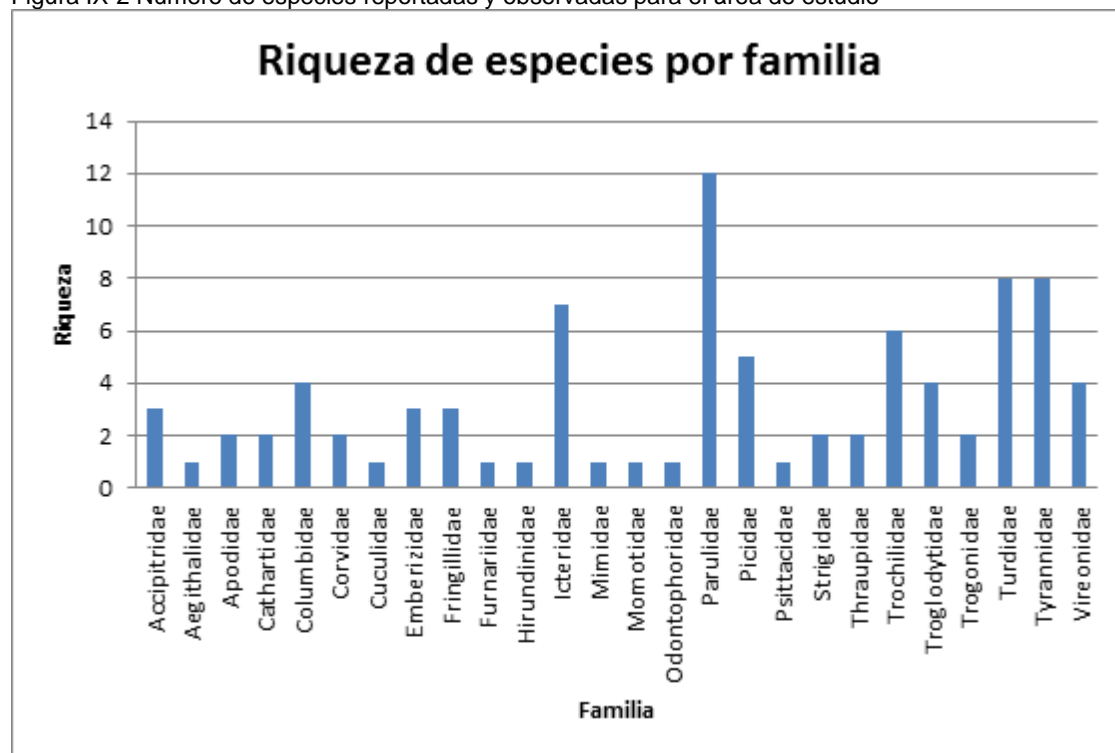
\*Aves observadas

Fuente: Datos de campo 2015; CONAP, 2014 ; Asturias, 2011

En total se reportó una riqueza 26 familias reportadas de las cuales 9 pueden ser obseadas en el área y 93 especies de aves reportadas 18 pudieron ser vistas para el área que abarca el transecto por donde se llevará a cabo la obra. De las familias con mayor cantidad de especies se encuentra Cathartidae con 4 especies reportadas, seguido de Picidae con 4 especies y por último las demás familias reportando entre un rango de 1 a 3 especies por familia. (Ver Figura IX-2)

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto “PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F”*

Figura IX-2 Número de especies reportadas y observadas para el área de estudio



Fuente: Geoambiente, datos de campo 2015; CONAP, 2014; Asturias, 2011

### 9.5.1.1 Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción (LEA o Lista Roja)

El siguiente **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**, muestra las especies que se encuentran dentro del índice de CONAP, categoría 3, recordando que esta categoría indica que son especies que deben tener un manejo especial y uso controlado. Incluye a todas las especies que se encuentren amenazadas por explotación o pérdida de hábitat, sin embargo el estado de la población permite su uso y explotación regulada. (CONAP, 2014) En este grupo, las aves, se ven muy afectadas en sus rangos de hábitat en los que se mueven por la pérdida de bosques.

El cuadro también muestra a las especies que se encuentran en el listado de CITES, apéndice II, como se mencionó anteriormente en la sección de vegetación, incluye a todas aquellas especies que en la actualidad no se encuentran en peligro de extinción pero podrían llegar a esa situación si el comercio de especímenes de estas especies no se reglamenta estrictamente con el fin de evitar la utilización incompatible con su supervivencia. También se incluyen en este apéndice a las especies no afectadas por el



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

comercio pero que deben estar sujetas a reglamentación con el propósito de permitir su eficaz control de comercio. (Fund, 2014; CONAP, 2001; Birdlife international, 2013).

Cuadro IX-8 Listado de aves reportadas dentro de la lista de especies amenazadas del CONAP y en el listado de CITES

Familia	Especie	Nombre común	Índice de Conap	CITES
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus fuliginosus</i>	Gavilán colicorta	3	II
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Gavilán cola roja	3	II
Psittacidae	<i>Aratinga holochlora</i>	Perico verde	3	II
Strigidae	<i>Ciccaba virgata</i>	Cárabo café	3	II
Trochilidae	<i>Atthis ellioti</i>	Colibrí de Elliot	3	II
Trochilidae	<i>Campylopterus rufus</i>	Colibrí	3	II
Trochilidae	<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí magnífico	3	II
Trochilidae	<i>Lampornis amethystinus</i>	Colibrí serrano	3	II
Trochilidae	<i>Lampornis viridipallens</i>	Colibrí gorgiescamoso	3	II
Trogonidae	<i>Trogon mexicanus</i>	Trogon mexicano	3	
Turtidae	<i>Catharus aurantirostris</i>	Zorzalito piquinaranja	3	

Fuente: Lista roja de fauna, CONAP 2001

El siguiente listado comprende a las especies reportadas con distribución restringida en Guatemala y que se encuentran en el departamento de Sacatepéquez.

Cuadro IX-9 Listado de especies de distribución restringida y amenazadas

Familia	Especie	Nombre común	Estado
Corvidae	<i>Cyanocorax melanocyaneus</i>	Chara	Distribución restringida
Icteridae	<i>Icterus maculialatus</i>	Bolsero guatemalteco	Distribución restringida
Momotidae	<i>Aspatha gularis</i>	Momoto garganta azul	Distribución restringida
Parulidae	<i>Setophaga chrysoparia</i>	Chipe caridorado	En peligro de extinción
Trochilidae	<i>Atthis ellioti</i>	Colibrí de Elliot	Distribución restringida
Troglodytidae	<i>Troglodytes rufociliatus</i>	Chivirín ceja rufa	Distribución restringida
Turtidae	<i>Turdus rufitorques</i>	Zorzal cuellirojo	Distribución restringida

Fuente: Birdlife international, 2013; Fund, 2014

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Es importante mencionar que la especie *Setophaga chrysoparia* es una ave migratoria que presenta un área de reproducción bastante restringida en regiones de Texas, USA, pero en los inviernos migra hacia los bosques de pino-encino de Guatemala, Honduras y Nicaragua.

### 9.5.1.2 Especies indicadoras

Dentro de las especies indicadoras se puede mencionar a *Sporophila corvina* que es una especie muy especialista por lo que en la época migratoria busca los bosques de pino-encino de Centroamérica ya que utiliza especies de coníferas para construir sus nidos. (Stout, 1999) Sin embargo el constante crecimiento de la frontera agrícola y tala rasa de árboles para uso agrícola ha dado lugar al incremento de poblaciones de otras aves como *Molothrus aeneus* indicadora de actividades humanas y que también ha sido reportada y observada en los puntos de muestreo. *Molothrus aeneus* es una especie que parasita a otras aves del orden Passeriformes incluida *Setophaga chrysoparia*. (Davies, 2010; Stout, 1999)

## 9.5.2 HERPETOFAUNA

La herpetofauna registrada para el área de estudio se presenta en el Cuadro IX-10, todas las especies encontradas en la bibliografía revisada se distribuyen en Sacatepéquez y a una altitud aproximada a la de los puntos de muestreo. En total se reportan 17 especies, en donde la familia más numerosa es Colubridae con una riqueza de 7 especies y las demás solamente representadas por 1 o 2 especies. Algunas de estas especies (*Pituophis lineaticollis*, *Conopsis lineatus*, *Sceloporus smaragdinus*, *Norops crassulus* y *Mastigodryas dorsalis*) fueron reportes de los habitantes durante la fase de campo de este estudio.

Cuadro IX-10 Listado de especies reportadas para el área de estudio

Familia	Especie	Nombre común
Anguidae	<i>Abronia vasconcelosii</i>	Escorpión, Dragoncito
Colubridae	<i>Leptodeira septentrionalis</i>	Ojo de gato
Colubridae	<i>Mastigodryas dorsalis</i>	
Colubridae	<i>Pituophis lineaticollis</i>	Mazacuata de montaña
Corytophanidae	<i>Corytophanes percarinatus</i>	Cutete
Dactyloidae	<i>Anolis crassulus</i>	Cutetillo
Dactyloidae	<i>Norops crassulus</i>	Abanico adornado
Colubridae	<i>Conopsis lineatus</i>	Guardacamino
Colubridae	<i>Geophis rhodogaster</i>	Basurera
Colubridae	<i>Rhadinaea godmani</i>	Basurera
Colubridae	<i>Tropidodipsas fischeri</i>	Caracolera, lombricera
Hylidae	<i>Plectrohyla guatemalensis</i>	Rana arborícola

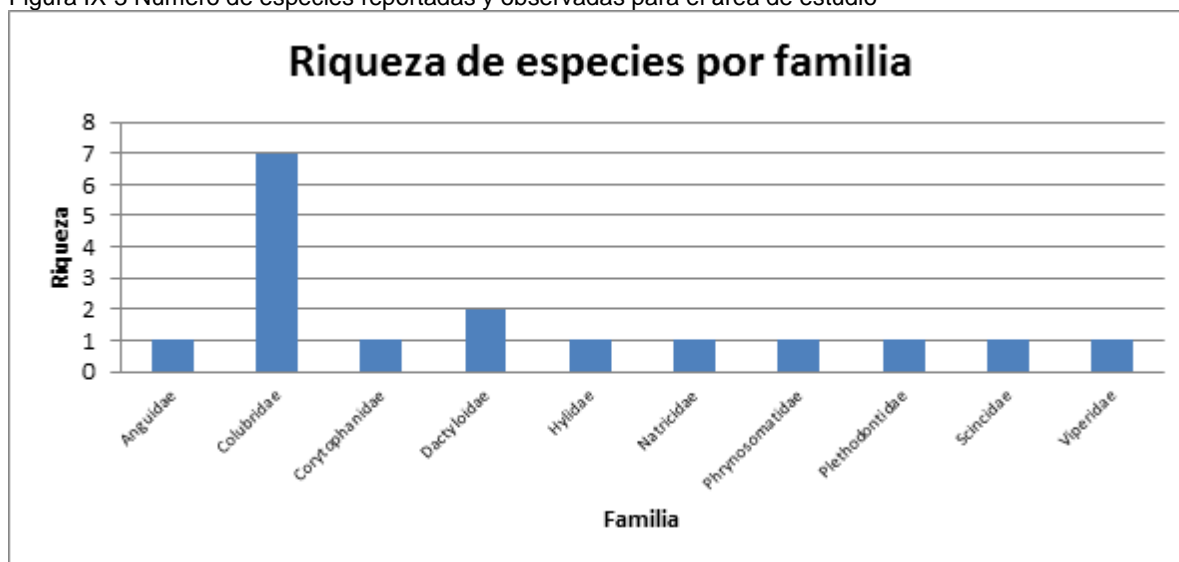
Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"

Natricidae	<i>Thamnophis fulvus</i>	Cantil
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus smaragdinus</i>	Espinoso, escorpión
Plethodontidae	<i>Bolitoglossa morio</i>	Salamandra
Scincidae	<i>Sphenomorphus assatus</i>	Salamanquesa, madreclabra
Viperidae	<i>Cerrophidion godmani</i>	Cheta, cantil, frijolillo

Fuente: CONAP, 2014; International Union for the Conservation Nature –IUCN-, 2015.

En general estas especies de reptiles y anfibios prefieren bosques de pino-encino con amplia distribución, bosque húmedo montano bajo u otro tipo de vegetación húmeda, sin embargo también tolera áreas abiertas, cultivos y urbanización. Incluso especies como *Conophis lineatus* tiende a aparecer en áreas perturbadas, por lo que posiblemente pueda hallarse en el área de estudio, ya que predominan las áreas cultivadas.

Figura IX-3 Número de especies reportadas y observadas para el área de estudio



Fuente: CONAP, 2014; International Union for the Conservation Nature –IUCN-, 2015

### 9.5.2.1 Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción (LEA o LISTA ROJA)

Fueron encontradas cuatro especies dentro del LEA y dos especies en el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés). Dentro del listado de IUCN se encontraron especies en dos categorías, vulnerable (VU= Vulnerable) y en peligro de extinción crítico (CE= Critically endangered) (Ver **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**). La especie *Abronia vasconcelosii* se encuentra en la categoría vulnerable debido a su pequeña distribución, alrededor de 2500 Km<sup>2</sup> de extensión. Cabe resaltar que además de encontrarse vulnerable, es una especie endémica

para Guatemala. También se encuentra dentro de esa categoría ya que según la IUCN la población está declinando en extensión y calidad de hábitat debido a actividades antropogénicas. (Acevedo, Ariano-Sánchez & Johnson, 2013)

Otra de las especies que se encuentra en listado de IUCN es *Plectrohyla guatemalensis*, es considerada como una especie en peligro de extinción crítico (CE); esta especie ha sido reportada para el área de estudio, sin embargo en los últimos años ha dejado de ser común en Guatemala, además vive cerca de arroyos, por lo que no se puede asegurar si podría ser hallada en los puntos de muestreo o cercanos al área de influencia. (IUCN, 2015).

En el mismo cuadro se puede observar que cuatro especies son enlistadas en la categoría 3 del LEA, especies que deben tener uso controlado.

Cuadro IX-11 Especies que se encuentran amenazadas o en peligro (Herpetofauna)

Familia	Especie	Nombre común	Lista de Conap	IUCN
Anguidae	<i>Abronia vasconcelosii</i>	Escorpión, Dragoncito		VU
Colubridae	<i>Pituphis lineaticollis</i>	Mazacuata de montaña	3	
Corytophanidae	<i>Corytophanes percarinatus</i>	Cutete	3	
Hylidae	<i>Plectrohyla guatemalensis</i>	Rana arborícola	3	CE
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus smaragdinus</i>	Espinoso, escorpión	3	

\*VU =Vulnerable, CE = En peligro de extinción crítico

Fuente: CONAP, 2014; IUCN, 2015

### 9.5.2.2 Especies Indicadoras

La mayoría de las especies encontradas prefieren los bosques de pino-encino y presentan amplia distribución a excepción de *Pituphis lineaticollis*, la cual, como se mencionó, se extiende a lo largo del area de estudio y es endémica para esta region. Esta especie puede ser indicadora de pérdida de hábitat, debido a su distribución restringida y a la disminución en su población debido a actividades antropogénicas. (Acevedo, Ariano-Sánchez & Johnson, 2013).

Así como algunas especies solamente habitan áreas boscosas y tienen a desaparecer con la perturbación, otras especies como *Conophis lineatus*, *Corytophanes percarinatus*, *Geophis rhodogaster* y *Sceloporus smaragdinus* se adaptan y soportan áreas perturbadas, incluso pueden llegar a encontrarse en jardines de áreas urbanizadas. (Flores-Villeda, Köhler, Sunyer, Townsend & Wilson, 2013; Ariano-Sánchez, Campbell & Muñoz-Alons, 2013; Campbell & Muñoz-Alons, 2013).

Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"

### 9.5.3 MAMIFEROS

Los mamíferos identificados para los puntos visitados se encuentran enlistados en el siguiente cuadro, cabe mencionar que algunas de las especies fueron reportes que habitantes de los municipios realizaron durante la fase de campo.

Cuadro IX-12 Listado de especies reportadas para distintas áreas de Sacatepéquez

Familia	Especie	Nombre común
Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro gris
Cricetidae	<i>Handleyomys rhabdops</i>	Rata
Cricetidae	<i>Nyctomys sumichrasti</i>	Ratón de monte
Cricetidae	<i>Peromyscus aztecus</i>	Ratón ocotero
Cricetidae	<i>Peromyscus beatae</i>	Ratón de orizaba
Cricetidae	<i>Peromyscus guatemalensis</i>	Ratón
Cricetidae	<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	Ratón
Cricetidae	<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	Ratón
Cricetidae	<i>Sigmodon hispidus</i>	Ratón cañero
Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tacuazín
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tacuazín
Didelphidae	<i>Marmosa mexicana</i>	Tlacuache
Geomyidae	<i>Orthogeomys hispidus</i>	Taltuza
Heteromyidae	<i>Heteromys desmarestianus</i>	Ratón
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo de monte
Mephitidae	<i>Spilogale putorius</i>	Zorrillo
Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja
Phyllostomidae	<i>Anoura geoffroyi</i>	Murciélago sin cola
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago de la fruta
Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro
Phyllostomidae	<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago de hombro amarillo
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache
Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla
Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla
Sciuridae	<i>Sciurus variegatoides</i>	Ardilla
Soricidae	<i>Criptomys sp.</i>	Musaraña



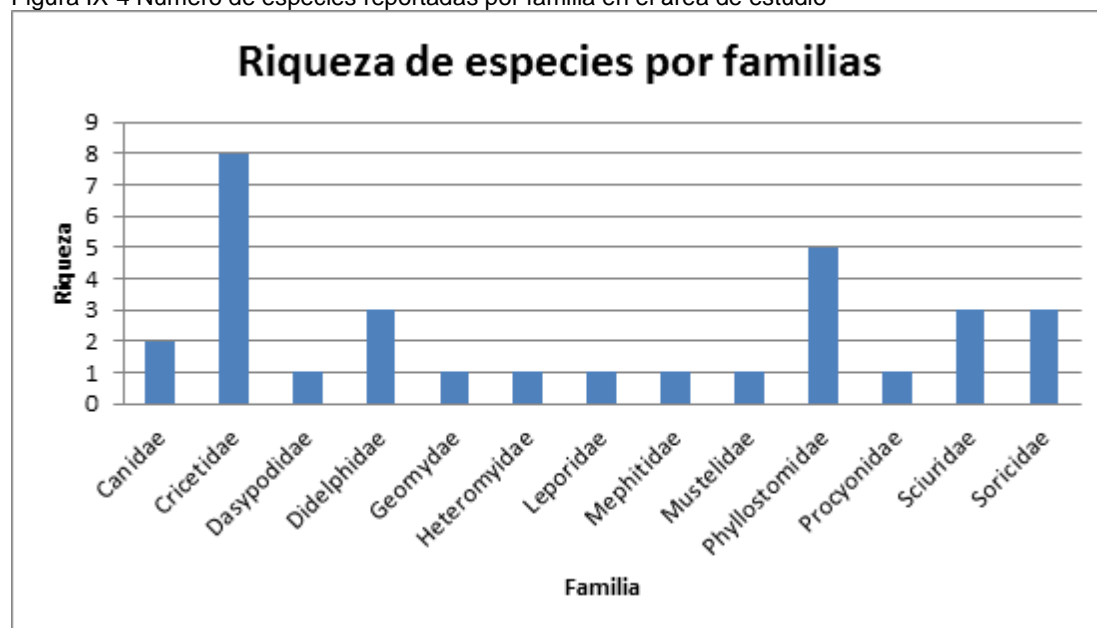
Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"

Familia	Especie	Nombre común
Soricidae	<i>Cryptotis goodwini</i>	Musaraña
Soricidae	<i>Sorex veraepacis</i>	Musaraña

Fuente: Ordóñez, Matson, Eckerlin, Bulmer & Greiman, 2014; CONAP, 2014; Kepfer, 2006; Chávez, 2012

Entre las familias de mamíferos reportadas para el área de estudio se encontró una riqueza de 31 especies en donde Cricetidae (familia de los ratones) es la que presenta mayor abundancia, con 8 especies, seguido de Phyllostomidae (familia de los murciélagos) con 5 especies y luego las demás familias con una riqueza de especies en un rango de 1 a 3.

Figura IX-4 Número de especies reportadas por familia en el área de estudio



Fuente: Fuente: Ordóñez, Matson, Eckerlin, Bulmer & Greiman, 2014; CONAP, 2014; Kepfer, 2006; Chávez, 2012

#### 9.5.3.1 especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción (LEA o LISTA ROJA)

No se encontraron especies incluidas en el apéndice del convenio CITES sin embargo si se encontraron especies reportadas el listado de especies amenazadas del CONAP, entre ellas se encuentra el coyote (*Canis latrans*) reportado dentro de la categoría 3, y las demás especies, ratones y una musaraña (*Nyctomys sumichrasti*, *Peromyscus guatemalensis*, *Reithrodontomys sumichrasti* y *Cryptotis goodwini*) dentro de la categoría 2.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Según el listado del CONAP, en el 2001, las especies que se encuentran en la categoría 2 están en grave peligro y/o peligro de extinción por pérdida de hábitat, comercio, poblaciones reducidas, endemismo nacional o regional con distribución limitada. (CONAP, 2001)

Cuadro IX-13 Listado de especies incluidas en el índice CONAP

Familia	Especie	Nombre común	Índice Conap
Canidae	Canis latrans	Coyote	3
Cricetidae	Nyctomys sumichrasti	Ratón de monte	2
Cricetidae	Peromyscus guatemalensis	Ratón	2
Cricetidae	Reithrodontomys sumichrasti	Ratón	2
Soricidae	Cryptotis goodwini	Musaraña	2

Fuente: Lista roja de fauna CONAP, 2001

En el siguiente cuadro se puede observar que las especies presentan distribución restringida, debido a que sus cortos rangos de movilidad.

Cuadro IX-14 Estado de algunas especies de mamíferos

Familia	Especie	Nombre común	Estado
Cricetidae	Peromyscus aztecus	Ratón ocotero	Distribución restringida
Cricetidae	Reithrodontomys sumichrasti	Ratón	Distribución restringida
Didelphidae	Marmosa mexicana	Tlacuache	Distribución restringida

Fuente: Fund, 2014

### 9.5.3.2 Especies Indicadoras

Entre las especies de mamíferos que pueden ser utilizados como bioindicadores de áreas perturbadas, se encuentran *Cryptotis goodwini* es un buen indicador de intervención del hábitat pues en esta familia existen especies sensibles a la deforestación en especial aquellas especies insectívoras. De la misma forma en que afecta a unas especies favorece a otras como el caso de los frugívoros que se ven beneficiadas sus poblaciones porque presentan mayor flexibilidad en los requerimientos de hábitat ya que pueden vivir en bosques con cierto grado de perturbación, sin embargo no todos los frugívoros soportan de igual forma la intervención antropogénica y/o perturbación del hábitat. (Mena, 2010; Anderson, 2009; Jiménez y Mantilla-Meluk, 2008).

Cualquier impacto negativo en el hábitat puede llegar a provocar serios problemas de conservación y regeneración de bosques fragmentados debido al importante rol como dispersores de semillas. (Mena, 2010)

## **9.6 RESUMEN DE LOS ASPECTOS BIÓTICOS ENCONTRADOS**

A continuación se resumen los hallazgos más importantes encontrados en los aspectos bióticos:

Se identificó un total de 107 especies, de las cuales la mayor riqueza estuvo representada por las familias Asteraceae, Fabaceae, Solanaceae y Rosaceae, esta última con abundantes especies por la alta producción de especies de uso comercial pertenecientes a esta familia.

Los cultivos más abundantes en el área de estudio son los cultivos de árboles frutales como pera, manzanillo, membrillo, aguacate y durazno, hortalizas como el brócoli, repollo, chile, güicoy, maíz, coliflor y arveja, y cultivos de flores, en su mayoría rosas y gerberas.

No se encontró alta riqueza de especies representativas de los tipos de bosque reportados para el área de estudio, sin embargo las especies más abundantes fueron del género *Quercus* spp., *Pinus* spp. y *Alnus* spp., géneros representativos de estos bosques.

Una especie de encino y una de orquídea fueron encontradas en CITES y LEA, indicando que no se encuentran en peligro de extinción pero podrían llegar a estarlo si no se regulan bajo un plan de manejo.

La presencia de helecho llamada chispa (*Pteridium caudatum* (L.) Maxon) indica que la mayor parte del área de estudio presenta intervención humana y en algunas áreas con mayor influencia.

Se observaron y reportaron en total 93 especies de aves para el área de estudio con una riqueza de 26 familias, 9 pueden ser observadas en el área y 18 pudieron ser observadas en su mayoría por Parulidae, Turdidae y Tyrannidae.

De las 93 especies de aves 11 se encuentran en LEA y/o CITES, en su mayoría especies de colibrí (Familia Trochilidae) y 7 son de distribución restringida incluido el chipe caridorado que se encuentra en peligro de extinción

La herpetofauna reportada para el área de estudio presentó una riqueza de 17 especies, representadas mayormente por la familia Colubridae con 10 especies.

Dos especies del componente herpetofauna son de importancia en el estudio por encontrarse en listado de IUCN dentro de las categorías en peligro de extinción crítico y vulnerable, la rana arborícola y el dragoncito respectivamente.

Se reportó una riqueza de 31 especies de mamíferos con dos familias representativas por presentar mayor abundancia, Cricetidae (ratones) y Phyllostomidae (murciélagos).

Cuatro especies de ratones se encontraron en el LEA y un coyote, tres especies de ratones presentan distribución restringida, una especie es compartida con las especies de LEA.

## **9.7 AREAS PROTEGIDAS Y ECOSISTEMAS FRÁGILES**

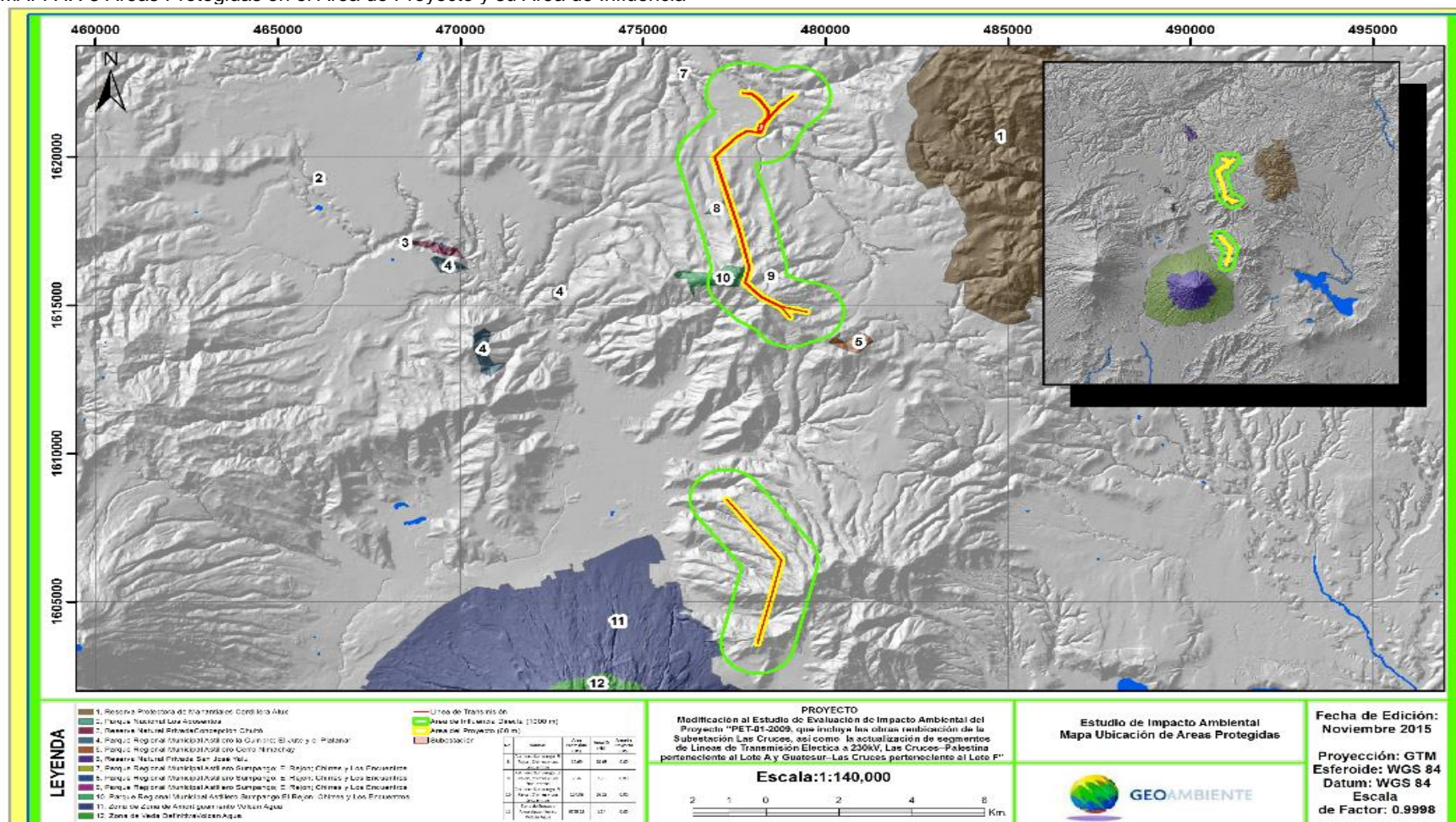
### **9.7.1 Área de Intervención**

El área de intervención se determinó en función de la subestación (3.14 ha) y la extensión de las líneas de transmisión que ocupan un área de solo 71.97 ha. posee cobertura forestal; y se determinó una área de influencia directa 3,838.07 ha. La cual tiene dentro de ella una parte del Astillero Sunpango, El Rejon, Chirres y Los Encuentros, y la Zona de Amortiguamiento Volcán Agua que se encuentran en los municipios de Antigua Guatemala, Jocotenango, Sumpango, Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepèquez, San Bartolomé Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas, Santa María de Jesús.

El área de intervención se encuentra en Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical el cual se caracteriza por ser la vegetación natural que es típica está representada por rodales de Quercus spp. En este caso ningún área protegida será afectada por el proyecto, a pesar que el área de influencia indirecta tiene dentro de ella áreas protegidas, estas no son afectas puesto que la intervención es solamente en el área del proyecto, y toda la capa vegetal solo será removida en las líneas que en su conjunto es de 71.97 hectáreas principalmente de cercos y bosque de encinos. Ver MAPA IX-3 a continuación:

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

MAPA IX-3 Áreas Protegidas en el Área de Proyecto y su Área de Influencia



Fuente: MAGA, elaboración propia Geoambiente 2015



## **X. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL**

En el siguiente capítulo se realiza una descripción del ambiente socioeconómico y cultural del área de proyecto, en donde se ha analizado la información disponible de los municipios por donde ha sido planificado el trazo de la Línea de Transmisión, específicamente en el Departamento de Sacatepéquez, en los municipios de Santo Domingo Xenacoj, Sumpango, Santiago Sacatepéquez y San Bartolomé Milpas Altas.

Para la recopilación de la información, se consultó bases de datos oficiales del INE, tal es el caso de XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación del Instituto Nacional de Estadística, -INE- 2002, la Encuesta Nacional de Empleo e Ingresos, ENEI, 2004, del INE, la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida, ENCOVI-2006, del INE, del Anuario Estadístico 2008, del Consejo Nacional de Alfabetización, CONALFA, de la Secretaría Presidencial de la Mujer, -SEPREM-. 2010. Además se consultaron diversos estudios de instituciones oficiales e investigadores, tales como; SEGEPLAN, Universidad de San Carlos de Guatemala, PNUD, entre otros.

### **10.1 Características de la población en el Área de Influencia del Proyecto**

De acuerdo con el mapa de poblaciones, los poblados existentes dentro del área de influencia general son:

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

**Cuadro X-1 Poblaciones existentes en el área de influencia Directa y sus características generales**

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LUGAR POBLADO	CATEGORIA	POBLACION	HOMBRES	MUJERES	URBANA	RURAL
SACATEPEQUEZ	ANTIGUA GUATEMALA	VUELTA GRANDE	CASERIO	157	79	78	0	157
		AGUA COLORADA	CASERIO	211	124	87	0	211
		BUENA VISTA	CASERIO	408	223	185	0	408
	JOCOTENANGO	MANO DE LEON	CASERIO	75	37	38	0	75
	SAN BARTOLOME MILPAS ALTAS	SAN BARTOLOME MILPAS ALTAS	PUEBLO	5291	2586	2705	5291	0
	SANTIAGO SACATEPEQUEZ	GRANJAS MANZANALES	FINCA	145	81	64	145	0
		COMUNIDAD MANZANALES	FINCA	188	109	79	188	0
		SANTA MARIA CAUQUE	ALDEA	4436	2205	2231	4436	0
	SANTO DOMINGO XENACUJ	LOS PLANES	PARAJE	15	10	5	0	15
		POBLACION DISPERSA	OTRA	37	19	18	0	37
		CHISENTE	COLONIA	217	108	109	217	0
		SANTO DOMINGO XENACUJ	PUEBLO	6977	3414	3563	6977	0
	SUMPANGO	VILLAS DE SAN INNSBRUCK	OTRA	34	16	18	0	34
		RESIDENCIAL OKLAHOMA	COLONIA	34	17	17	0	34
		CHIMUCH O RANCHO ALEGRE	CASERIO	497	252	245	0	497
		SANTA ROSITA	COLONIA	678	326	352	678	0
		SUMPANGO	PUEBLO	16719	8344	8375	16719	0

Fuente: Mapa de Poblaciones

El área del proyecto comprende los siguientes municipios y el área que ocupa se encuentra distribuida de la siguiente manera:

**Cuadro IX-1.1 Área del Proyecto y los Municipios donde se Ubica**

Municipios	Area de Proyecto/ SDP (Ha)
Antigua Guatemala	67.69
Jocotenango	0.00
Sumpango	0.00
Santo Domingo Xenacoj	34.73
Santiago Sacatepèquez	92.35
San Bartolomé Milpas Altas	23.97
Magdalena Milpas Altas	0.00
Santa María de Jesús	13.96

Es importante indicar que en la servidumbre de paso (SDP) o Área del Proyecto (AP) no hay poblados, ni población dispersa; Sin embargo, para caracterizar la línea base social, se tomó en cuenta a población ubicada en el AI del proyecto definida por un radio de 1,000 metros a cada lado del eje de la línea de transmisión y 1,000 m de radio medidos del centro del polígono del predio para la construcción de la subestación.

### 10.1.1 Tamaño de la Población

El departamento de Sacatepéquez está ubicado en la Región V (Central) del país. Ocupa una superficie aproximada de 465 km<sup>2</sup> y su cabecera departamental, Antigua Guatemala, se ubica aproximadamente a 1,530 metros sobre el nivel del mar. En 2010, a lo largo de sus 16 municipios vivían poco más de 310 mil personas. Se estima que un 15% de sus habitantes vive en áreas rurales.

Cuadro X-2 Indicadores básicos de Sacatepéquez

Población total, (miles de habitantes, 2010)	310.0
Densidad poblacional (hab/Km <sup>2</sup> , 2010)	666.7
Mujeres (% , 2010)	50.8
Población rural (2006, %)	15%
Población indígena (2006, %)	32%
Total de hogares (miles, 2006)	59.8
Tamaño promedio de los hogares (2006)	4.6
Tasa global de fecundidad (2008)	3.2
Edad mediana (2006, años)	21

Fuente: INE, Proyecciones de población.

Cuadro X-3 Habitantes en municipios del área de Influencia del Proyecto

Municipios	Miles de habitantes
Sumpango	35.9
Santo Domingo Xenacoj	9.9
Santiago Sacatepéquez	28.2
San Bartolomé Milpas Altas	8.0
Antigua Guatemala <sup>2</sup>	41.09
Santa María de Jesús <sup>3</sup>	28.6
<b>Total</b>	<b>151.69</b>

Fuente: INE, Proyecciones de población.

En el caso de la Antigua Guatemala, las proyecciones del INE para el año 2008, indicaban que la población del municipio era de 44,455 habitantes, sin embargo de acuerdo con la Dirección Municipal de Planificación, la población del municipio actualmente supera los 60,000 habitantes.

<sup>2</sup> PDM, Antigua Guatemala, Sacatepéquez, Segeplan. 2010

<sup>3</sup> PDM, Santa María de Jesús, Sacatepéquez, Segeplan, 2010

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

## 10.1.2 Aspectos de edad y género

El departamento de Sacatepéquez presenta una población distribuida a nivel de edad y género, siguiendo el mismo patrón a nivel nacional. A continuación se presenta el desglose:

Cuadro X-4 Población según edad y sexo (2010)

Edad	Total	Hombres	Mujeres
<b>Total</b>	310,037	152,671	157,366
0- 4	41,742	21,266	20,476
5- 9	39,555	20,100	19,455
10-14	37,341	18,809	18,532
15-19	32,717	16,333	16,384
20-24	28,203	14,087	14,116
25-29	25,620	12,518	13,102
30-34	22,924	10,857	12,067
35-39	17,514	8,186	9,328
40-44	13,870	6,302	7,568
45-49	11,438	5,340	6,098
50-54	9,484	4,465	5,019
55-59	8,413	4,116	4,297
60-64	6,854	3,336	3,518
65-69	5,092	2,514	2,578
70-74	3,686	1,849	1,837
75-79	2,936	1,378	1,558
80+	2,647	1,215	1,432

Fuente: INE, Proyecciones de población.

## Municipios en el AI del Proyecto

A nivel de los municipios del área donde pasarán las líneas de transmisión se cuenta con las siguientes muestras:

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro X-5 Datos de población en los municipios del AI del proyecto

Municipio	Densidad demográfica	Población			% de población indígena	Idioma indígena
		Total	Hombre	Mujeres		
Sumpango	7,341	36,703	18,353	18,350	91.3%	Kaqchiquel
Santo Domingo Xenacoj	274	10,126	4,901	5,225	92.6%	Kaqchiquel
Santiago Sacatepéquez	1,918	28,767	14,277	14,490	84.8%	Kaqchiquel
San Bartolomé Milpas Altas	1,167	8,166	3,935	4,231	62.4%	Kaqchiquel
Antigua Guatemala	533	41,097			7.92%	Kaqchiquel
Santa María de Jesús	709	28,600			99.08%	Kakchiquel

Fuente: INE

Los poblados urbanos de cada municipio están cercanos a las líneas pero fuera del área de influencia directa e indirecta de 1,000 metros de cada lado.

### 10.1.3 Indicadores de Educación

Sacatepéquez posee 852 escuelas e institutos en todos sus departamentos (1.9% del total a nivel nacional). La mayoría de ellos se concentran en los municipios de Antigua Guatemala (237), Sumpango (101) y San Lucas Sacatepéquez (90).

Este departamento muestra la segunda tasa más baja de analfabetismo en adultos, siendo de 12.8%, superada sólo por el departamento de Guatemala (7.3%). Como en la mayoría de los departamentos del país, el analfabetismo es superior en las mujeres, de las cuales en Sacatepéquez el 16.2% es analfabeta, en contraste con los hombres que representan el 9.1%.

Uno de los municipios con mayor analfabetismo es Santa María de Jesús con un 31.9%. Por el contrario, los de menor número de analfabetos son San Bartolomé Milpas Altas (4.6%) y Santa Lucía Milpas Altas (5.7%).

Sacatepéquez es después del departamento de Guatemala, el que presenta mayor escolaridad de la población joven (de 15 a 24 años de edad). El promedio de años de escolaridad en el primero es de 7.1, lo que implica que la media de estudiantes en este departamento concluye como mínimo la educación primaria. En los hombres el promedio es de 7.6 años y en las mujeres es de 6.6.

Los municipios donde este indicador es mayor son Jocotenango (8.7) y Antigua Guatemala (8.0), y es menor en Santa María de Jesús (3.8) y Santiago Sacatepéquez (4.9).



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro X-6 Indicadores de educación de municipios del AI del Proyecto

Municipios	Número de Centros Educativos (1)	Índice de analfabetismo/ población de 15 años y más de edad (2)			Escolaridad/población joven de 15 a 24 años de edad (3)		
		Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer
<b>Total Departamental</b>	<b>852</b>	<b>12.8%</b>	<b>9.1%</b>	<b>16.2%</b>	<b>7.1</b>	<b>7.6</b>	<b>6.6</b>
Sumpango	101	19.6%	13.2%	25.7%	5.3	6.2	4.5
Santo Domingo Xenacoj	28	13.9%	10.9%	16.6%	5.3	5.8	4.8
Santiago Sacatepéquez	45	18.8%	10.4%	26.8%	4.9	5.7	4.2
San Bartolomé Milpas Altas	23	4.6%	3.3%	5.7%	7.8	8.1	7.5

Fuentes:

(1) MINEDUC.

(2) Unidad de Informática y Estadística, CONALFA (30-07-2010)

(3) PNUD. Informe Nacional de Desarrollo Humano 2007/2008 e INE. XI Censo de Población y VI de Habitación 2002.

En el caso del municipio de Antigua Guatemala, se cuenta con un total de 3,973 centros educativos de los cuales el 55.17% pertenecen al Estado, y el 39.14 al sector privado, mientras que el 3.80% es proporcionado por establecimientos de cooperativas y un 1.89% por la municipalidad. En este sentido el 97% de los establecimientos oficiales corresponden al nivel primario, seguida por la educación en el nivel parvulario con 28% y la educación media (ciclo básico) con el 11%. (MINEDUC, Sacatepéquez)

Por otro lado, Santa María de Jesús es un municipio con baja cobertura en educación, en el nivel preprimaria bilingüe se reporta un 21.56%, en el preprimario 22%, en el primario 8.9% y en el básico 1.96%. El nivel diversificado no existe en el municipio por lo que los estudiantes migran hacia la Ciudad de la Antigua Guatemala (MINEDUC, 2005-2008)

Si bien en comparación con los otros departamentos, Sacatepéquez presenta una de las tasas brutas más bajas de escolaridad a nivel primario (104.6%), a nivel básico (75.8%) y diversificado (39.0%) se sitúa por arriba de las tasas promedio del país (62.3% y 32.0% respectivamente) y por lo mismo supera a otros departamentos. Esto indica que existe menos deserción de estudiantes tanto en el ciclo básico como diversificado en relación a otros departamentos. Es decir, que si bien en el ciclo primario Sacatepéquez tiene menos estudiantes que el resto del país, un alto porcentaje de estos sobre todo en el nivel básico no abandonan sus estudios y por lo mismo el número de estudiantes inscritos en básico y diversificado termina por superar al de otros departamentos.

Con relación a lo anterior, es de hacer notar que en Sacatepéquez el ciclo diversificado es en el único donde la Tasa Bruta de Escolaridad de mujeres (42.0%) supera significativamente a la de hombres (36.1%).

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro X-7 Tasa bruta de escolaridad por nivel educativo y sexo (en porcentajes)

Nivel educativo	Total	Hombres	Mujeres
Preprimaria	67.1	67.5	66.7
Primaria	104.6	107.0	102.1
Básico	75.8	80.7	70.9
Diversificado	39.0	36.1	42.0

Fuente: MINEDUC

En cuanto a la calidad de la educación y las competencias básicas adquiridas por los estudiantes, de acuerdo a la Evaluación de Graduandos 2008 del Ministerio de Educación, solamente el 2.0% de los graduandos de Sacatepéquez alcanzó el logro esperado en matemáticas. Esta cifra está por debajo de la media nacional (3.5%) y más aún por debajo del departamento de Guatemala (8.2%). Esto lo ubica en el puesto 9 de 23 (en este estudio se considera como equivalente de un departamento a la ciudad capital).

En cuanto a lectura, el 13.0% de los graduandos de Sacatepéquez obtuvieron el logro esperado; ellos tienen una habilidad promedio inferior a la del departamento de Guatemala (22.0%); sin embargo, su habilidad promedio no es significativamente distinta a la de la Ciudad Capital (18.3%) y sí es superior al resto de los departamentos (11.1% = promedio nacional). Esto ubica a Sacatepéquez en el puesto 3 de 23 en este indicador.

#### 10.1.4 Indicadores de Salud

Sacatepéquez presenta una baja Tasa Global de Fecundidad, de 3 hijos por mujer en promedio, misma que está ligeramente por debajo de la media nacional de 3.6. El número promedio de nacimientos anuales por cada mil mujeres en edad fértil (Tasa de Fecundidad General) es de 103, cifra que también está por debajo de la media nacional (121). En este departamento las edades de mayor fecundidad son de 20 a 29 años.

De acuerdo con los datos disponibles, en el año 2009 hubo 6,708 **nacimientos** y 1,540 **defunciones** (en 2008), por lo que el **crecimiento natural** de este departamento se estima es cercano a 5,168 personas anualmente, uno de los más bajos del país. En este mismo año, las **tasas de mortalidad infantil** presentadas en Sacatepéquez, fueron de las más bajas a nivel nacional.

Cuadro X-8 Indicadores de Salud en Sacatepéquez

Tasa Global de Fecundidad (1)		3.2
Tasa de Fecundidad General (1)		103
Nacimientos según departamento de residencia de la madre (2)		6,708
Defunciones según departamento de residencia del difunto (2)		1,540
Tasas de Mortalidad, por 1000 nacidos vivos (1)	Neonatal	13
	Posneonatal	12
	Infantil	25
	1-4 Años	4
	Menos de 5 Años	29

Fuentes:

(1) INE. V Encuesta de Salud Materno Infantil 2008-2009

(2) INE.

Los niveles de desnutrición en Sacatepéquez son particularmente altos, en los indicadores de desnutrición crónica (baja talla para la edad) y de desnutrición global (bajo peso para la edad), los cuales presentan el 43.9% y el 19.3% respectivamente, de los niños de entre 3 a 59 meses de edad.

Cabe resaltar que la desnutrición puede influir en el rendimiento escolar de los niños y en la capacidad de los futuros adultos para desarrollar empleos más productivos.

## **10.2 Empleo y Actividad económica**

Según una estimación del Producto Interno Bruto (PIB) per cápita del año 2008, los habitantes de Sacatepéquez tenían un ingreso promedio mensual de Q.1, 813.00, siendo este el sexto más alto a nivel país. Este también estaba por encima del salario mínimo mensual de los trabajadores no agrícolas de dicho año, incluida la bonificación de ley (Q.1, 475.00.00 + Q.250.00 de bonificación = Q.1, 725.00).

La comparación anterior puede hacer parecer el ingreso promedio de los habitantes de este departamento como muy bueno; sin embargo, el costo mensual de la Canasta Básica de Alimentos para una familia de cinco integrantes para el mismo año, era de Q.1,976.05 lo que implicaría que si solamente trabajara un miembro de la familia, la misma no contaría con el dinero suficiente para cubrir el costo de los alimentos, sin contar con el costo de la vivienda y otros servicios (como educación) los cuales se incluyen en la Canasta Básica Vital misma que ascendía a Q.3,605.94.

Ante la precariedad del ingreso de la población media, el costo de eventos de capacitación o de otra índole, podría ser sufragado por una familia promedio en la que trabajan al menos dos miembros, siempre que los mismos tengan cada uno por lo menos el salario mínimo. En virtud de esto, sería recomendable buscar alternativas para subvencionar la capacitación, principalmente de jóvenes, a través del apoyo económico de organizaciones de desarrollo, municipalidades y otras.

Respecto al ingreso de remesas internacionales recibidas por departamento, en el 2010 Sacatepéquez fue el receptor de 61 millones de dólares, siendo a nivel de país, el segundo cuya población recibe menos ingresos por este concepto. Como ya se mencionó, este departamento registra el menor número de personas residentes fuera del país, por lo que la baja cifra de remesas (en comparación con los demás) puede deberse a esto. La población de Sacatepéquez, al igual que el promedio de la población a nivel nacional, dedican el mayor porcentaje de su ingreso a la compra de alimentos (38.7%), seguido del gasto en vivienda (25.9%) y solamente un bajo porcentaje a educación (7.6%).

### **▪ Niveles de Pobreza Total y Extrema**

A nivel país el 51.0% de la población vive en condiciones de pobreza, de este porcentaje el 15.2% son pobres extremos y el 35.8% son pobres no extremos.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

El 36.5% de los habitantes de Sacatepéquez vive en condiciones de pobreza, de los cuales el 4.7% son pobres extremos y el 31.8% son pobres no extremos. Estas cifras lo convierten en el segundo departamento con menos población pobre, superado solamente por el departamento de Guatemala.

Los municipios con mayor población en estado de pobreza son Alotenango (61.2% de sus habitantes son pobres) y Santa María de Jesús (59.1%). Contrastan con ellos, San Bartolomé Milpas Altas (14.4% de sus pobladores son pobres) y Jocotenango (18.7%).

Cuadro X-9 Población total por niveles de pobreza en porcentajes

	Total	Todos los pobres	Pobres extremos	Pobres no extremos	No pobres
<b>Total Departamental</b>	100	36.5	4.7	31.8	63.5
<b>Sumpango</b>	100	48.7	8.0	40.7	59.3
<b>Santo Domingo Xenacoj</b>	100	58.3	9.8	48.4	51.6
<b>Santiago Sacatepéquez</b>	100	49.1	6.6	42.5	57.5
<b>San Bartolomé Milpas Altas</b>	100	14.4	0.8	13.6	86.4

Fuente: INE. Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI) 2006 y XI Censo de Población y VI de Habitación 2002.

En Santa María de Jesús encontramos los datos siguientes: Pobreza general 59.1% y pobreza extrema 9.5%, municipio catalogado como un municipio en un nivel alto de pobreza (SEGEPLAN, 2010).

En el caso de La Antigua Guatemala, posee un nivel de pobreza general del 21.9%, mientras que la pobreza extrema se reporta en 3.5%. La Antigua Guatemala de acuerdo con los mapas de pobreza, se encuentra dentro del rango catalogado como muy bajo.

#### ▪ Fuerza Laboral/PEA

Guatemala posee una fuerza laboral o Población Económicamente Activa (PEA) de 15 años de edad en adelante, estimada en 5 millones 475 mil 523 personas, conformada está en el 61.7% por hombres y el 38.3% por mujeres.

Respecto a este indicador, Sacatepéquez cuenta con una PEA estimada en 133 mil 840 personas (una de las menores a nivel país), de la cual el 61.0% son hombres y el 39.0% mujeres, lo que denota la fuerte participación de las féminas en el mercado laboral y en la actividad económica del departamento.

A nivel de municipios, en Antigua Guatemala se concentra 18.1% de la PEA departamental, en Ciudad Vieja el 10.5% y en Sumpango el 10.3%. Estos tres municipios reúnen el 39.0% de la PEA de Sacatepéquez.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

La participación de las mujeres en la actividad económica destaca en Jocotenango, donde el 49.4% de la PEA es femenina, en San Antonio Aguas Calientes lo es el 45.6%, y en Antigua Guatemala las mujeres representan el 45.2% de dicho indicador.

#### ▪ Empleo

De acuerdo a cifras del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), a nivel país existe un millón 107 mil 191 trabajadores afiliados a este. Esto significa que el seguro social cubre aproximadamente al 20.2% de la PEA nacional y que por lo tanto el empleo informal gira alrededor del 79.8%.

El contar con la cobertura del seguro social proporciona beneficios tanto para los trabajadores afiliados como para sus familias (esposas(os) e hijos menores de 7 años), los cuales junto a los pensionados de los programas de Accidentes y de Invalidez, Vejez y Sobrevivencia, así como los jubilados del Estado, forman parte de la población protegida o derechohabientes, mismos que suman 2 millones 662 mil 913 personas.

En Sacatepéquez existen 20 mil 387 trabajadores afiliados al IGSS (1.8% del total de afiliados del país), y de acuerdo a ello los trabajadores de la actividad económica formal ascienden al 15.2% de la PEA departamental; por lo tanto, los trabajadores de la economía informal integran el restante 84.8%.

Por aparte, la cifra total de derechohabientes o personas beneficiadas con la cobertura del seguro social en Sacatepéquez es de 52,036 personas.

Manteniendo el parámetro de empleo formal e informal, el municipio de Antigua Guatemala concentra más de la mitad de los trabajadores formales del departamento  $[(11,194/20,387) * 100 = 54.9\%]$ . En este municipio el 46.1% de su PEA goza de la cobertura del IGSS, y su número de derechohabientes asciende a 28,142 personas.

En el resto de municipios predomina el empleo informal, pues el número de trabajadores afiliados es bastante reducido en comparación con la cabecera departamental, sin embargo sobresalen entre ellos San Miguel Dueñas cuya PEA cubierta por el IGSS asciende al 31.2%; San Lucas Sacatepéquez (19.6%) y Santiago Sacatepéquez (17.5%).

Cuadro X-10 Población Económicamente Activa

Municipio	PEA (de 15 años y + de edad)(1)			Estimación de la población protegida por el IGSS (2)		Estimación de la PEA cubierta por el IGSS	Estimación/salario medio mensual de trabajadores afiliados, en Q. (3)
	Total*	Hombres	Mujeres	Afiliados	Derecho habientes		
<b>Total Departamental</b>	133,840	81,675	52,165	20,387	52,036	15.2%	2,347.97
<b>Sumpango</b>	13,820	9,347	4,473	461	1,144	3.3%	2,392.14
<b>Santo Domingo Xenacoj</b>	4,607	2,555	2,052	219	524	4.8%	2,494.88
<b>Santiago Sacatepéquez</b>	11,580	7,145	4,435	2,023	5,062	17.5%	2,258.58



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

<b>San Bartolomé Milpas Altas</b>	2,729	1,618	1,110	224	570	8.2%	2,154.24
-----------------------------------	-------	-------	-------	-----	-----	------	----------

Fuentes:

(1) OML, cálculos basados en XI Censo de Población y VI de Habitación 2002.

(2) IGSS. Boletín de Afiliación 2010

(3) IGSS. Boletín de Afiliación por Municipio 2008

\* Lo conforman los trabajadores afiliados; sus esposas (os) y compañeras (os); hijos menores de 7 años de edad; pensionados de los programas de Accidentes y de Invalidez, Vejez y Sobrevivencia; y jubilados del Estado.

En Santa María de Jesús, la principal actividad es la agricultura, así como la confección de bolsas de pita de maguey, cordeles o lazos, bateas de madera, corte de leña y elaboración de carbón, así como otras actividades manuales y artesanales. Las mujeres se dedican a los oficios domésticos y a elaborar productos típicos para uso personal y para comercio. La PEA es de 83% hombres y 17% mujeres. (INE 2002)

## 10.3 Servicios Básicos

### ▪ Cobertura eléctrica:

Sacatepéquez tiene un índice de cobertura eléctrica del 95.8%, el cual es el segundo más alto del país luego del departamento de Guatemala (96.5%).

Esto significa que menos del 5% de los hogares de este departamento no cuentan con servicio eléctrico.

Por lo anterior se entiende que en Sacatepéquez la cobertura del servicio eléctrico a nivel de municipios en general sea bastante alta, salvo en el municipio de Alotenango cuyo índice es el único menor al 90% (84.5%). El hecho de que la mayor parte de los hogares cuenten con servicio eléctrico es un buen indicador de la disponibilidad y acceso a la tecnología, mismo que podría facilitar la realización de actividades de capacitación a distancia, bajo modalidades como e-learning. De hecho, según cifras del INE, en el año 2006, el 20.1% de los hogares de este departamento contaba con red telefónica; 19.4% tenía teléfono fijo; 54.7% poseía teléfono móvil; 39.1% contaba con televisión por cable y el 0.9% poseía conexión a internet. Sin lugar a duda, el acceso a la telefonía móvil y al internet se ha incrementado considerablemente en los años recientes.

### ▪ Agencias bancarias:

En el país existen 3,024 agencias bancarias, de las cuales 1,262 (41.7%) se ubican en el departamento de Guatemala y 73 (2.4%) en Sacatepéquez.

A nivel de municipios, existen 28 agencias en Antigua Guatemala y 11 en San Lucas Sacatepéquez. El número de agencias bancarias en estos municipios puede estar relacionado en general, a una mayor actividad económica en estos, principalmente en el comercio y los servicios.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

#### ▪ Estaciones de servicio:

A nivel nacional existen 1,373 estaciones de servicio o gasolineras, de las cuales 383 (27.9%) se encuentran en el departamento de Guatemala y 28 (2.0%) en Sacatepéquez. El número de gasolineras por departamento está muy relacionado con la cantidad del parque vehicular; es así que en el departamento de Guatemala donde existe el mayor número de vehículos está también el mayor número de gasolineras. Luego sigue Quetzaltenango, que es el segundo con mayor parque vehicular y así también de estaciones de servicio.

Cuadro X-11 Resumen de servicios básicos disponibles

Municipio	Cobertura eléctrica municipal (1)			Agencias bancarias (2)	Número de gasolineras
	Hogares	Usuarios (1)	Índice de Cobertura Eléctrica (en %)		
Total Departamental	72,125	69,092	95.8%	73	28
Sumpango	6,382	6,088	95.4%	4	3
Santo Domingo Xenacoj	2,116	2,074	98.0%		
Santiago Sacatepéquez	5,488	5,364	97.7%	1	2
San Bartolomé Milpas Altas	1,595	1,540	96.6%	3	2
Santa María de Jesús	2567	2114	82.35%	2	
Antigua Guatemala	3967	3758	94.73%	32	

Fuentes:

(1) Ministerio de Energía y Minas. (2) SIB.

#### ▪ Hoteles y restaurantes:

El departamento de Sacatepéquez, en particular el municipio de Antigua Guatemala, es uno de los principales lugares turísticos del país tanto para visitantes nacionales como extranjeros. Este departamento cuenta con 151 establecimientos de hospedaje (5.8% del total del país), de los cuales según la categorización<sup>6</sup> del Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT), 83 son catalogados como hospedajes, 62 son hoteles y 6 son pensiones. Estos en conjunto cuentan con 2,030 habitaciones y 5,728 plazas-cama.

Cifras de la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT), indican que en el país existen 31,137 establecimientos comerciales activos, clasificados como hoteles y restaurantes, de los cuales 1,878 (6.0%) se ubican en Sacatepéquez.

De acuerdo con el Directorio Nacional de Empresas y sus Locales (DINEL), Sacatepéquez cuenta con 591 hoteles y restaurantes, de los cuales el 57.5% se ubican en Antigua Guatemala y el 14.0% en San Lucas Sacatepéquez.

Según las cifras del INGUAT, en el país existen 13 hoteles boutique y de estos 12 se sitúan en Antigua Guatemala y uno en Santa Catarina Palopó, municipio de Sololá.

Este tipo de hoteles son de corte exclusivo y se caracterizan por tener un número bajo de habitaciones y por enfocarse en la atención personalizada de los huéspedes.

Los 12 hoteles de este tipo situados en Antigua Guatemala cuentan con 111 habitaciones, es decir un promedio de 9 habitaciones por hotel.

▪ **Establecimientos comerciales activos en la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT):**

La SAT registra en el país un millón 120 mil 500 establecimientos comerciales, de los cuales el 48.3% se ubican en el departamento de Guatemala y el 2.8% en Sacatepéquez.

A nivel nacional sobresalen los establecimientos dedicados a la actividad comercial (27.6% del total de negocios del país); seguidos de los inmobiliarias (23.3%) y los de servicios (9.3%).

En Sacatepéquez también sobresalen los establecimientos dedicados al comercio (30.4% de los negocios del departamento); los inmobiliarios (24.0%); los industriales (8.9%); los de servicios (7.9%) y los hoteles y restaurantes (5.9%).

Al relacionar cifras de la SAT con datos del IGSS, se puede estimar que sólo el 4.8% de los establecimientos comerciales activos en la SAT, están inscritos en el IGSS (1,536/31,823).

▪ **Abastecimiento de agua**

Existen 49,687 viviendas en el departamento de Sacatepéquez, las cuales se surten de agua de la siguiente forma:

- 36,842 tienen chorro para uso exclusivo
- 5,619 un chorro para varios hogares
- 4,302 viviendas se surten de un chorro público
- 1,383 de pozo
- 272 compran agua por tonel a los camiones que la comercializan
- 190 en los ríos

El servicio de agua entubada en la mayoría de los casos es administrado por municipalidades, el canon de agua tiene un valor que va de Q 5.00 a Q15.00 al mes en la mayoría de municipios, y de Q 15.00 por ¼ de paja de agua en la cabecera departamental. En algunos municipios existen Comités del Agua que se ocupan del mantenimiento de los nacimientos que surten a partes de la población.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

#### ▪ **Drenajes**

A nivel departamental las viviendas que disponen del servicio sanitario representan un 97.31%.

Las viviendas con servicio sanitario compartidos son el 12.15%, de las cuales están conectados a la red de drenaje el 9.40%, fosas sépticas 4%, excusado lavable 2.8%, letrina o pozo ciego 16%, también se reportan el 2.68% de viviendas sin servicio sanitario. Se infiere que el 68.40% de las viviendas en el departamento están conectadas a los sistemas de drenajes.

Respecto al tratamiento de las aguas servidas, estas son vertidas a los ríos sin ningún tipo de tratamiento en la mayor parte de los municipios, no obstante, existen algunos municipios que si cuentan con plantas de tratamiento, pero se debe señalar, que algunas no están en funcionamiento otras no se dan abasto, con las complicaciones sanitarias y ambientales que esto provoca.

#### ▪ **Eliminación de basura**

Entre las formas comunes de eliminación de la basura se encuentran: tren de aseo municipal 14.44%, servicios privados 33.56%, quema 19.05%, la tiran en cualquier lugar 10.13%, la entierran 9.6% y otras formas 13.13%. Esto indica que aún falta un 23.26% de la población que disponga de buena forma sus desechos.

La municipalidad de los municipios de Antigua Guatemala y San Antonio Aguas Calientes, realizan esfuerzos por tener su propio vertedero controlado, algunas han optado por realizarlo a través de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán –AMSA- otras han llegado con acuerdos con la municipalidad de San Juan Alotenango. Se debe resaltar que la disposición final de los desechos sólidos es un problema latente, ya que no existe a nivel departamental un lugar controlado por realizarlo, sino que únicamente se cuenta con vertederos sin ningún tipo de tratamiento final.

## **10.4 Servicios de Emergencia**

El departamento de Sacatepéquez, por su cercanía a la ciudad capital, cuenta con muy buenos servicios de emergencia, tanto de hospitales, clínicas y bomberos voluntarios.

A nivel departamental se cuenta con las siguientes estaciones de servicios:

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro X-12 Servicios de emergencia disponibles

No.	Ubicación
132a.	Santa María Cauque, Santiago Sacatepéquez
8a.	Antigua Guatemala Sacatepéquez
31 <sup>a</sup> .	km. 29 Ruta Interamericana, San Lucas Sacatepéquez
55 <sup>a</sup> .	San Juan Alotenango Sacatepéquez
56 <sup>a</sup> .	Sumpango Sacatepéquez
72 <sup>a</sup> .	Santa María de Jesús Sacatepéquez

El Ministerio de Salud cuenta con los siguientes hospitales de atención pública:

- Dirección Área de Salud de Sacatepéquez 7a Calle Poniente No. 31, La Antigua Guatemala
- Hospital Nacional Pedro de Bethancourt Aldea San Felipe de Jesús, Antigua Guatemala, Sacatepéquez (Cobertura departamental)
- Hogar de Ancianos "Fray Rodrigo de la Cruz 4a. Avenida Sur No. 6, Antigua Guatemala, Sacatepéquez
- Centro de Salud tipo A, que coordina a 11 centros de convergencia, Calle Ancha de los Herreros

Así mismo se cuenta con:

- 1 Centro de atención del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social que atiende a los trabajadores afiliados, esposas y niños menores de 5 años , ubicado al inicio de la carretera a San Felipe de Jesús
- 5 hospitales privados
- 63 clínicas privadas
- 1 ONG

## 10.5 Seguridad vial y circulación vehicular

Longitud de la red vial y parque vehicular: Sacatepéquez presenta la menor longitud de red vial del país. En total cuenta con 210 km de carreteras, de los cuales 153 km están asfaltados, 12 km pavimentados, 32 km son de terracería y 13 km son de caminos rurales.

Cabe mencionar que los 12 km pavimentados, constituyen parte de la carretera principal (CA1 occidente) que conduce de la ciudad capital hacia San Lucas Sacatepéquez, la cual es de reciente remodelación y permite desplazarse hacia los principales municipios de Sacatepéquez con mayor facilidad, situación que beneficia entre otras actividades al turismo de dicha región.

El parque vehicular de este departamento es bajo en relación con los demás. El mismo asciende a 34 mil 609 vehículos que representan el 1.7% del total del país.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro X-13 Longitud de la red vial por tipo de rodadura

Longitud de la red vial por tipo de rodadura (1)	
Total (km)	210
Asfalto (km)	153
Pavimento (km)	12
Terracería (km)	32
Caminos rurales	13

Fuentes:

(1) Departamento de Ingeniería de Tránsito, División de Planificación y Estudios, Dirección General de Caminos

## 10.6 PERCEPCIÓN LOCAL SOBRE EL PROYECTO

Para poder conocer cuál es la percepción de la población con respecto del Proyecto, se desarrolló un plan de participación pública en el que se realizaron talleres y encuestas elaboradas bajo la metodología que se describe a continuación.

Los métodos utilizados fueron: las reuniones individuales, talleres y encuesta (ver informe y la boleta de encuesta en el ANEXO 5, con líderes y autoridades locales, con la finalidad de informar sobre el desarrollo del Proyecto y al mismo tiempo obtener sus inquietudes acerca del desarrollo del mismo.

Sobre la base del área de estudio y posible área de influencia social del Proyecto, se identificaron las siguientes categorías de actores o grupos sociales:

- Autoridades; Consejos Comunitarios de Desarrollo, -COCODES- de asentamientos, parcelamientos cercanos al área de servidumbre de la línea de transmisión y subestaciones: Santa María Cauqué, Santiago Sacatepéquez, Santo Domingo Xenacoj y Sumpango del departamento de Sacatepéquez.
- Autoridades municipales
- Propietarios de la tierra a lo largo de la servidumbre de paso
- Autoridades y entes reguladores estatales.

Se tomaron en cuenta los factores siguientes para definir el área de estudio del EIA:

- Ubicación del Proyecto y su límites espaciales, servidumbre de paso de 30 metros
- Accesos identificados para acceder a la línea de transmisión durante las etapas de construcción y mantenimiento.
- Población dispersa en el área de influencia social que puede ser directa y potencialmente afectadas por el desarrollo del Proyecto en cualquiera de sus fases de ejecución.
- Infraestructura y servicios disponibles en el área que pueden ser utilizados y/o potencialmente afectados por el desarrollo del Proyecto en cualquiera de sus fases de ejecución.
- Resultados iniciales de la evaluación de impactos socioeconómicos potenciales
- Los talleres fueron realizados en dos sitios seleccionados en Sumpango y Santa María Cauqué, donde se reunieron a los COCODES de las comunidades

El proceso de participación pública de la EIA para el Proyecto de transporte e interconexión de energía eléctrica, tuvo como objeto cumplir con las siguientes características:

- Democrático y participativo: En el que cada persona pudo participar de manera libre, exponer sus inquietudes e intereses. Se respetó la opinión de las personas.
- Flexible: métodos flexibles y adaptativos para responder a cambios e inquietudes de los grupos sociales
- Planificado y organizado: Se desarrolló dentro de la estructura descrita más abajo, para atender a cada uno de los objetivos. Cada persona presentó y manifestó sus expectativas respecto a la reunión y el Proyecto.
- Animado y ameno: Se realizaron actividades variadas para que las personas se mantengan interesadas en la temática.
- Pertinente social y culturalmente: Se respetó y valoró la cosmovisión de las personas participantes, así como su valoración sobre los procesos.

Los talleres realizados tuvieron como objetivo:

- Presentar la importancia de la realización del Proyecto de interconexión de las líneas de transmisión y sus implicaciones a nivel nacional y local.
- Presentar la importancia de la realización de un estudio de evaluación de impacto ambiental en el desarrollo de Proyectos de infraestructura eléctrica.
- Recolectar información, dudas y sugerencias de los actores sociales en la realización del Proyecto.
- Establecer posibles efectos detectados en la población respecto a la construcción del Proyecto y medidas de mitigación, para contemplarlas dentro del PMA.

Los mecanismos de participación o métodos de participación, incluyeron:

- Talleres, y
- Encuestas a hogares

Una vez definida y aprobada la planificación y metodología de los talleres de participación pública, se realizaron pequeños talleres con los COCODES de las comunidides en el AID del proyecto, toda vez que en el AP no hay poblaciones asentadas.

Las fotografías siguientes, ilustran algunas de las actividades llevadas a cabo (talleres) en algunos de los lugares donde fueron realizados.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Fotografía X-1 Taller de participación Pública, realizado en Sumpango, Sacatepéquez el domingo 22 de noviembre de 2015



Fuente: Geoambiente 2015

Fotografía X-2 Taller de participación pública realizado en Sumpango, Sacatepéquez, realizado el 22 de noviembre de 2015



Fuente: Geoambiente 2015

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Fotografía X-3 Taller de participación Pública, realizado en Santa María Cauqué, Santiago Sacatepéquez, el 27 de noviembre de 2015



Fuente: Geoambiente 2015

### **10.6.1 Desarrollo y resultados de los talleres de participación pública**

Para evaluar la percepción local sobre el proyecto, se realizó una encuesta de opinión (ver anexo Metodología de Encuesta), en la que se recogió las principales valoraciones y opiniones sobre el proyecto y el modo en que podría afectar a la comunidad. Al mismo tiempo se realizó un proceso de socialización con las autoridades locales y comunitarias y se recogieron opiniones y sugerencias para facilitar el desarrollo del proyecto en los centros poblados de Sumpango y Santa María Cauqué del AI del Proyecto.

El segmento Sur al que se hace referencia en el documento, actualmente cuenta con dos instrumentos ambientales aprobados el primero es el EIA-018-2011 con resolución aprobatoria No. 933-2011/DIGARN/ECM/cmus, y el segundo es el EAI-1008-12 con resolución aprobatoria 1259-2013/DIGARN/UCA/RMHH/cfo, ambos instrumentos ambientales han caracterizados los municipios de Antigua Guatemala y Santa María de Jesús. Y los centros poblados que se encuentran dentro del Área de Influencia de Proyecto.

Posterior a estas caracterizaciones y levantamiento de información durante los procesos de participación pública en los municipios antes mencionados, TRECSA ha venido desarrollando en los últimos años distintas actividades informativas concretando aproximadamente 65 acciones en el municipio de Antigua Guatemala, y 61 acciones en el municipio de Santa María de Jesús, relacionadas con divulgación, presentación y aclaración de información, relacionados con el proyecto PET-01-2009

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

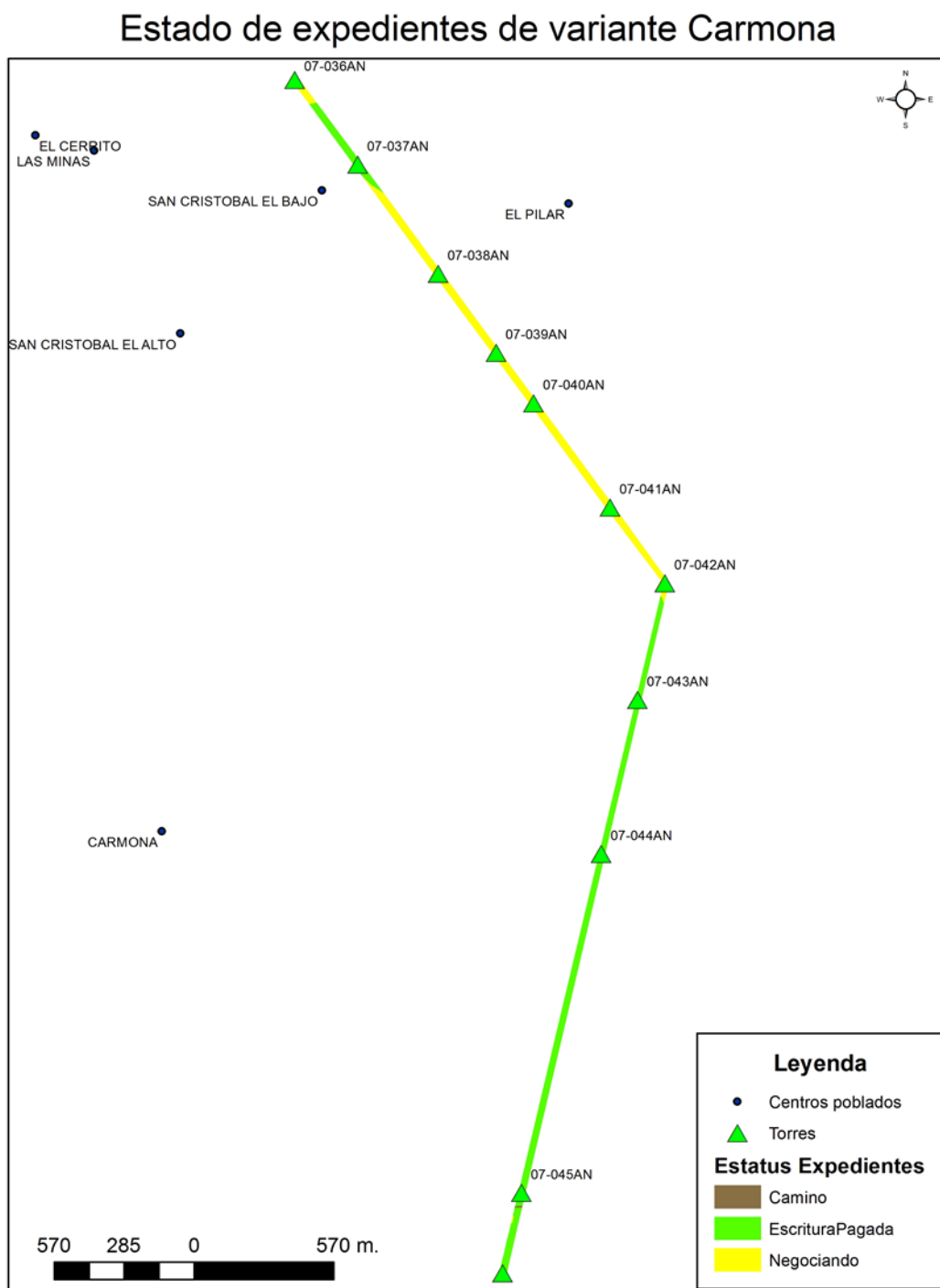
El trazo que se tiene identificado en la actualidad, no contempla la afectación de centro poblados tal y como se puede observar en la Figura X-1, también se cuenta con la identificación del 100% de los propietarios dentro del Área del Proyecto –AP-, para estos propietarios identificados la tenencia de la tierra está identificada como propiedades privadas o fincas.

En la actualidad se cuenta con un total de 18 propietarios de los cuales 16 de ellos cuenta con una servidumbre de paso constituida a favor de TRECSA y los 2 restantes son dos inmuebles de un mismo propietario con el cual se está en un proceso de negociación y pronto será firmada la respectiva servidumbre de paso.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

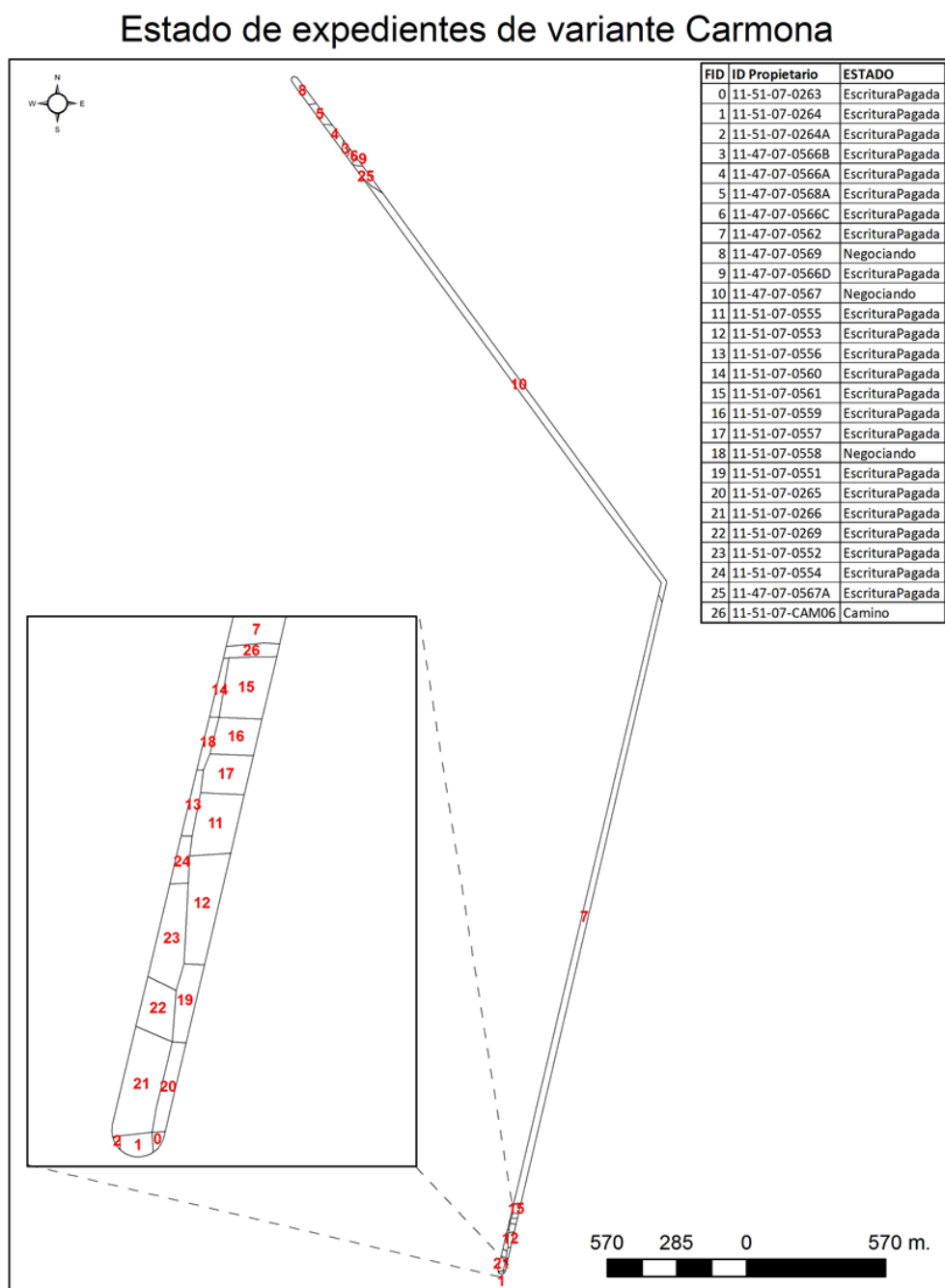
Figura X-1 Trazo del segmento sur de la LTE y ubicación de torres, fuera de centros poblados



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Fuente: TRECSA, 2015

Figura X-2 Estado de la negociación con propietarios (expedientes conformados)



Fuente: TRECSA, 2015

1. La SDP se ubica en fincas privadas con quienes ya se concretó la negociación de la SDP y por lo tanto, el trazo de esta modificación es el definitivo.
2. En el AP del proyecto no se ubica población alguna que pudiese ser receptor directo de los impactos potenciales del proyecto. Las fincas cuentan con accesos propios que serán utilizados y la empresa proponente no requiere de desarrollar nuevos accesos para la SDP.
3. Para el desarrollo del proceso de EIA de los Lotes A y F, previamente aprobados, se realizó el PPP en el área de influencia definida, donde se tomó en cuenta a las poblaciones más cercanas. Por lo que, la modificación del nuevo trazo para ambos lotes, al alejarse de tales asentamientos humanos y ubicarse exclusivamente en fincas privadas, tienen cubierta también la participación pública del área de influencia indirecta.

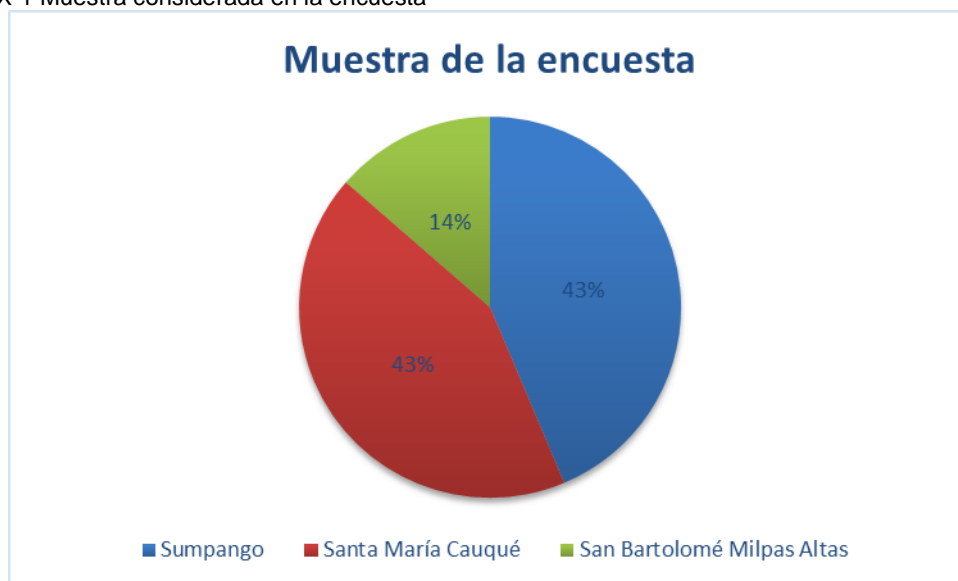
La negociación de los derechos de servidumbres fue desarrollada de manera libre y armoniosa, de acuerdo a la práctica común. En el Anexo X, se incluyen las copias legalizadas de los contratos suscritos de las servidumbres de paso de este segmento. “

A continuación se describen los resultados obtenidos durante el proceso de participación pública:

## **I. Información General**

La encuesta se aplicó en tres localidades del recorrido del tramo: Santa María Cauqué (Santiago Sacatepéquez), Sumpango y San Bartolomé Milpas Altas. En la siguiente gráfica se muestra los datos porcentuales en la muestra.

Gráfica X-1 Muestra considerada en la encuesta



Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

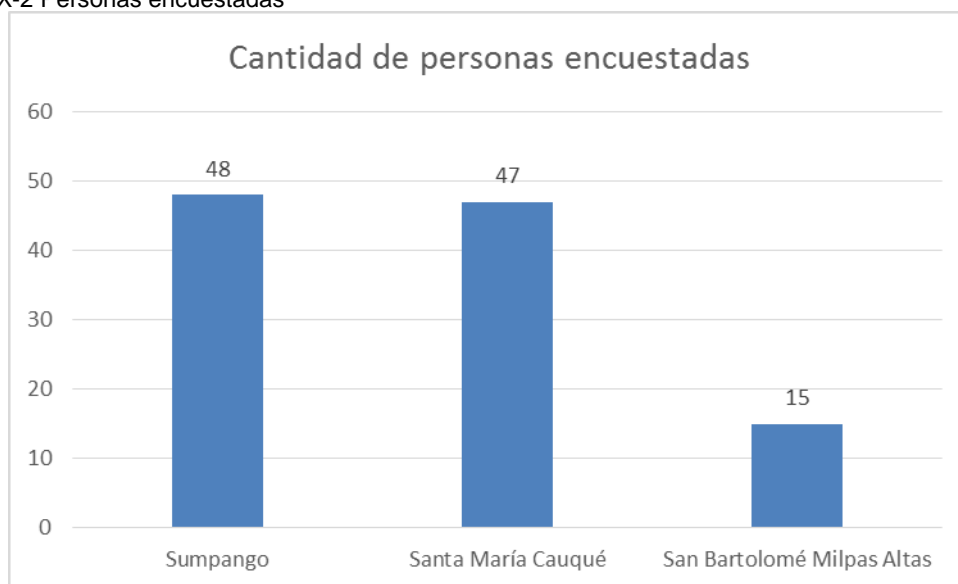
*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

Se distribuyó de manera equitativa las encuestas según la población, considerando Sumpango y San Bartolomé Milpas Altas los dos extremos norte y sur de un trayecto de las líneas, y en la parte central la aldea de Santa María Cauqué.

En total se aplicación 110 encuestas de opinión y se conversó con 15 personas de las comunidades para lograr esta información que a continuación se resume:

Gráfica X-2 Personas encuestadas



Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

Gráfica X-3 Género de los encuestados

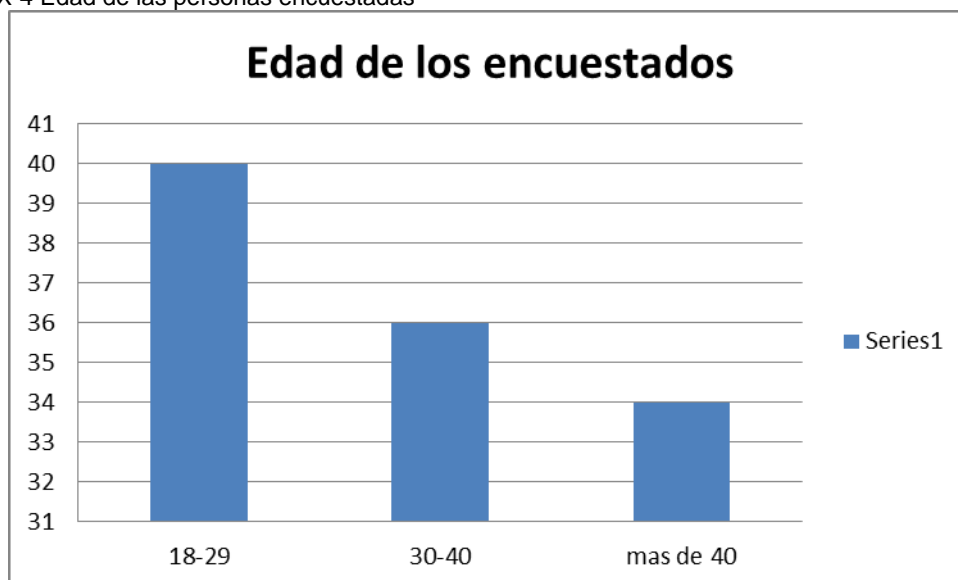


Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

La mayoría de las y los encuestados fueron mujeres, dado que los hombres se encuentran en sus actividades laborales durante el día. Aun así, se logró visitar a un 35% de los encuestados (casi 40 personas) hombres en sus parcelas y lugares de trabajo.

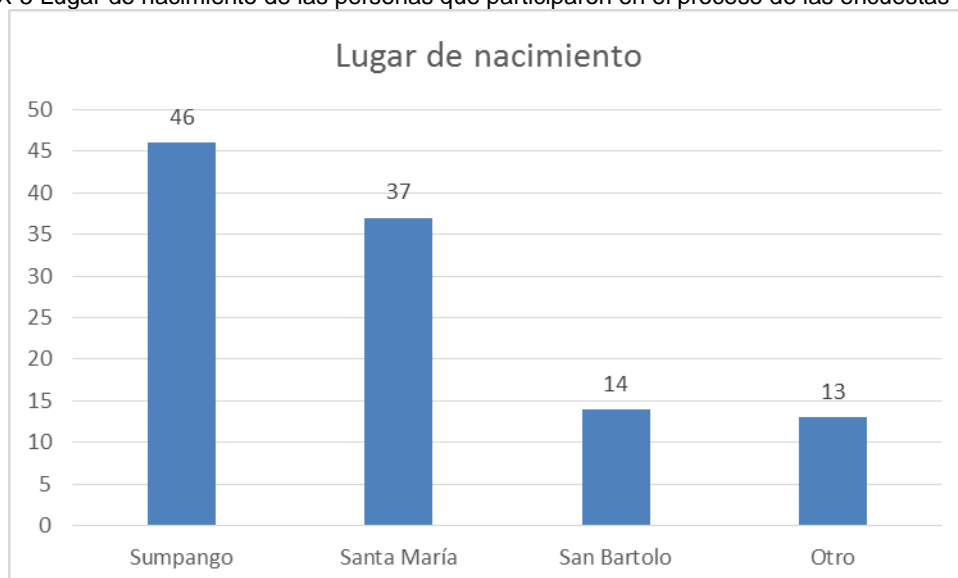
Gráfica X-4 Edad de las personas encuestadas



Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

La mayoría de los encuestados (35%) están entre 18 y 29 años de edad, mientras que otro 30% están entre los 30 y 40 años de edad, solamente un 25% más de 40 años.

Gráfica X-5 Lugar de nacimiento de las personas que participaron en el proceso de las encuestas



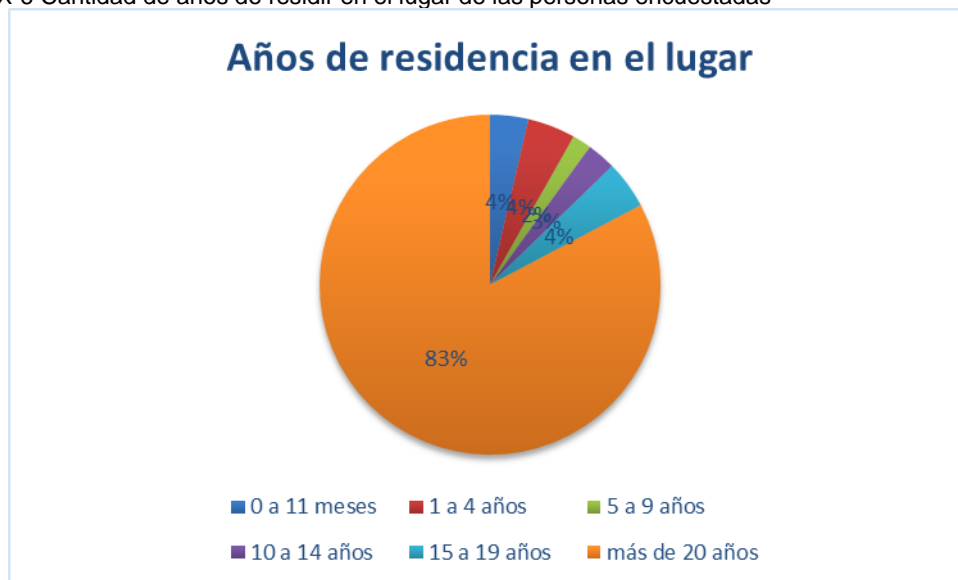
Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

La mayoría son personas nacidas en el mismo lugar en donde fueron encuestados, Sumpango, Santa María o San Bartolo, mientras que solo un 10% son personas que nacieron en otro lugar, sobre todo: Santo Domingo Xenacoj y Santiago Sacatepéquez.

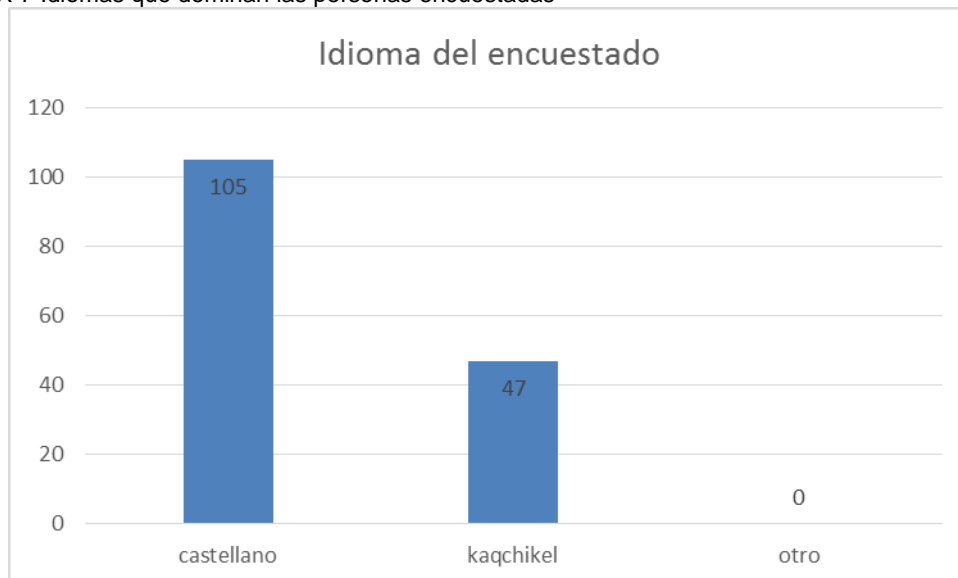
Gráfica X-6 Cantidad de años de residir en el lugar de las personas encuestadas



Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

Y por lo mismo casi la totalidad de encuestados tiene más de 20 años de vivir en el lugar, mientras que solo el 15% tienen menos de 20 años, muchos de ellos entre 15 y 19 años, por ejemplo.

Gráfica X-7 Idiomas que dominan las personas encuestadas



Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

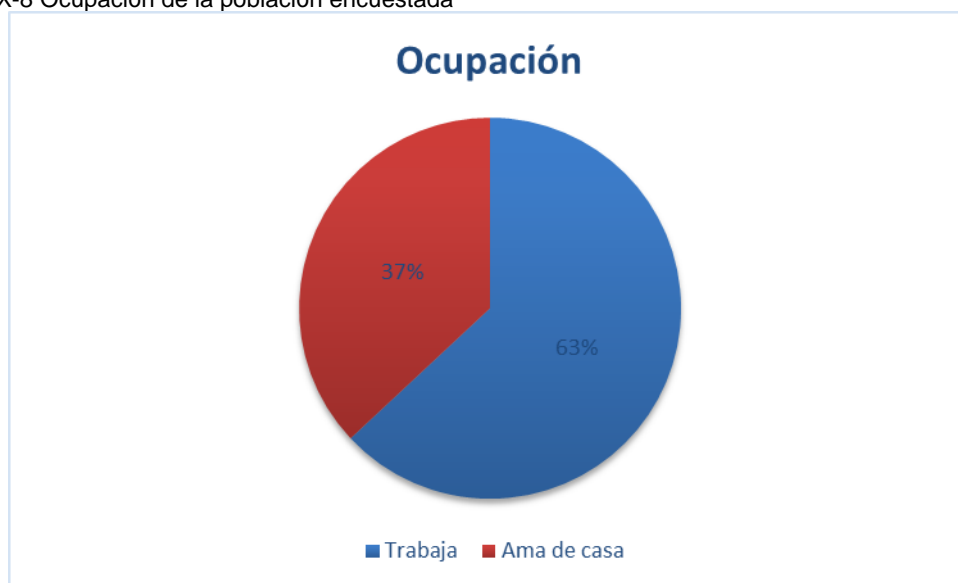
Finalmente, para describir la población encuestada, en su totalidad hablan el idioma español, mientras que el 45% informó que habla el idioma Kaqchikel, lo que indica que más del 50% de la población encuestada son indígenas, siguiendo el patrón de la población.

La muestra se logró que fuera muy representativa de la población en general, en particular de las áreas donde pasan las líneas de proyecto.

## **II. Información socioeconómica**

El 63% de las y los encuestados informó que trabajan, mientras que solamente un 37% se dedican al trabajo dentro del hogar. En el caso de la población de hombres, todos indicaron que trabajan, mientras que las mujeres aproximadamente el 50%.

Gráfica X-8 Ocupación de la población encuestada



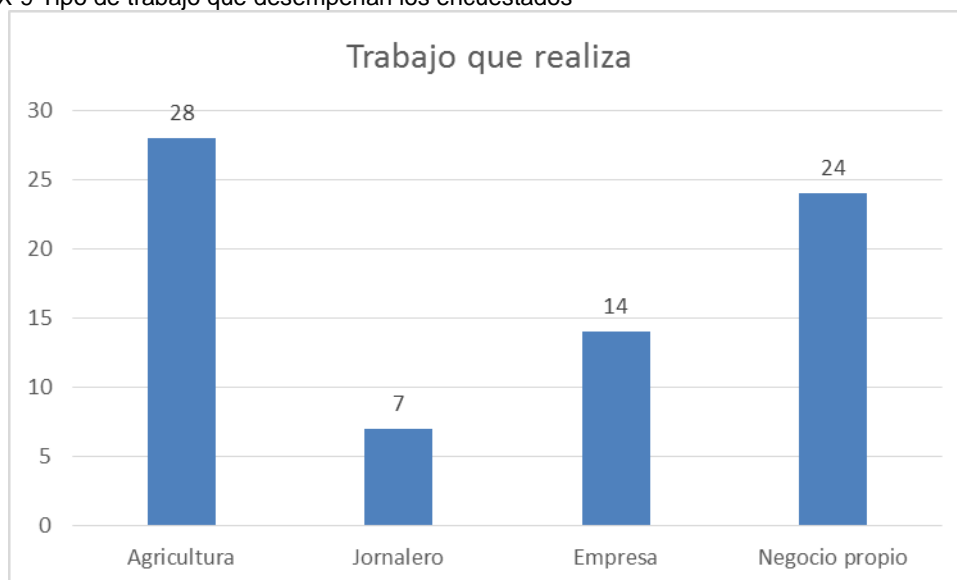
Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

Tanto los hombres y mujeres que trabajan indicaron la actividad específica que realizan.

Tenemos que un buen porcentaje, casi el 40% se dedican a la agricultura, otro 35% tiene un negocio propio y el resto indicó que trabaja para una empresa o como jornalero para otra persona en el campo.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Gráfica X-9 Tipo de trabajo que desempeñan los encuestados



Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

La mayoría indicó que en los lugares donde residen, se encuentran personas que trabajan en distintas áreas y oficios. Más de la mitad de los encuestados planteó que sí había todas las profesiones presente.

Esto indica mucha actividad económica y oportunidades laborales en la región, así como para ofrecer servicios para el proyecto.

Gráfica X-10 Oficios y profesiones existentes en la región donde se ubicará el proyecto



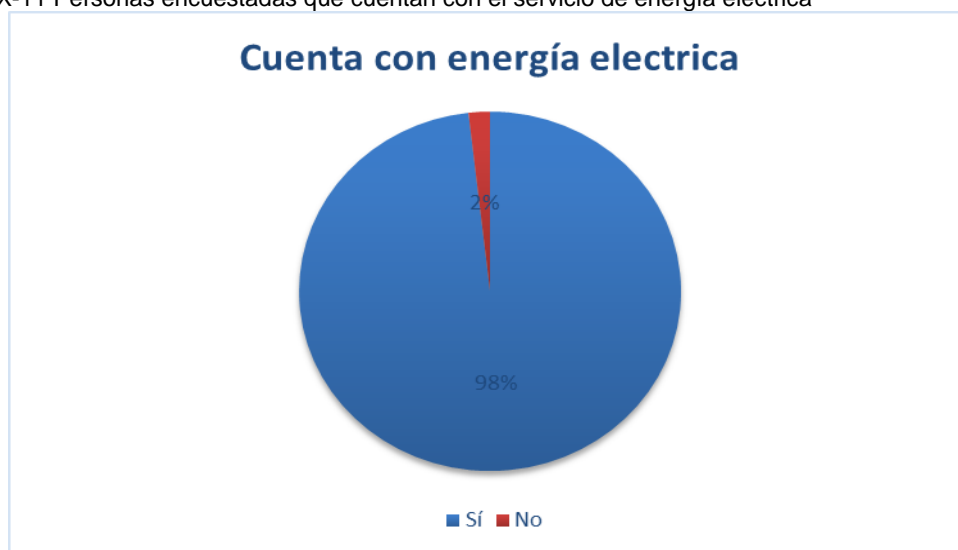
Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

### III. Percepción del proyecto

La mayoría de la población encuestada cuenta con el servicio de electricidad. Lo cual provoca un alto conocimiento de la utilidad y uso de la energía eléctrica. En las gráficas siguientes se muestra esta relación.

Gráfica X-11 Personas encuestadas que cuentan con el servicio de energía eléctrica



Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

Solamente el 2% de población no cuenta con energía eléctrica en su hogar, por lo que la mayoría utiliza este servicio y tiene ideas claras sobre su utilidad. Entre los usos más frecuentes se tienen:

Tabla X-1 Diferentes usos de energía eléctrica en hogares de los encuestados

1. Para tener luz en la noche en la casa
2. Para ver televisión
3. Para cargar la batería del teléfono celular
4. Para trabajar por la noche
5. Para ver nuestro camino por la noche
6. Para la seguridad en la noche
7. Para usar la maquinaria que se tiene en la comunidad o pueblo
8. Otro

Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Gráfica X-12 Diferentes usos de energía eléctrica en hogares de los encuestados

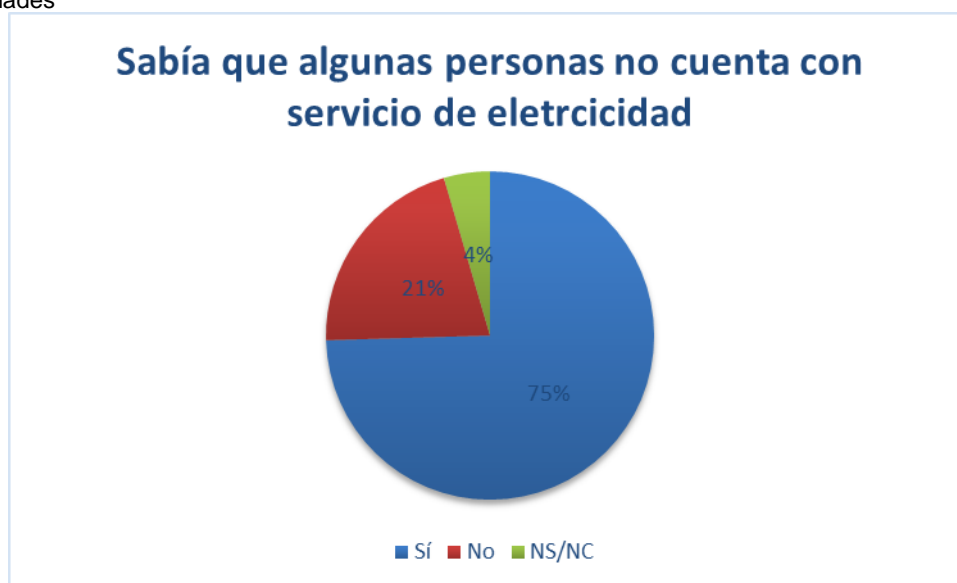


Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

La mayoría de población plantea el uso de la electricidad para poder ver en la noche, o para contar con mayor seguridad en las calles. Así como muchos usos para el trabajo. Lo cual permite la valoración de la energía eléctrica en la comunidad y el hogar.

La mayoría de población manifiesta que sí tiene conocimiento de que algunas comunidades u hogares no cuentan con energía eléctrica, aunque existe un 20% que manifiesta que no sabían. Esto seguro se debe al alto nivel de acceso a este servicio en el departamento y municipios donde se aplicó la muestra.

Gráfica X-13 Conocimiento de los encuestados sobre la falta de servicio de energía eléctrica en otras comunidades

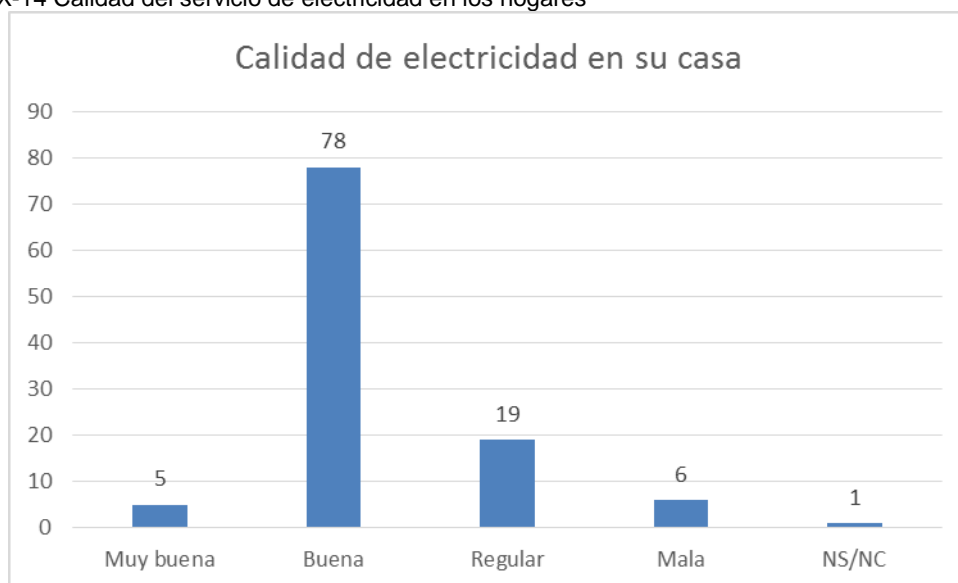


Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015



La mayoría de la población, el 75%, plantea que la energía que llega a su casa es buena calidad, lo que implica que no tienen problemas para su acceso. Lo que no facilita la comprensión de la importancia de invertir en este servicio.

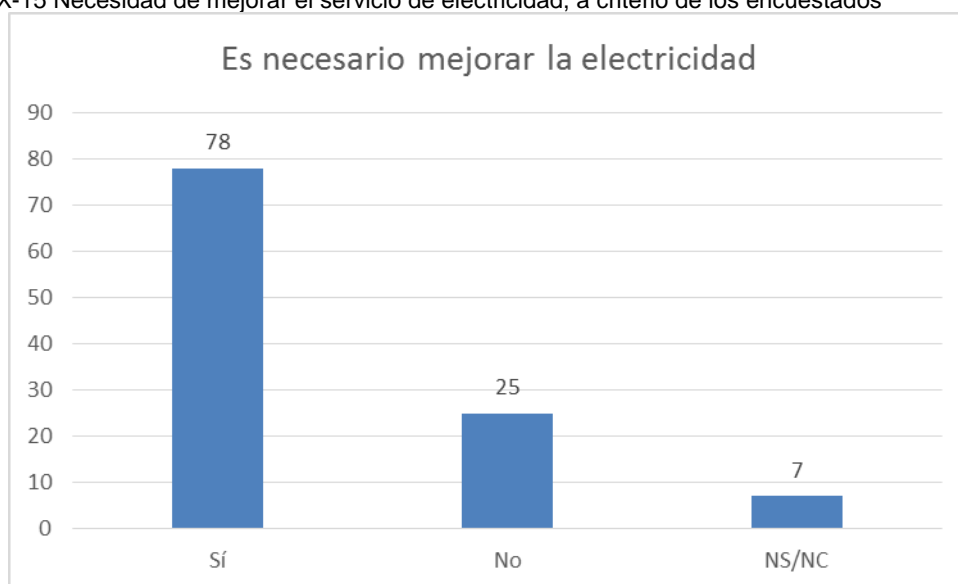
Gráfica X-14 Calidad del servicio de electricidad en los hogares



Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

Solamente 5 personas indicaron que era muy buena, 19 personas que es regular y 6 personas que es mala, lo cual nos indica que a nivel general en el departamento hay un buen servicio de la parte de la EEGSA.

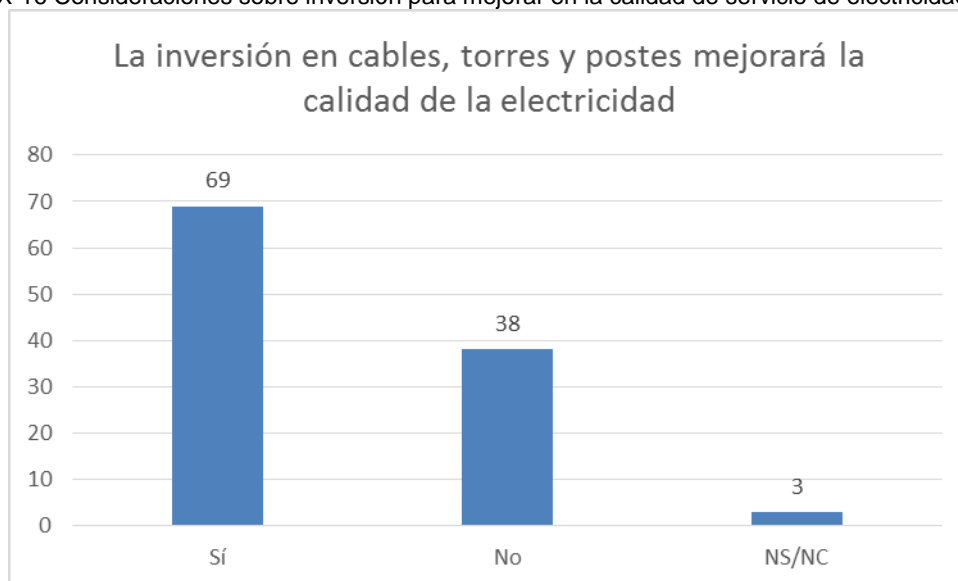
Gráfica X-15 Necesidad de mejorar el servicio de electricidad, a criterio de los encuestados



Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

La mayoría, casi el 75% de los encuestados considera que si es necesario mejorar el servicio de energía eléctrica, dado que todavía tiene problemas. Aunque muchas personas se refieren a mejorar como bajar el precio.

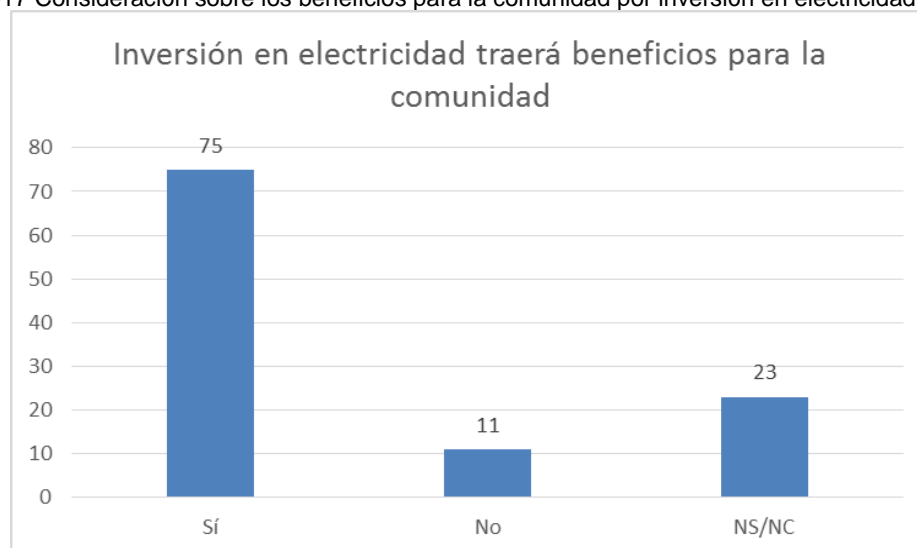
Gráfica X-16 Consideraciones sobre inversión para mejorar en la calidad de servicio de electricidad



Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

Un gran número de encuestados, aproximadamente el 65%, plantea que la inversión en cables, torres y postes mejorará la calidad de la electricidad. Mientras que un 35% piensa y considera que no es así forzosamente.

Gráfica X-17 Consideración sobre los beneficios para la comunidad por inversión en electricidad



Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

El 70% de la población encuestada, considera que la inversión en electricidad tendrá beneficios para la comunidad, mientras que solamente un 8-9% piensa que no, y es curioso que aproximadamente un 20% no sabe qué opinar sobre esta situación.

Entre los ejemplos de beneficios que traerá son los siguientes:

Tabla X-2 Beneficios que traerá la inversión en electricidad

<b>Trabajo</b>
<b>Más Seguridad</b>
<b>Cubrir necesidad de luz</b>
<b>Bajar la tasa municipal</b>
<b>Mejorar calidad de la luz</b>
<b>Desarrollo</b>
<b>Más alumbrado público</b>
<b>Mayor Alumbrado</b>
<b>Mejores condiciones para cocinar</b>
<b>Luz para trabajar</b>
<b>Bajar precio energía</b>
<b>Más personas con luz</b>
<b>Poner negocio</b>
<b>Ayudas</b>
<b>Calidad de vida</b>

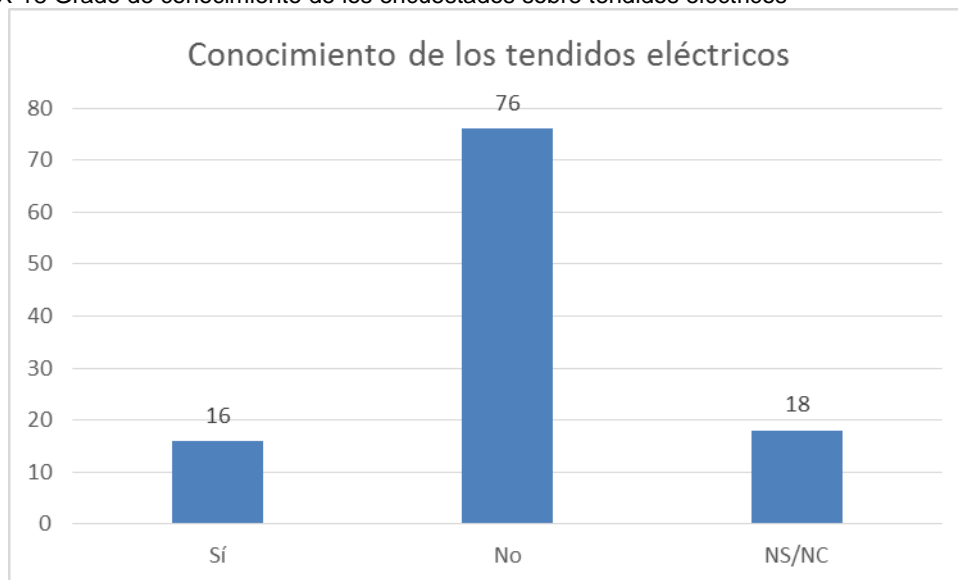
Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

Sobre el conocimiento de los tendidos eléctricos, casi el 75% de personas no los conoce, ni tiene muchas ideas sobre cómo son. Esto puede ser un riesgo potencial en el proyecto, dado que no se tiene claridad sobre cómo funcionan, de qué altura son, o qué material están hechos.

A continuación se muestra en gráficas:

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Gráfica X-18 Grado de conocimiento de los encuestados sobre tendidos eléctricos



Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

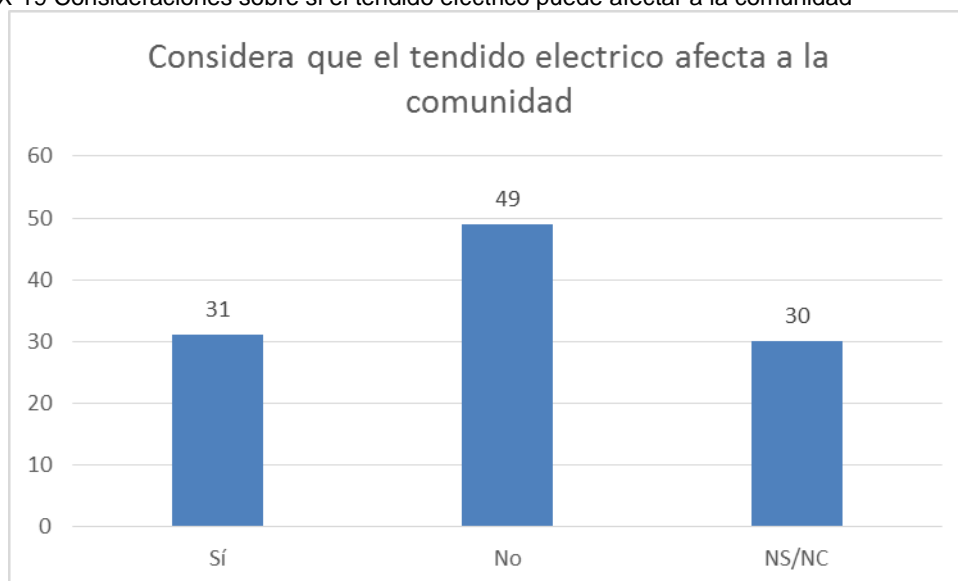
Cuando se preguntó sobre cómo creen que son:

- 5 personas contestaron que negros y
- 2 personas que llevan cables arriba.

Es importante considerar proporcionar más información a nivel general sobre los tendidos y sus características.

Ya que esta falta de conocimiento, afecta de manera directa la siguiente valoración sobre los riesgos que tiene este tendido eléctrico.

Gráfica X-19 Consideraciones sobre si el tendido eléctrico puede afectar a la comunidad



Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

Menos de la mitad de la población encuestada (45%) considera que no afectan a la comunidad, mientras que el otro porcentaje, considera que sí afecta o no sé si afecta y esto mismo puede provocar inseguridad o miedo al proyecto.

Entre los motivos que mencionaron fueron los siguientes:

- Accidentes por lluvias, caída de postes
- Energía más fuerte, consume más
- Cáncer
- Tala árboles
- Enfermedades
- Afecta en la Siembra
- Cortes de luz
- Contaminar la tierra
- Al construir
- Perdida de terreno
- Muertes
- Incendio
- Contaminación ambiental
- Radiación

En esta lista se pueden ver que hay tres categorías de motivos por los que se consideran que afectan a la comunidad:

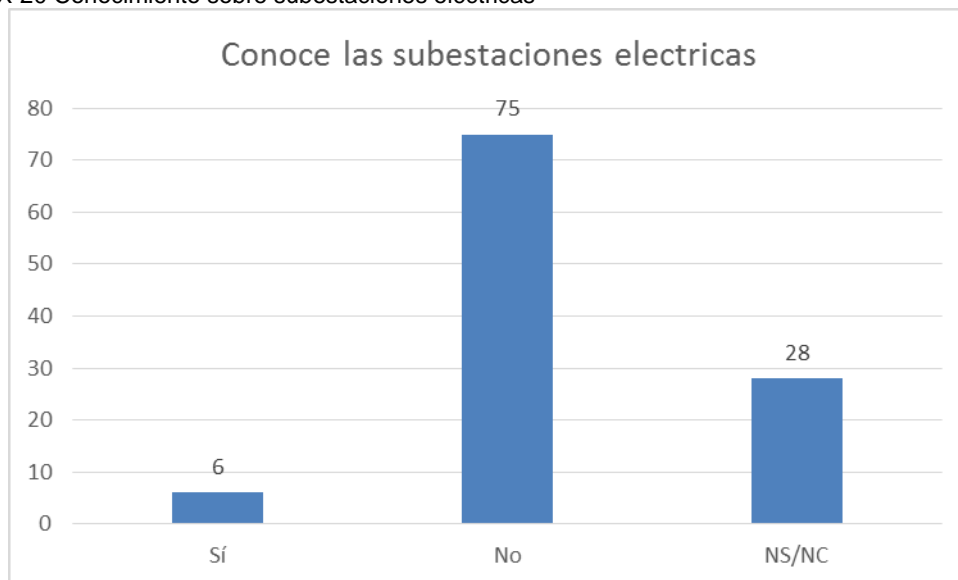
1. Enfermedades humanas (cáncer, radiación, muerte...)
2. Riesgos de seguridad (accidentes, caída de postes, incendios...)
3. Contaminación ambiental (contaminación de la tierra, afecta la siembra, tala de árboles...)

Esto es muy importante, dado que permite visualizar las áreas en las que se debe de proporcionar mayor información sobre el proyecto.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Gráfica X-20 Conocimiento sobre subestaciones eléctricas



Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

La mayoría de las personas, casi el 70% afirmó que no conoce las subestaciones eléctricas, y el resto prefirió no responder. Por lo que otro tema pendiente de informar al respecto. Casi ninguna persona se animó a decir cómo es una subestación o para qué sirve.

Por lo que para finalizar esta parte, se presenta el listado resumido de las valoraciones generales sobre el proyecto.

La lista de motivos por los que consideran que pueden afectar son los siguientes:

- Contaminación ambiental
- Apagones de luz
- Contaminación ambiental
- Sequía de la siembra
- El agua y el aire
- Muerte de personas al no hacer bien el proyecto
- Causaría Molestias
- Enfermedades
- Que no esté cerca de las viviendas
- Ocupan espacio
- Ruido y suciedad
- Problemas con las personas
- Tala de árboles
- Conflictos por terrenos

Algunas personas mencionan que los beneficios que puede tener están vinculados con:

- Más Desarrollo
- Beneficios a las personas

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- 
- Más trabajo

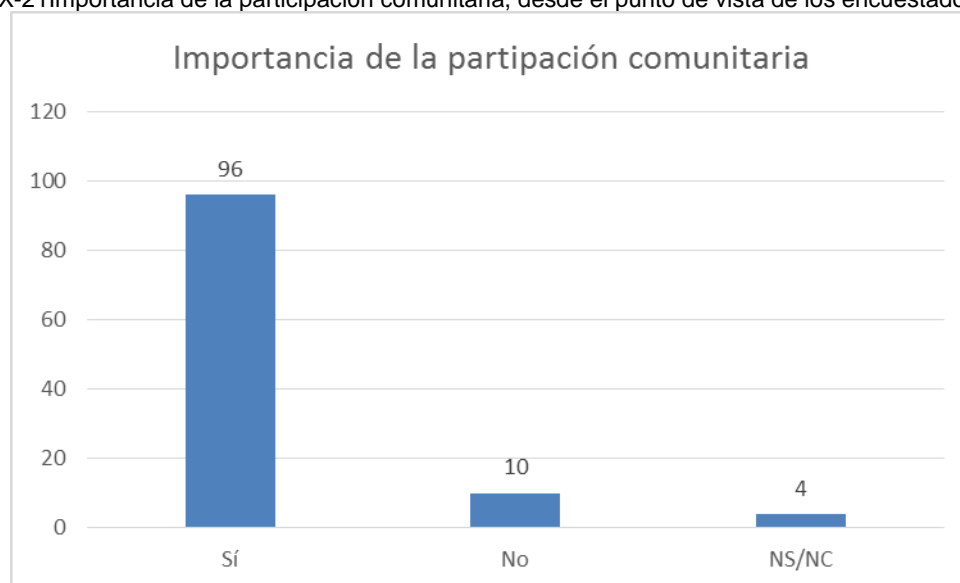
Es importante ver, que los riesgos son más específicos y detallados que los beneficios, esto se debe a la falta de información y comunicación, lo que requiere una acción inmediata y estratégica para no generar situaciones de conflicto durante la ejecución del proyecto o posterior al mismo.

### Participación Comunitaria

Casi la totalidad de las personas encuestadas consideran muy importante la participación comunitaria dentro del proceso de socialización y ejecución del proyecto de transmisión.

Solamente 14 personas dijeron que no es importante o que no sabe. Lo cual confirma que debe ser una acción inmediata.

Gráfica X-21 Importancia de la participación comunitaria, desde el punto de vista de los encuestados



Fuente: Proceso de Participación Pública, 2015

Las personas y autoridades consideran que deben estar involucrados son:

- Alcalde y el pueblo (42)
- Alcalde y COCODE (30)
- Dueños terrenos (3)
- Toda la comunidad (20)
- Los vecinos y COCODE (5)
- Municipalidad (5)
- COCODE (3)
- Líderes comunitarios (2)

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Hay un consenso general sobre la importancia de que los alcaldes estén enterados y vinculados al proceso, así como los COCODES y en general toda la comunidad, ya que se considera un proyecto que implica a toda la comunidad.

También se menciona a los dueños de los terrenos en una mínima parte, así como algunos líderes comunitarios.

### **Sugerencias y Recomendaciones de los Encuestados para Implementar una buena Comunicación con las Comunidades**

Finalmente, la última pregunta de la encuesta se refiere a las sugerencias que tienen para que se logre una mejor comunicación con la población en el desarrollo del proyecto. A lo que la mayoría de las y los encuestados respondió:

- Ayuda Mutua
- Dar a conocer más el proyecto
- Pago justo por los terrenos
- Apoyo Comunitario
- Apoyo Comunitario
- Suministrar electricidad y pago por los terrenos
- Mayor comunicación
- No contaminar y cuidar los recursos naturales
- Desarrollo para la comunidad
- Beneficio para toda la comunidad

La mayoría de las sugerencias van en la línea del apoyo y la asistencia social hacia las comunidades, vinculados a beneficios, desarrollo, proyectos, apoyos, etc.

No existen muchas sugerencias claras para mejorar la comunicación y promoción del proyecto, con excepción de un par: "Dar a conocer más el proyecto y Mayor comunicación".

Es importante mencionar que un buen porcentaje de las personas encuestadas no están de acuerdo con que se desarrolle bajo estas condiciones de falta de información y comunicación, lo cual requiere de una atención.

## **IV. Conclusiones y Recomendaciones del Proceso de Participación Pública**

A nivel general existe un conocimiento sobre el proyecto pero una manera muy superficial, todavía no se ha logrado esclarecer a la población las implicaciones y características que el proyecto de las líneas de transmisión eléctrica tiene durante el paso por los municipios de intervención.

Es importante hacer notar, que el proyecto no está cercano a ningún poblado grande, solamente pasa cerca de caseríos y pequeñas comunidades. Eso facilita que las personas no sientan que les puede afectar directamente.

Y en el caso del segmento sur, no hay población en la SDP. Son fincas privadas donde ya se concluyó la negociación de la SDP a través de escritura pública.

Aunque como la mayoría de los poblados vive en las áreas urbanas, la principal ocupación es la agricultura, por lo que tienen alta preocupación por las implicaciones que tiene el proyecto en los cultivos, la tierra, el agua y especialmente los efectos sobre la salud.

Por lo que las principales sugerencias van en la línea de construir un plan de comunicación e información sobre los detalles del proyecto y buscar esclarecer las dudas que tienen sobre los efectos del mismo.

Así como también informar a los propietarios sobre el proceso de realización del pago por el derecho de paso y los tiempos que implica el pago, la realización de la obra y el mantenimiento del mismo.

Entre los principales temas que deben ser abordados son los siguientes:

1. Enfermedades humanas (cáncer, radiación, muerte...)
2. Riesgos de seguridad (accidentes, caída de postes, incendios...)
3. Contaminación ambiental (contaminación de la tierra, afecta la siembra, tala de árboles...)
4. Pago de derecho de paso, así como el proceso de construcción.

Esta estrategia debe involucrar al alcalde y otras autoridades comunitarias, para garantizar la convocatoria y al mismo tiempo la realización de acuerdos.

## **10.7 INFRAESTRUCTURA COMUNAL**

Durante el desarrollo del Proyecto se prevé un incremento en el tránsito rodado, concretamente de vehículos cargados con material pesado, hecho que podría originar algunos daños a la infraestructura comunal como lo son carreteras y caminos.

Se recomienda planificar una estrategia de contingencia que contemple las repercusiones que podrían derivarse del incremento de tráfico rodado, a fin de que no constituya un factor que genere conflictos sociales, se considera deseable establecer anticipadamente con las autoridades comunitarias y COCODES la planificación del contratista de construcción para evitar y/o solventar los efectos secundarios no deseados de la construcción del Proyecto.

No obstante, se considera que una buena previsión y trabajo conjunto con las autoridades podrá evitar que en caso de originarse daños en las infraestructuras comunales, esto suscite una postura adversa por parte de la población que pueda influir negativamente en la implementación del Proyecto.

## **10.8 DESPLAZAMIENTOS Y/O MOVILIZACIÓN DE COMUNIDADES**

Durante la etapa de pre-diseño del Proyecto, se consideró evitar al máximo la generación del impacto de desplazamiento de personas, familias y comunidades. Posteriormente en la etapa de diseño y manteniendo la misma premisa de evitar la afectación de áreas habitadas y luego de efectuados los ajustes al trazado con base en recorridos de campo, inspecciones al lugar y entrevistas con autoridades, tanto municipales como de las instituciones implicadas en este tipo de Proyecto, se realizaron las modificaciones de trazado necesarias con el propósito de no afectar las viviendas, centros de interés social, arqueológico o ambiental presentes a lo largo del recorrido de las líneas de transmisión.

En términos generales, puede indicarse que la construcción de las líneas de transmisión y subestación, de acuerdo con las áreas seleccionadas para su desarrollo, no representan un factor determinante para la movilización de comunidades. No obstante, solo en aquellos casos particulares donde se detecte la presencia de viviendas dentro de la franja de servidumbre de 30 metros (15 metros a lado y lado del eje de las líneas), se deberán implementar los procedimientos que sobre el particular establezca TRECSA para la reubicación de viviendas.

## **10.9 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE CULTURAL**

### **10.9.1 Arqueología**

#### **10.9.1.1 Objetivos**

- Hacer una caracterización a nivel macro de la zona arqueológica en la que transcurrirá la Línea de Transmisión de Energía y en el terreno en que se construirá la Subestación Eléctrica.
- Establecer la presencia de sitios arqueológicos dentro del área de influencia del proyecto
- Implementar las medidas de protección ante cualquier hallazgo cultural fortuito

#### **10.9.1.2 Metodología de Campo y Documental**

La metodología inicia con una fase documental, principalmente con las bases de datos oficiales disponibles, tales como la del Instituto de Antropología e Historia (IDAEH) y la del Registro de Información Catastral (RIC).



Además fueron consultados estudios previos en la zona, principalmente los de carácter arqueológico. Aunque son trabajos antiguos, es de resaltar que son los únicos en el área, debido a que la zona ha sido poco explorada a nivel arqueológico.

En lo que se refiere al trabajo de campo, fueron programados varios recorridos a la zona, principalmente al área de paso de las líneas de transmisión eléctrica. Se ha establecido un área "buffer" de un kilómetro, 500 metros a cada lado del paso de la línea. Dentro de ésta han sido identificados los sitios arqueológicos reportados, en algunos casos el área de 500 m fue ampliada, debido a la existencia de algún reporte arqueológico cercano.

Además los recorridos fueron ampliados hacia las áreas en donde presenta mayor potencial de presencia de sitios arqueológicos, así como los puntos en donde serán construidas las torres de transmisión eléctrica.

La metodología de registro de las áreas visitadas y sitios arqueológicos localizados, consistió en el recorrido, observación de la superficie del terreno en busca de evidencia cultural y registro fotográfico. Como punto de partida para la documentación en campo, fueron tomadas las ubicaciones de los sitios reportados con anterioridad y de allí se partió hacia las zonas no exploradas.

### **10.9.1.3 Antecedentes de investigación**

A inicios de la década de 1980 Carson Murdy (1984), realiza un reconocimiento del área visitando y documentando los sitios reportados por E. Shook, como parte de su tesis doctoral y sus estudios de asentamiento en el valle de Guatemala.

Para 1990, Eugenia Robinson del Centro de Investigaciones Mesoamericanas (CIRMA) inicia un amplio reconocimiento en el área del departamento de Sacatepéquez, principalmente en los municipios de Sumpango y Alotenango, logrando identificar 99 sitios con evidencia prehispánica. Su trabajo está plasmado en La Encuesta Arqueológica Caqchikel (1990, 1993), logrando establecer sitios con evidencia constructiva, así como aquellos que solo presentaban materiales arqueológicos de superficie, en algunos casos fueron localizados restos de barro quemado en bloques, lo que hace suponer la presencia de casas o construcciones de materiales perecederos. Posteriormente Vinicio García (1993) realiza un estudio de patrón de asentamiento en el departamento de Chimaltenango, logrando establecer los principales rasgos que definen a los sitios de la región. Aunque no visitó ningún sitio del área de Sacatepéquez, mostro el patrón de plaza y la ubicación a nivel regional.

Para la descripción topográfica del área, se ha tomado la descripción dada por Robinson (1993): *"La topografía del municipio de Sumpango es montañosa excepto en el área llamada de Los Planes y que se encuentra situada en la esquina suroeste del municipio y Chuya al noreste (Figura 3). Al oriente de Los Planes, en el área de Los Camotales, existen franjas anchas de tierra. La parte norte del municipio es quebrada. Áreas prominentes de terreno se encuentran en la parte oriente del municipio y fueron creadas por quebradas que corren hacia el río Xaltaya. San José Yalu, San Rafael El Arado y la finca El Guachipilín son otras áreas de planos prominentes. Desde estos terrenos, al*

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

este, pueden verse las tierras llanas de Chuya las cuales son parte de Sumpango y del municipio de Santo Domingo Xenacoj. La frontera sur oriente del municipio cae al pie de las montañas que están frente de otros terrenos planos pertenecientes a Chitacaj. Hay varias quebradas, ríos y nacimientos de agua en las montañas". Como podemos determinar, la región es muy quebrada y está caracterizada por un sistema montañoso, alrededor de 2400 msnm, con presencia de profundos barrancos y áreas de amplios valles. La mayor parte de los sitios arqueológicos con presencia de montículos, se localizan en lengüetas del terreno intermedio, mientras que en el área de los valles solo se han reportado evidencias superficiales.

A nivel cronológico el asentamiento humano en esta región, muestra una amplia ocupación, los resultados han sido muestreados a través de materiales de recolección de superficie. Al parecer el inicio de la población en ésta área se dio durante el periodo Preclásico Temprano (800-600 a. C.), la muestra es muy reducida y solo ha sido marcada en el área de los sitios de Tizate, Camotales y al sur de Los Pinos. Aunque la muestra es mínima, ha servido para hacer comparaciones con áreas de la Costa Sur y del valle de Guatemala (Robinson 1993).

Como rasgo poco usual es la pobre ocupación de la región durante el periodo Preclásico, se han establecido algunas áreas con evidencia sin que éstas lleguen a ser significativa, caso muy particular, al considerar que fue durante éste periodo en que el valle central de Guatemala tuvo su mayor apogeo.

El asentamiento se empezó a observar con un leve crecimiento para el periodo Protoclásico (200-300 d. C.) es decir a inicios del periodo Clásico, en donde vemos una amplia difusión de los asentamientos en la región. Durante éste periodo (Protoclásico) se tienen la presencia de un amplio asentamiento conocido como Nimajuyu. El principal rasgo que ha salido a luz, con estas investigaciones es que fue durante el periodo Clásico Temprano en donde la región mostró un crecimiento importante, mientras que hacia el periodo Postclásico la población empezó a disminuir, repoblando el área hacia el periodo colonial, ya con los movimientos poblacionales efectuados por los españoles (Robinson 1993).

Estos datos nos pueden reflejar que la zona fue dominada por las esferas culturales del altiplano central del valle de Guatemala, precisamente cuando Kaminaljuyu alcanzó uno de sus picos más altos en desarrollo y población. La cual decayó al mismo tiempo que todas las regiones, este efecto es observado con la caída de Kaminaljuyu durante el inicio Clásico Medio.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro X-14 Principales asentamientos arqueológicos identificados en el departamento de Sacatepéquez

SITIO	MUNICIPIO	RASGO	REPORTE DE LOCALIZACIÓN	
			E. SHOOK	E. ROBINSON
Alotenango	Alotenango	Evidencia de superficie	X	
Cerro Rejón	Sumpango	Material arqueológico en superficie	X	
Chacayá	Santiago Sacatepequez	Antiguo asentamiento de Santa Maria Cauqué	X	
La Chacara	Antigua Guatemala	Presencia de montículos y escultura en piedra	X	
Florencia	Antigua Guatemala	Montículos	X	
Magdalena	Magdalena Milpas Altas	Montículos	X	
Manzanales	Santiago Sacatepequez	Montículos	X	
Palo Gacho	Magdalena Milpas Altas	Montículos	X	
Pastores	Pastores	Montículos	X	
Pavón		Presencia de montículos y escultura en piedra	X	
Los Pinos	Sumpango	Montículos	X	X
Pompella	Ciudad Vieja	Montículos	X	
El Potrero	Ciudad Vieja	Presencia de montículos y escultura en piedra	X	
El Portal	Antigua Guatemala	Presencia de montículos y escultura en piedra	X	
Ramos	Pastores	Presencia de montículos y escultura en piedra	X	
Río Sumpango	Pastores	Presencia de montículos y escultura en piedra	X	
Salazar	Santa Lucia Milpas Altas	Montículos	X	
Los Cerritos / San Lorenzo		Montículos	X	
San Luis de las Carretas	Pastores	Montículos	X	
San Roberto	Santo Domingo Xenacoj	Montículos	X	
Santa María Cauque	Santiago Sacatepequez	Montículos	X	
Los Terrenos	Ciudad Vieja	Montículos	X	
Santiago	Santiago Sacatepequez	Montículos	X	
Las Victorias	Jocotenango	Montículos	X	
Xaraxong	San Bartolomé Milpas Altas	Evidencia de superficie	X	
Zacat	Santiago Sacatepequez	Evidencia de superficie	X	
Tonino		Montículos		X
Chiponquin		Montículos		X
Nimajuyu	Sumpango	Montículos		X
Chuculum	Sumpango	Montículos		X
El Yalú	Sumpango	Montículos		X
San Martín	Sumpango	Montículos		X
Guachipilín	Sumpango	Montículos		X
Camotales	Sumpango	Montículos		X
Barranca Tizate	Sumpango	Evidencia de superficie		X
Paraxaj	Sumpango	Evidencia de superficie		X

Fuente: Informe Arqueológico, 2015

#### 10.9.1.4 Descripción del área y sitios arqueológicos

El estudio se centra en el área de los actuales municipios de Santiago Sacatepéquez y Sumpango, algunas zonas muy reducidas de los municipios de San Bartolomé Milpas Altas y Santo Domingo Xenacoj, ya a la entrada del sitio propuesto para la construcción de la Sub estación Las Cruces.

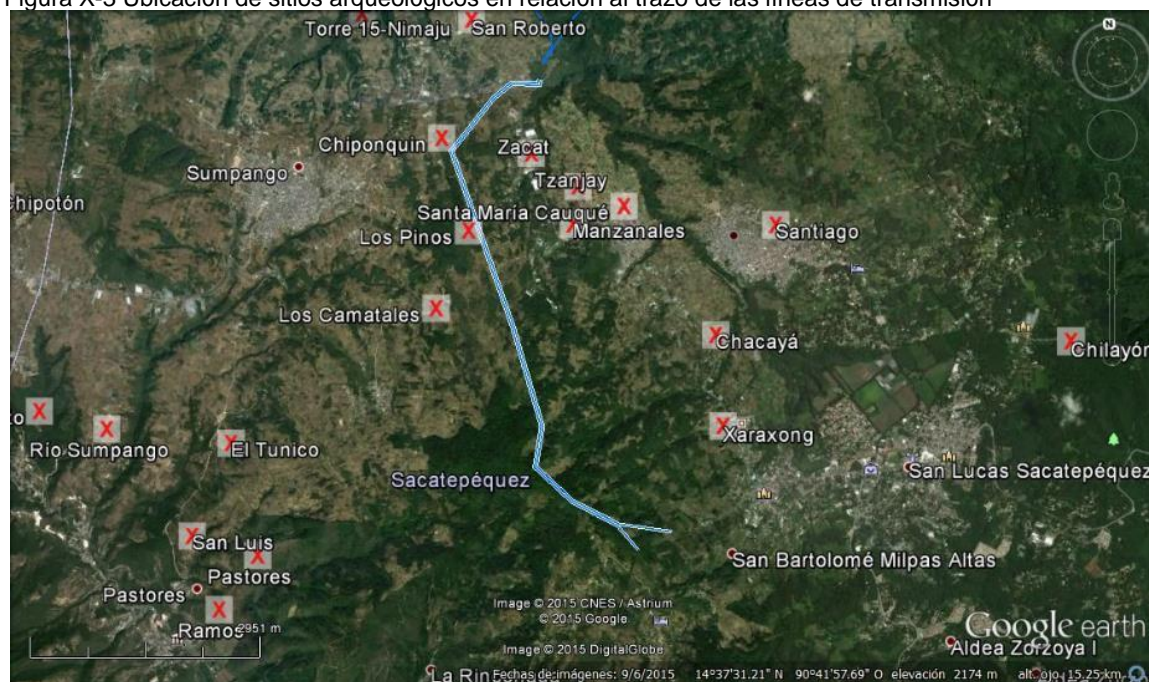
Esta área se encuentra dentro de lo que se ha definido como altiplano central, y es una zona arqueológica poco conocida y con escasos trabajos a nivel arqueológico. La información que se tiene de ésta área, provienen de las primeras exploraciones de Edwin Shook en las décadas de 1940-1970. Durante sus recorridos de campo localizó en el área del Departamento de Sacatepéquez un total de 26 sitios arqueológicos, algunos de ellos si fueron conocidos por él y otros, solo fueron reportes de presencia



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

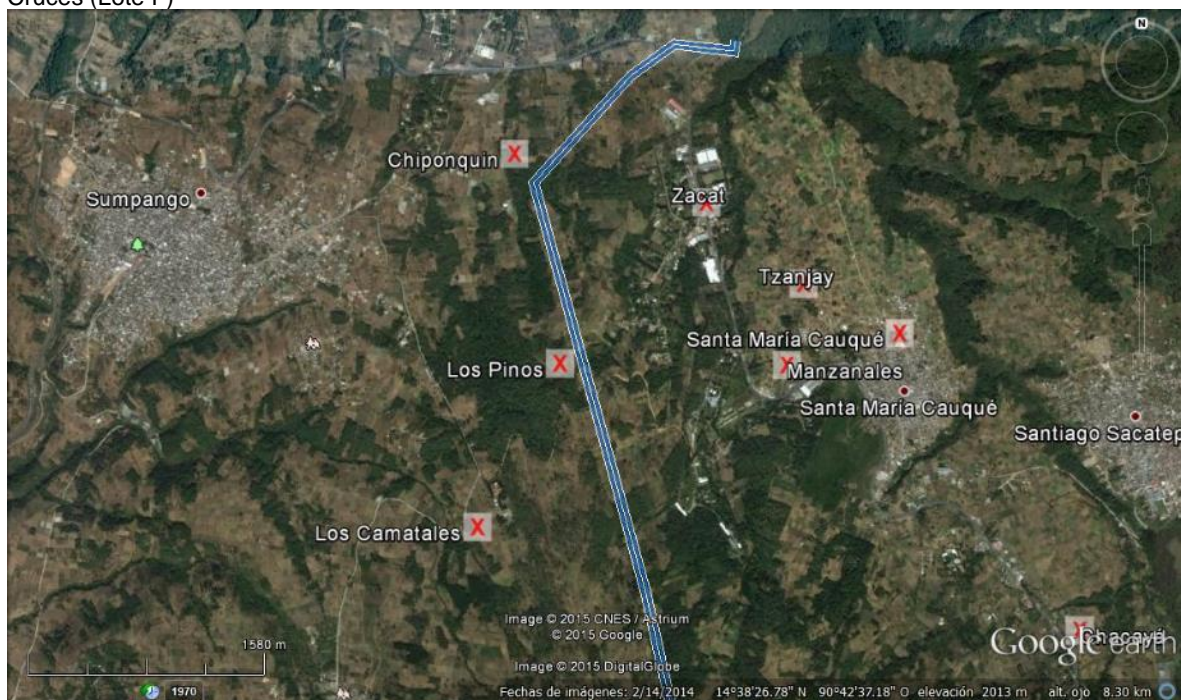
arqueológica que le fue informado. De este pequeño corpus algunos presentan evidencia de construcción, mientras que otros tantos solo corresponden a evidencia en superficie, como cerámica y lítica, principalmente obsidiana.

Figura X-3 Ubicación de sitios arqueológicos en relación al trazo de las líneas de transmisión



Fuente: Informe Arqueológico, 2015

Figura X-4 Detalle de la sección norte del trazo de la línea las Cruces-Palestina (Lote A) y Guate Sur-Las Cruces (Lote F)



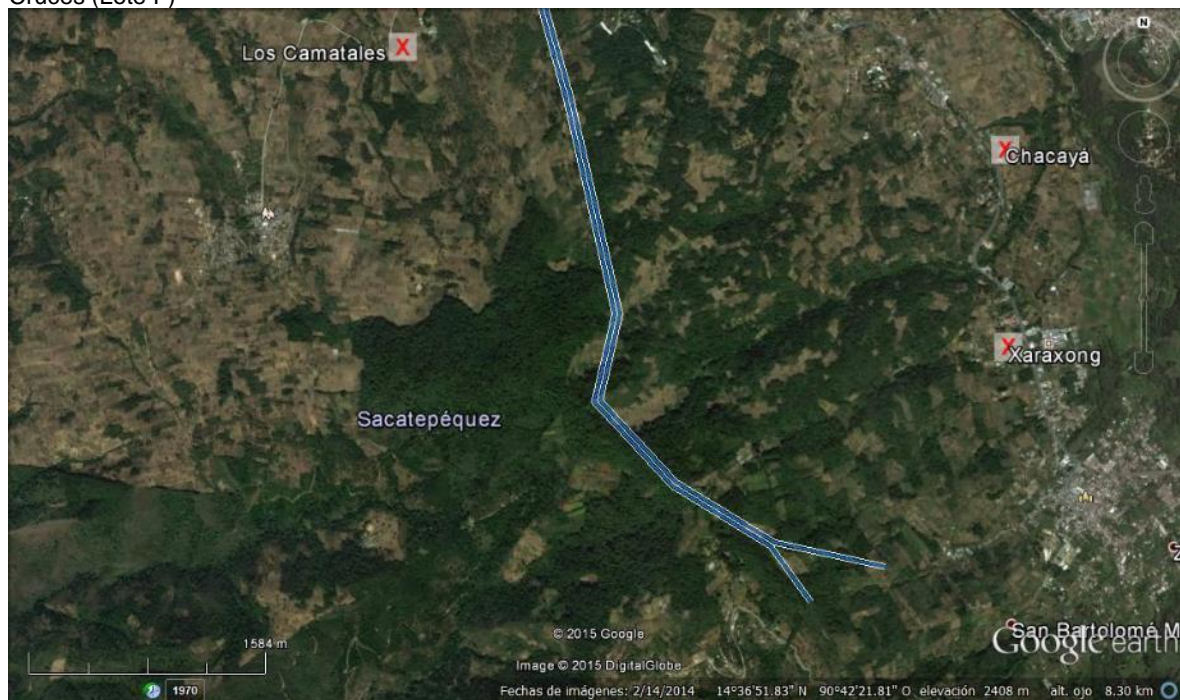
Fuente: Informe Arqueológico, 2015



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

Figura X-5 Detalle de la Sección Sur del trazo de las Líneas Las Cruces-Palestina (lote A) y Guate-Sur-Las Cruces (Lote F)



Fuente: Informe Arqueológico, 2015

#### **10.9.1.5 Trabajo de Campo**

Con los datos de la investigación documental, se procedió a definir qué sitios arqueológicos se encontraban dentro del área de impacto, para ello se trazó un área “buffer” de 500 m a cada lado del trazo de la línea de transmisión, cubriendo un kilómetro de ancho por un largo variable que lo definió el trazo de la línea. Sin embargo hay sitios arqueológicos que se localizan muy cerca de este trazo, por lo que también fueron incluidos. Además con los datos del patrón de asentamiento se ha establecido las posibles áreas en donde se pueden localizar sitios arqueológicos, por lo que se procedió a revisar dichas áreas.

De acuerdo a las bases de datos existentes del IDAEH y RIC, se han establecido la presencia de dos sitios arqueológicos en el área de influencia de la línea de transmisión, Chipunquin y Los Pinos, el resto de sitios arqueológicos se encuentran fuera del área de influencia. Sin embargo algunos de ellos fueron visitados para determinar su ubicación.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro X-15 Ubicación de sitios arqueológicos con respecto a la Variante las Cruces (Al del proyecto)

Sitio Arqueológico	Distancia hacia la Línea de Transmisión (km)
Sitio Chipunquin	0.17
Sitio Los Pinos	0.1
Sitio Zacat	0.865
Sitio Xaraxong	2.4
Sitio Los Camatales	0.920
Sitio Santa María Cauque	2.0
Sitio Manzanales	1.2
Sitio Tzanjay	1.5
Sitio San Roberto	1
Sitio Chacayá	2.6

Fuente: Investigación documental

Cuadro X-16 Sitios arqueológicos identificados más cercanos al proyecto

Área de Análisis	Nombre del Sitio	Este (GTM)	Norte (GTM)	Municipio
Área de Influencia	Los Pinos	477121	1618790	Sumpango
	Chiponquin	476836	1620093	Sumpango

Fuente: Geoambiente, 2015

Se reconoció el área marcada como sitio Los Camatales, se recorrió el área la cual se encuentra con sembradíos de hortalizas y algunas zonas con árboles de segundo crecimiento. En el área marcada solo se identificó escaso material cerámico y unos 150 m al oeste se encuentra, un posible montículo, el cual está muy deteriorado. El sitio se localiza a más de 900 m hacia el oeste del trazo de la línea, coordenadas geográficas 14°37'43.1" N y 90°42'52.2" W.

Fotografía X-4 Ubicación del Sitio Los Camatales, mostrando material arqueológico recuperado en Superficie



Fuente: Foto A. Rivas

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Fotografía X-5 Vista del posible montículo localizado en el área de los Camantales



Fuente: Foto A. Rivas

En la base de datos de registro de sitios arqueológicos, del IDAEH, refiere a un sitio denominado con el nombre de Chipunquin, se recorrió el área marcada donde se localiza el sitio (coordenadas geográficas 14°39'09.6" N y 90°42'52.7" W según la base de datos IDAEH y RIC), a 170 m al oeste de la línea de transmisión, se observaron materiales cerámicos en superficie, así como a unos 150 m, al norte lo que puede considerarse como una especie de plataforma sobre la cima de un cerro. Según los registros, este sitio presenta varios montículos, sin embargo no se logró identificar dichos rasgos, por lo que se considera la posibilidad de que la coordenada en la base de datos se encuentre errónea o bien los montículos han desaparecido por la actividad agrícola de la región. Se amplió el reconocimiento hacia las coordenadas geográficas 14°39'06.1" N y 90°42'02.0" W, logrando establecer que no hay evidencia arqueológica en el área cercana.

Durante los recorridos al área, se determinó que en el vértice entre los municipios de Sumpango y Santiago Sacatepéquez, se localiza un paraje llamado Chipunquin, el cual dista 1.2 km al sur de la referida coordenada del sitio arqueológico. Por lo que se considera hay un error en la denominación del sitio arqueológico, el cual ha sido referido a una coordenada que no refiere al paraje conocido con el mismo nombre.

En el actual paraje de Chipunquin, se localiza el astillero municipal de Sumpango, y según la base de datos del IDAEH en esa área se encuentra localizado el sitio de Los Pinos, el cual ha sido referido en las investigaciones previas. Se llevó a cabo la prospección arqueológica logrando identificar un sitio arqueológico en el área, específicamente en las coordenadas geográficas 14°38'27.72"N y 90°42'44.07"O. Está formado por cuatro montículos formando dos plazas, es posible que existan otros montículos pero no se logró acceder a toda la zona. El montículo principal tiene una altura aproximada de 3 m, mientras que los otros no sobrepasan 1.5 m. La plaza principal está acomodada en la parte alta del terreno, sustentada en una amplia terraza de nivelación que da hacia el norte. En el sector norte, fuera de la terraza se localiza la segunda plaza, formada por dos montículos en un patrón abierto.

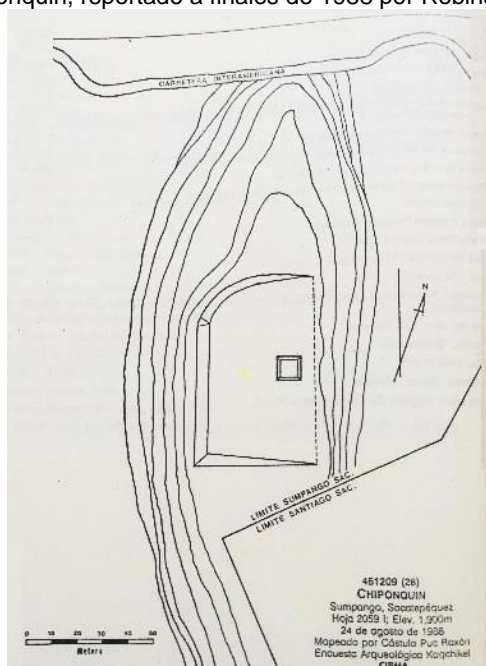
*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Todos los montículos han sufrido erosión y deterioro a causa de la actividad agrícola, principalmente zanahoria y repollo. Se pudo observar cuatro perforaciones de planta circular en la cima del montículo principal, las cuales nos indicaron los pobladores (comunicación personal con agricultores) que habían sido realizadas por personas dedicadas al saqueo.

En síntesis, se considera que éste sitio es el denominado como Los Pinos, aunque se encuentre cercano al paraje llamado Chipunquin y el sitio llamado Chipunquín se localiza 1.2 km al norte de éste lugar. La confusión ha venido replicándose desde los estudios de Robinson (1990) y es posible que se haya tratado a que toda el área fue denominada con ese nombre y que en la actualidad el nombre del paraje refiere a un área más pequeña.

Según el trazo establecido para la línea de transmisión, el sitio Los Pinos se encuentra a 15 m de la Línea Las Cruces – Palestina, siendo afectado por el área de servidumbre y por la construcción de la Torre 8.

Figura X-6 Mapa del sitio Chiponquin, reportado a finales de 1988 por Robinson (1990)



Fuente: IDAEH



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Fotografía X-6 Área del sitio arqueológico de Chiponquin, con algunos materiales arqueológicos en superficie



Fuente: Foto A. Rivas

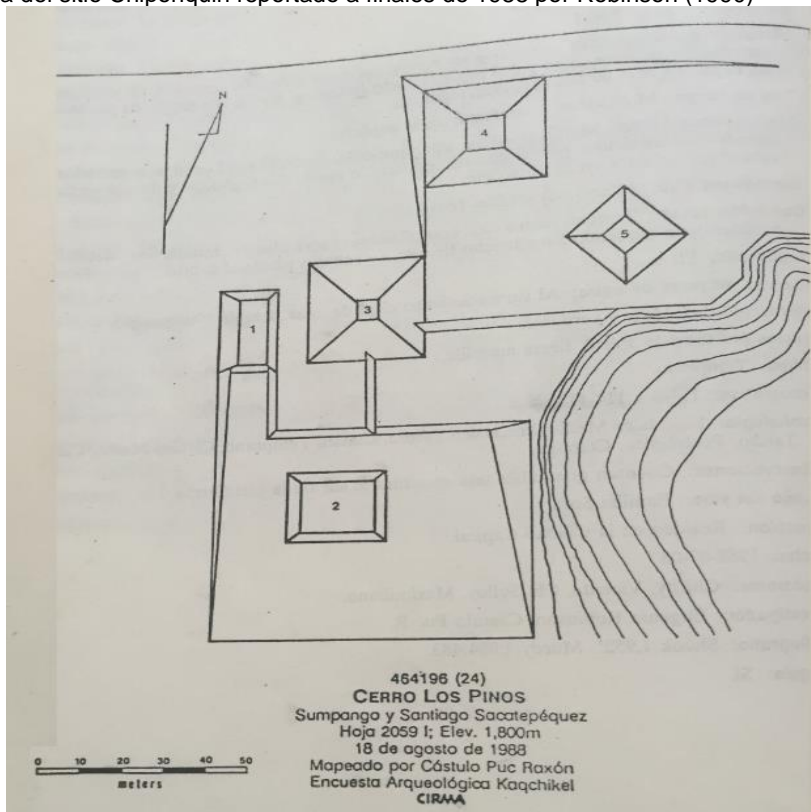
Fotografía X-7 Áreas periféricas del punto marcado como Sitio Arqueológico Chiponquin, no se localizó materiales arqueológicos (Foto A. Rivas)



Fuente: Foto A. Rivas

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Figura X-7 Mapa del sitio Chiponquin reportado a finales de 1988 por Robinson (1990)



Fuente: IDAEH

Figura X-8 Ubicación del sitio Los Pinos, con respecto al trazo de las líneas de transmisión



Fuente: Trabajo documental, TRECSA, 2015



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

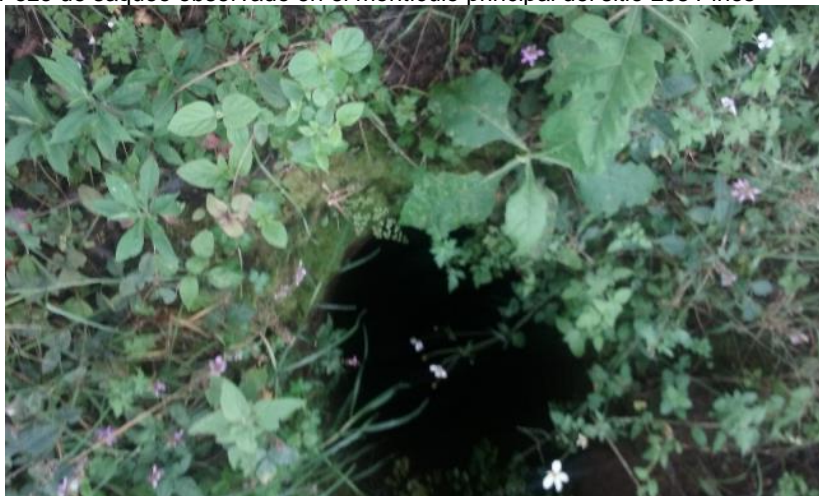
---

Fotografía X-8 Vista de montículo principal del sitio Los Pinos



Fuente: Foto H. Mejía

Fotografía X-9 Pozo de saqueo observado en el montículo principal del sitio Los Pinos



Fuente: Foto H. Mejía

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Fotografía X-10 Vista hacia el este de la plataforma de nivelación, sitio Los Pinos



Fuente: Foto H. Mejía

Fotografía X-11 Vista hacia el oeste de plataforma de nivelación, sitio Los Pinos



Fuente: Foto H. Mejía

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

Fotografía X-12 Vista hacia norte del sitio arqueológico Los Pinos



Fuente: Foto H. Mejía

Otro de los lugares visitados, aunque no se encuentra directamente en el área de influencia, es el sitio de San Roberto, el cual ha sido referido desde los primeros trabajos de E. Shook a finales de la década de los 1940.

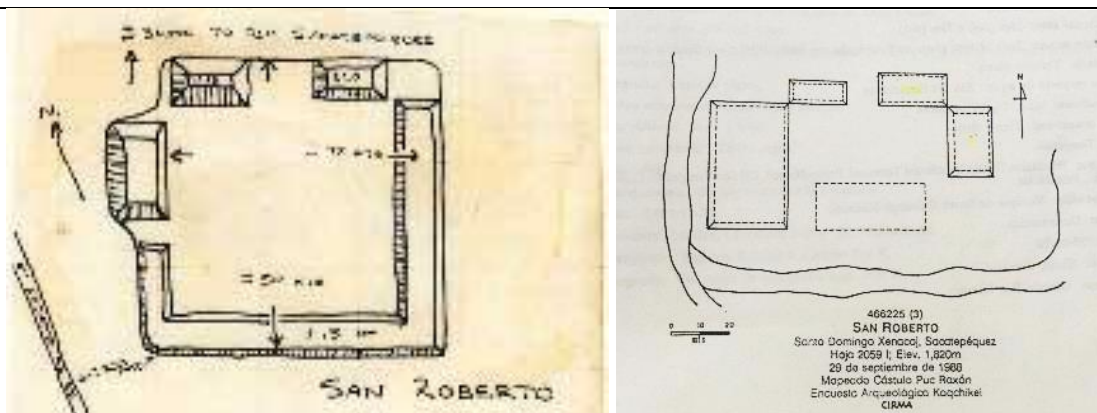
El sitio está registrado en las coordenadas geográficas 14°39'59.68"N y 90°42'37.21"O, se realizaron múltiples inspecciones al área para lograr identificarlo, sin lograr establecer su posición, en algunas zonas fueron observados materiales arqueológicos sin restos de construcción. Es de resaltar que los reportes de Shook indican la presencia de un grupo de patrón cerrado, posiblemente con un patio hundido y montículos de considerable altura. El sitio fue visitado nuevamente a finales de 1988 por Robinson (1990), identificando los montículos descritos por Shook, en esa oportunidad se realizó un mapa.

Luego de haber recorrido el área y sin tener ningún resultado, es posible considerar tres alternativas, la primera sería que el sitio fue destruido por la construcción de viviendas cercanas al punto de referencia o bien fue destruido por efectos del avance agrícola. En ambas situaciones debieran de haber quedado algún tipo de evidencia. La tercera opción y a nuestro criterio es la más factible, consiste en que la coordenada del sitio esté situada a varios kilómetros a la redonda del área. De acuerdo a la experiencia observada en otros sitios de la base de datos, consideramos que es lo más factible.

Figura X-9 Izquierda: Croquis levantado por Shook en 1947 del sitio San Roberto. Derecha: mapa realizado por Robinson (1990)



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*



Fuente: IDAEH

Fotografía X-13 Vista del lugar que debiera ocupar el sitio de San Roberto



Fuente: Foto D. del Cid

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

Fotografía X-14 Materiales arqueológicos identificados en el área referida para el sitio San Roberto



Fuente: Foto D. del Cid

Otros puntos de interés fueron localizados entre las coordenadas geográficas 14°39'46.9"N y 90°42'32.7"O y 14°40'02.8"N y 90°42'23.3"O, al norte del sitio de la Torre 2, Línea Las Cruces – Palestina, allí fueron observados gran variedad de materiales arqueológicos, principalmente cerámica, sin embargo esta área se localiza fuera del área de influencia directa del paso de la línea, pero es un indicativo de la cantidad de materiales arqueológicos.

Fotografía X-15 Vistas de las áreas referidas y la presencia de materiales arqueológicos



Fuente: Foto A. Rivas

Al sur del área en las cercanías de la Torre 18, Línea Las Cruces-Palestina, coordenadas geográficas 14°36'19.79"N y 90°41'54.67"O fueron identificados varios restos arqueológico en superficie. Lo cual nos indica una significativa población prehispánica en el área.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

Fotografía X-16 Vistas de las áreas referidas y la presencia de materiales arqueológicos



Fuente: Foto D. del Cid

Las líneas de transmisión culminan hacia el norte en el predio donde será construida la Sub Estación de Energía denominada como Las Cruces. El predio tiene una longitud de 225 m (en su eje norte a sur) y 100 m en su eje este a oeste. Actualmente se encuentra cubierto por cultivo de café, por lo que existen muchos árboles de segundo crecimiento. El polígono se delimita por las coordenadas:

- Esquina Noroeste 14°39'37.89"N y 90°42'8.36"O
- Esquina Noreste 14°39'37.03"N y 90°42'4.47"O
- Esquina Suroeste 14°39'31.38"N y 90°42'9.79"O
- Esquina Sureste 14°39'30.83"N y 90°42'6.23"O

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Fotografía X-17 Ubicación del predio donde será construida la Sub Estación de Energía Las Cruces.



Gran parte del terreno está cubierta por vegetación baja, por lo que ha sido difícil establecer la presencia de evidencia arqueológica significativa. Sin embargo los recorridos realizados identificaron muchos fragmentos de obsidiana y en menor cantidad fragmentos de cerámica.

De acuerdo a las referencia disponibles, no se localiza ningún sitio arqueológico registrado en la zona, sin embargo durante los trabajos de la construcción del anillo metropolitano, el cual pasa a la orilla de la sub estación, mostró la presencia de una significativa ocupación prehispánica.

Fotografía X-18 Vista del predio de la Sub Estación de Energía de Las Cruces



Fuente: Foto D. del Cid

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

Fotografía X-19 Vista del predio de la Sub Estación de Energía de Las Cruces



Fuente: Foto D. del Cid

Fotografía X-20 Materiales arqueológicos observados en el predio de la Sub Estación de Energía de Las Cruces



Fuente: Foto D. del Cid).



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Fotografía X-21 Materiales arqueológicos observados en el predio de la Sub Estación de Energía de Las Cruces



Fuente: Foto D. del Cid

### **10.9.2 Consideraciones Generales**

Luego del recorrido del trazo propuesto para las Líneas Palestina-Las Cruces del Lote A y Guate Sur-Las Cruces, del Lote F, se ha establecido la dimensión de la evidencia arqueológica ubicada en el área "buffer" del presente proyecto. De acuerdo a las bases de datos existentes, solo dos sitios arqueológicos han sido asociados al paso del proyecto, estos son los sitios de Chiponquin y Los Pinos. Mientras que otros ocho se ubican en la periferia.

Solo en el caso del sitio arqueológico de Los Pinos se ubica en el paso de la Línea Palestina-Las Cruces, específicamente en el sitio de la Torre 8, por lo que se considera necesario mover la torre hacia el extremo norte y además hay que establecer un proyecto de registro y rescate arqueológico en dicho sitio.

Varias zonas con evidencia arqueológica han sido registradas durante el paso de las líneas de transmisión, no se estableció la magnitud de los hallazgos, por lo que será necesario contar con la supervisión de un arqueólogo durante la fase de construcción de las torres de transmisión, para actuar ante cualquier hallazgo fortuito que se tenga.

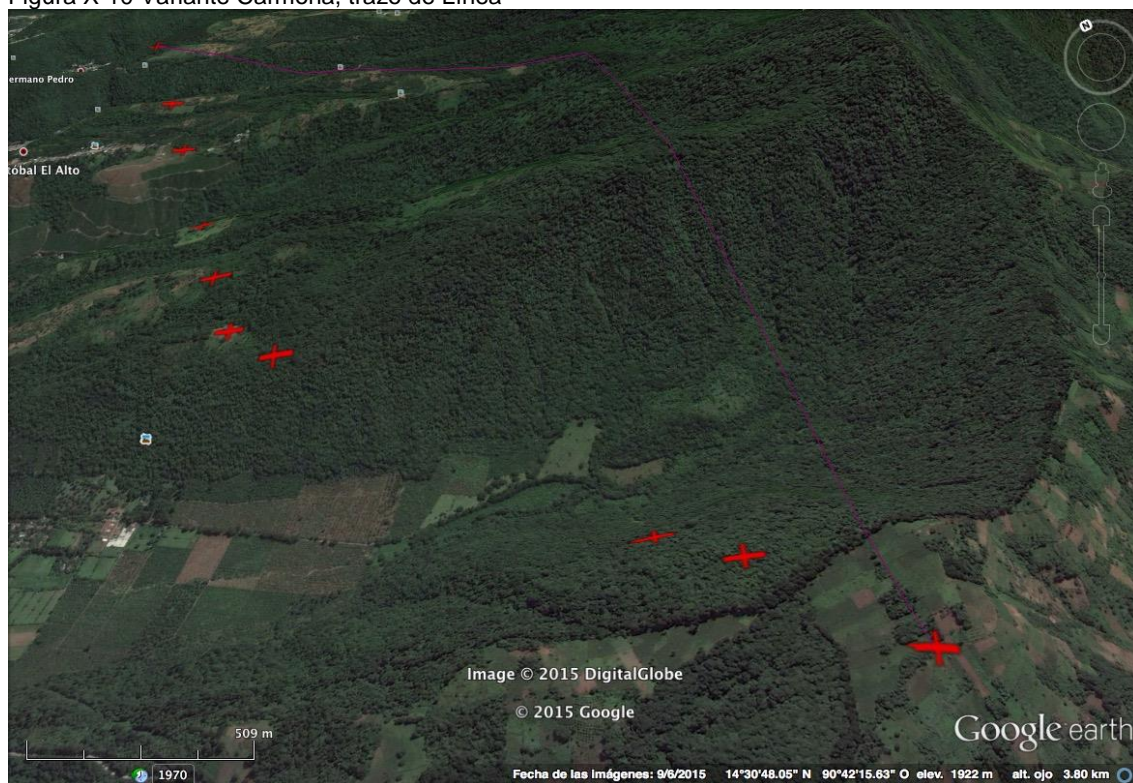
En lo que respecta al área de la sub estación de energía, será necesario evaluar la posibilidad de realizar un proyecto de rescate, previo a la fase de construcción. Y así establecer o descartar la presencia de un asentamiento prehispánico en el área.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

### 10.9.3 Verificación arqueológica Variante Carmona, Segmento Sur

La Variante comprende las comunidades de, San Cristóbal el Alto, San Cristóbal el Bajo, Comunidad Hermano Pedro, localizadas en el municipio de Sacatepéquez. La supervisión de la variante consto con puntos y vértices los cuales fueron recorridos por medio de una caminata sobre el eje de la línea verificando puntos de interés.

Figura X-10 Variante Carmona, trazo de Línea



Durante el recorrido se llevó a cabo la inspección arqueológica donde fueron localizadas evidencias de restos de cerámica y la obsidiana.

#### Puntos de Interés:

##### Punto 1

Coordenadas N 14°31'58.6  
W 90°42'06.46

Se localizó material cerámico abundante cerca de un posible sitio de torre.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Fotografía X-22 Material cerámico en Superficie



Fuente: Foto. D. Del Cid

Fotografía X-23 Elevación en el terreno, posible un montículo



Fuente: Foto. D. Del Cid

Punto 2

Coordenadas N 14°32'09.46

W 90°42'05.54

Abundante material cerámico con decoración en área de cultivo.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

Fotografía X-24 Material cerámico en superficie



Fuente: Foto. D. Del Cid

Fotografía X-25 Material cerámico en Superficie



Fuente: Foto. D. Del Cid

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

Fotografía X-26 Área de cultivo donde se localizó material arqueológico en superficie



Fuente: Foto. D. Del Cid

Fotografía X-27 Material cerámico en Superficie



Fuente: Foto. D. Del Cid



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

Punto 3

Coordenadas N 14°32'21.20

W 90°42'16.39

Material cerámico y lítico en superficie.

Fotografía X-28 Material cerámico en Superficie



Fuente: Foto. D. Del Cid

Fotografía X-29 Material cerámico en Superficie.



Fig. Foto. D. Del Cid

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

Fotografía X-30 Material cerámico en Superficie



Fuente: Foto. D. Del Cid

Punto 4

Coordenadas N 14°32'32.99

W 90°42'26.54

Material cerámica en superficie.

Fotografía X-31 Material cerámico en Superficie



Fuente: Foto. D. Del Cid



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

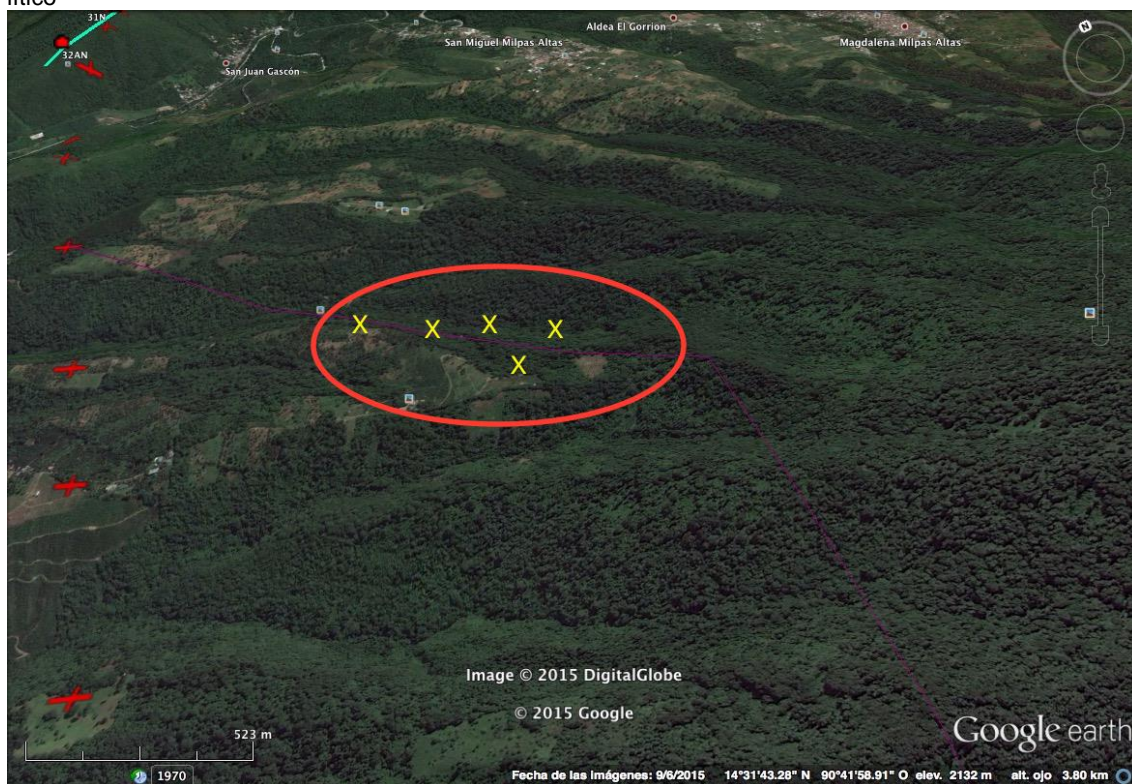
---

Fotografía X-32 Material cerámico en Superficie



Fuente: Foto. D. Del Cid

Fotografía X-33 Área en rojo con material cerámico en superficie, puntos en amarillo material cerámico y lítico



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

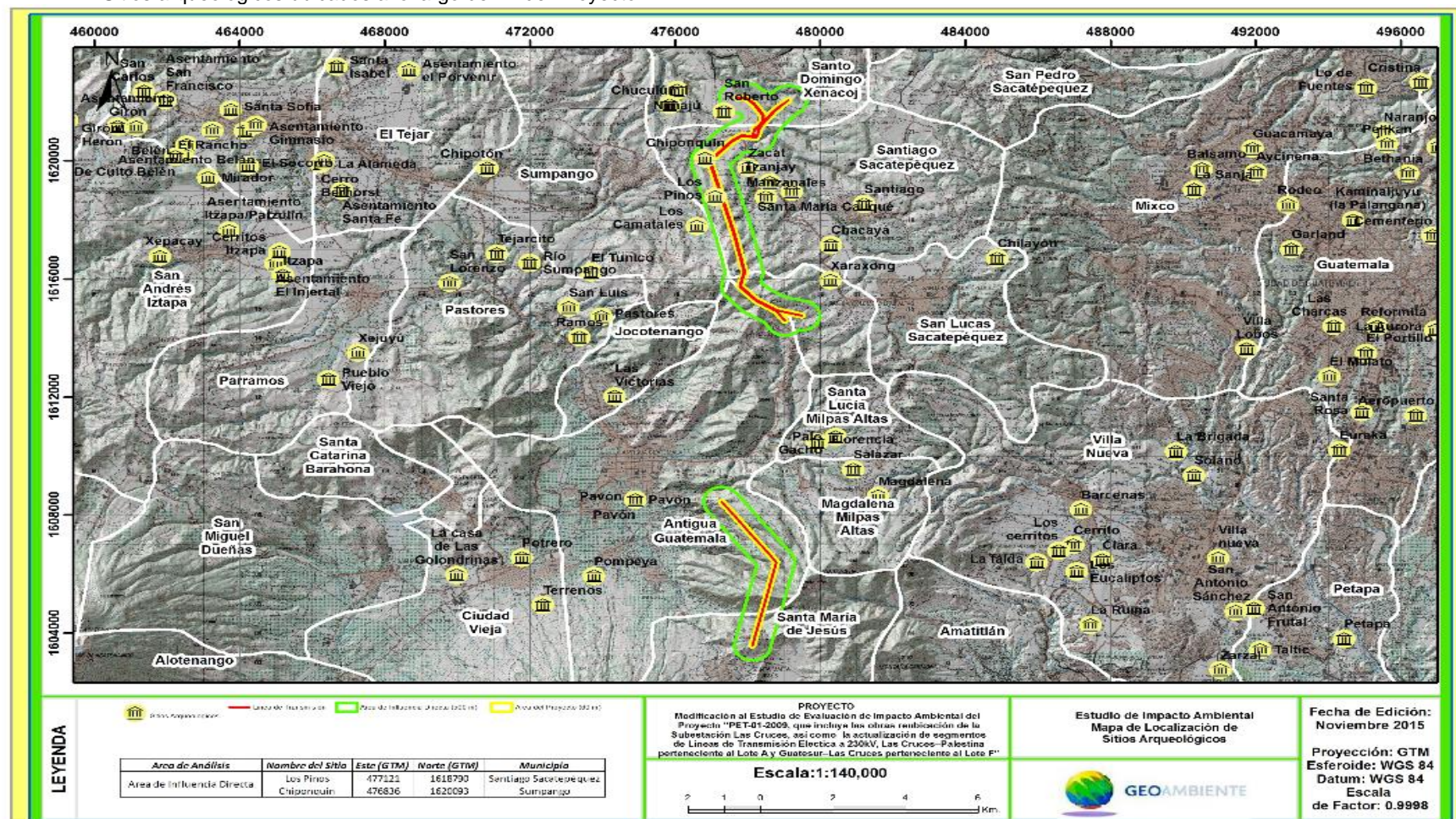
**Recomendaciones:**

- ❖ Se recomienda en áreas donde fue encontrado material cerámico y lítico excavaciones arqueológicas por los pocos registros e información de sitios arqueológicos en la zona.
- ❖ Supervisión arqueológica de las bases de cada una de las torres, previa al desarrollo de las actividades de excavación y durante la excavación.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces-Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur-Las Cruces perteneciente al Lote F"*

MAPA X-1 Sitios arqueológicos ubicados a lo largo del AI del Proyecto



Fuente: IDAEH, Elaboración Geoambiente

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

## **10.9 ÁREAS SOCIALMENTE SENSIBLES Y VULNERABLES**

Durante el estudio y desarrollo del proceso de participación pública, no se identificó ningún tipo de conflicto, ni área socialmente sensible ni vulnerable ante la realización del Proyecto de Línea de Transmisión eléctrica y subestación Las Cruces.

## **XI. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS**

### **11.1 ALTERNATIVAS SELECCIONADA**

Derivado del proceso de análisis para la selección de la actualización de los lotes A y F en los segmentos Las Cruces-Palestina para el Lote A y Guate Sur-Las Cruces para el Lote F y la modificación de la ubicación de la subestación Las Cruces, se concluyó que la mejor opción para el desarrollo de la misma, es la alternativa planteada en este estudio con base en los aspectos de carácter técnico, ambiental y social. .

Particularmente importante para este análisis que derivó en este proyecto de actualización de dichos segmentos y subestación las Cruces fue la interrelación de los diferentes criterios de selección, ya que algunos de ellos, en lo individual no implican grandes diferencias para la toma de decisión sobre la alternativa seleccionada. Sin embargo, en su conjunto y evaluándolas de manera integral, se pudo concluir en la actualmente seleccionada.

Con base en el estudio Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008-2018, la ruta propuesta por la empresa TRECSA tiene un mejor y mayor impacto eléctrico en la red de transporte que el trazo propuesto por la Comisión Nacional de Energía. Con relación a la ocupación de la servidumbre de paso y por infraestructura a desarrollar, la ruta, en estos segmentos va prácticamente paralela para los dos segmentos, minimizando de esa manera más intervención de la necesaria y evitando el paso por asentamientos humanos principalmente, áreas protegidas y vestigios arqueológicos ya declarados en el registro de IDAEH. En general, buena parte de la actualización del trazo para los dos segmentos se ubica en tierras de cultivo, en un 69 %, incluyendo las áreas dedicadas al cultivo de café. La nueva Subestación Las Cruces tiene un uso agrícola, para cultivo de café en un 100%.

Los aspectos más relevantes que, desde el punto de vista ambiental y social incidieron en la selección de la opción de la actualización propuesta en este estudio para los segmentos indicados y para la subestación, fueron principalmente los siguientes:

1. Escasa población a lo largo de la SDP; lo cual redundó en la prevención de impactos derivados de la construcción (ruido y polvo) y se mitigarán considerablemente otros como tránsito vehicular, riesgo de accidentes, presencia de personas ajenas, etc.
2. Tenencia de la tierra de carácter privado y un número reducido de propietarios; lo cual además que facilita la adquisición de los derechos de vía, ayuda a prevenir ciertos impactos derivados del restringido acceso a la SDP, tales como:
  - a. Riesgo de crecimiento desordenado por la apertura de la SDP.
  - b. Riesgo de mayor presión sobre los recursos naturales relacionados al literal a.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

3. Uso actual del suelo en el trazo de la SDP, de los alrededores y accesos. Por un lado, los usos del suelo que en la actualidad predominan en el área son compatibles con el cambio de uso del suelo ocasionado por la instalación de infraestructura de transmisión eléctrica, dado que en su mayor parte es agrícola. Adicionalmente a ello, la disponibilidad de accesos existentes que requieren mínimo reacondicionamiento, favorecen la logística de las actividades constructivas y operativas, así como su economía.

En general, los resultados de los principales elementos comparativos que soportaron la opción de la alternativa preferida para la actualización planteada se muestran en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Cuadro XI-1 Resumen de Selección de la Alternativa para la Actualización de los Segmentos de los Lotes A y F, y Subestación Las Cruces

Aspectos a considerar	Criterios de calificación	Justificación para la Selección
Acceso a líneas de interconexión de alto voltaje, aprovechando ruta paralela, Lote A y F en segmentos a actualizar (Las Cruces-Palestina, Lote A y Guate Sur-Las Cruces, Lote F).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad disponible para la interconexión.</li> <li>- Acceso a la adquisición de derechos de vía.</li> <li>- Camino de acceso a la subestación ya desarrollado por el anillo de circulación de la Planta San Gabriel de Cementos Progreso.</li> <li>- Facilidades de logística y mantenimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejores condiciones técnicas para el desarrollo de los trabajos de interconexión.</li> <li>- Mejores condiciones para la adquisición de terreno para la subestación y para la actualización planteada de los segmentos de los lotes A y F.</li> <li>- Mejores condiciones para desarrollos futuros de interconexión.</li> </ul>
Disponibilidad de aprovechar servidumbres de paso en paralelo por los dos lotes en esos segmentos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costo de la infraestructura de la línea de transmisión</li> <li>- Infraestructura y accesos existentes</li> <li>- Compatibilidad con uso de la tierra, particularmente agrícola.</li> <li>- Tenencia de la tierra y menor número de propietarios con los que hay que negociarlos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimización de costos para el desarrollo de logística infraestructura por SDP paralelo en los dos segmentos previstos.</li> <li>- Presencia de un menor número de asentamientos humanos y población dispersa.</li> </ul>
Presencia de centros de población	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proximidad a asentamientos humanos y áreas pobladas</li> <li>- Limitaciones de ruta del SDP por presencia de población.</li> <li>- Costos de reasentamientos, si fuera el caso.</li> <li>- Disponibilidad de acceso</li> <li>- Actitud de las poblaciones hacia la presencia de este tipo de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menores impactos socioeconómicos y culturales.</li> <li>- Menores costos de negociación de derechos de paso y daños a cultivos, dado el prevaeciente uso de la tierra agrícola.</li> <li>- Menores riesgos a la salud humana por exposición a polvo, ruido, etc.</li> <li>- Menor riesgo de accidentes</li> </ul>

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Aspectos a considerar	Criterios de calificación	Justificación para la Selección
	<p>infraestructura</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Receptores potenciales a impactos de ruido, calidad del aire, campos electromagnéticos, etc.</li> <li>- Generación de impactos sociales, económicos y culturales significativos</li> </ul>	<p>durante la construcción y operación del sistema porque el trazo se ubica en fincas y parcelas privadas y en zonas con población muy dispersa.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor aceptación de los proyectos de transmisión por parte de la población aledaña.</li> </ul>
Uso de la tierra compatible con uso para infraestructura eléctrica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia de cobertura vegetal alta (bosque, plantaciones de árboles forestales, frutales, etc.)</li> <li>- Porcentaje de tierras en actividades de uso intensivo agrícola (hortalizas, viveros, cultivos de subsistencia, etc.)</li> <li>- Uso ganadero</li> <li>- Uso agroindustrial</li> <li>- Uso forestal</li> <li>- Uso residencial</li> <li>- Líneas de transmisión existentes</li> <li>- Poblaciones</li> </ul>	<p>El área ofrece mejores condiciones de compatibilidad con la servidumbre de paso, ya que es una zona con mayor porcentaje de tierra dedicada a cultivos de subsistencia maíz, frijol café, hortalizas, viveros, etc., lo cual corresponde a un 69% y un 31 % tiene cobertura forestal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dado que el porcentaje uso del suelo para cultivos como maíz y frijol es menor, ello reduce también el riesgo de incendio en época de roza.</li> <li>- Menores costos de adquisición de SDP por la combinación de uso del suelo.</li> <li>- Facilidad de acceso al SDP por los caminos de las fincas y parcelas, así como por el circuito de circulación de la Planta San Gabriel, particularmente para el área de la subestación Las Cruces.</li> </ul>
Condiciones ecológicas, áreas protegidas y ecosistemas frágiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia de ecosistemas frágiles y áreas protegidas</li> <li>- Condición de intervención del ecosistema por otros usos del suelo.</li> <li>- Menor presión sobre los recursos naturales existentes (agua, suelo, ecología).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No hay presencia de ecosistemas frágiles, áreas protegidas en el trazo de la SDP y de la subestación Las Cruces que pudieran ser intervenidos.</li> <li>- Existe un menor impacto acumulativo en la presión sobre los recursos naturales, dado la composición dispersa de la población y al uso agrícola predominante.</li> <li>- Uso de infraestructura de comunicación existente para el</li> </ul>

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Aspectos a considerar	Criterios de calificación	Justificación para la Selección
		<p>acceso al servicio de servidumbre de paso con menores impactos a la cobertura vegetal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menor corte de vegetación dado que la mayor parte del SDP que atraviesa áreas agrícolas. Y de vegetación baja; lo cual implica impactos menores sobre la vegetación, hábitat terrestre, así como una mayor conservación de suelo y la integridad del recurso hídrico.</li> <li>- Menores costos de descombre y corte de vegetación.</li> <li>- Menores costos de mantenimiento del SDP.</li> <li>- Menores costos en la adquisición del SDP.</li> </ul>
Conservación de suelos y morfología y uso de recurso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conservación del suelo</li> <li>- Menor volumen de movimiento de tierras.</li> <li>- Mejor sustrato y suelo para la obra civil y anclaje de las estructuras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dado el menor volumen de corte, esto promoverá una mejor conservación del suelo, menores impactos derivados de procesos erosivos.</li> </ul>
Presencia de patrimonio arqueológico y paisaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia y Protección de recursos arqueológicos</li> <li>- Integración al paisaje del SDP y subestación y valores estéticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocimiento arqueológico previo identificando sitios cercanos a la SDP.</li> <li>- Confirmación de que la SDP no atraviesa sitios arqueológicos de superficie.</li> <li>- Componentes de integración al paisaje modificado como consecuencia de la presencia de infraestructura de este tipo.</li> <li>- Menor distorsión de los elementos estéticos derivado de menor saturación de infraestructura de transmisión.</li> <li>- Mayor posibilidad de modificar el trazo del SDP en caso se ubiquen sitios arqueológicos en subsuelo, durante el seguimiento durante las excavaciones en la fase</li> </ul>

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Aspectos a considerar	Criterios de calificación	Justificación para la Selección constructiva.
Accesos, logística, suministro de materiales y recursos naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponibilidad de accesos existentes al SDP</li> <li>- Facilidad para el tren de suministro de materiales.</li> <li>- Disponibilidad de recurso hídrico para las obras de construcción</li> <li>- Disponibilidad de bancos de materiales comercialmente autorizados para abastecer de materiales de construcción.</li> <li>- Disponibilidad de contratación de servicios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceso a abastecimiento de agua para los propósitos de la obra civil.</li> <li>- Disponibilidad de accesos al SDP y menor gasto en el reacondicionamiento de las secciones que así lo requieran por el uso actual del terreno.</li> <li>- Buena disponibilidad de los propietarios para permitir el acceso.</li> <li>- Impactos menores hacia la cobertura vegetal, vida silvestre, recursos hídricos por el aprovechamiento de la infraestructura y logística existente.</li> </ul>
Costos de desarrollo del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Longitud de la línea de transmisión</li> <li>- Adquisición de la SDP</li> <li>- Estructuras y tendido</li> <li>- Adquisición de terreno para la interconexión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menores costos en ruta por optimización de SDP paralelo de los segmentos a actualizar.</li> <li>- Menores costos de SDP</li> <li>- Menores costos de ingeniería y construcción</li> </ul>

## 11.2 ALTERNATIVA DE LA NO ACCIÓN

La alternativa de "No Acción" consiste fundamentalmente en no llevar a cabo el Proyecto y no se consideró ya que el país enfrenta severas limitaciones energéticas principalmente en lo que se refiere al transporte, ya que actualmente el Sistema Nacional Interconectado, SIN, opera en forma anillada y por este motivo, el Gobierno de Guatemala decidió convocar a la "Licitación Abierta PET-1-2009" a través de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, CNEE. Por lo tanto, completar la construcción y montaje los Lotes A y F que forman parte del Proyecto PET-01-2009, es prioritario para el país.

## **XII. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

Se define la evaluación de la **"Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"**, como la determinación de los efectos y cambios en los aspectos físicoquímicos, biológicos, socioeconómicos y culturales del medio ambiente social y natural producto del conjunto de actividades que comprenden el desarrollo de las fases del Proyecto citado. El proceso de evaluación, consideró, por lo tanto, los impactos generados durante las fases de Pre diseño, Diseño, Construcción, Operación y Abandono del proyecto de la actualización de los segmentos indicados y la modificación a la ubicación de la Subestación Las Cruces, sobre los componentes ambientales y sociales presentes en el área de influencia del mismo.

El propósito de la evaluación de impactos tiene como objetivo identificar las medidas de manejo ambiental y social, así como los programas específicos que deben ejecutarse para cada fase. A continuación se listan las actividades que, potencialmente, pueden generar impactos y/o provocar un efecto acumulativo a los presentes.

### ▪ **Fase de Construcción:**

- **Segmentos Las Cruces- Palestina y Guate Sur – Las Cruces (6 meses)**
  - **Subestación Las Cruces ( 12 meses)**
1. Estudios Preliminares: Topografía, estudios de suelos, diseño de ingeniería, EIA, etc.
  2. Adquisición de los derechos de vía de la línea de transmisión
  3. Adquisición de los terrenos donde se desarrollarán las subestaciones de interconexión y las ampliaciones en la subestación existente.
  4. Demanda de servicios y de mano de obra
  5. Movilización de personal y suministro de materiales y equipos
  6. Apertura del Derecho de Vía: Corte de vegetación (Descombre y limpieza del SDP)
  7. Acondicionamiento de accesos existentes y de estructuras de cruce de ríos
  8. Movimiento de tierras
    - a. Excavaciones, nivelación y compactación en SDP
    - b. Cortes, nivelación y compactación en terreno de ampliación de la subestación
  9. Construcción línea de transmisión: Obra Civil, montaje e instalación de línea de transmisión:
    - a. Estructuras, cableado, sistemas de protección.
  10. Construcción de la subestación



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- a. Movimiento de tierras, obra civil, estructuras, montaje de sistemas y equipos, sistemas de protección, cuarto de control, instalaciones auxiliares, etc. montaje de instalaciones auxiliares, sistemas y equipos de la línea de transmisión y subestación.
  11. Manejo de desechos de la construcción e instalación: subestaciones y línea de transmisión.
  12. Desmovilización
  13. Pruebas
- **Fase de Operación (>50 años)**
1. Operación comercial del sistema de interconexión eléctrica
  2. Mantenimiento del sistema:
    - a. Mantenimiento del derecho de vía de la línea de transmisión:
      - i. Disposición de desechos (vegetación)
    - b. Inspección y mantenimiento del sistema de interconexión:
      - i. Subestaciones
      - ii. Línea de transmisión
  3. Demanda de servicios y mano de obra

Los componentes o receptores que podrían verse afectados por las actividades del Proyecto incluyen:

**Cuadro XII-1** Componentes Ambientales y Sociales Potencialmente Afectados por las Actividades del Proyecto (Receptores Potenciales) en las distintas fases de ejecución del Proyecto

Componentes físicos	Componentes biológicos	Receptores socioculturales
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calidad de aire ambiente(material particulado)</li> <li>- Nivel de ruido y vibraciones</li> <li>- Cuerpo hídrico superficial</li> <li>- Suelos y geomorfología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vegetación               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Forestal</li> <li>o Galería</li> <li>o Sotobosque</li> </ul> </li> <li>- Fauna               <ul style="list-style-type: none"> <li>o terrestre</li> <li>o Avifauna</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salud Humana:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Trabajadores</li> </ul> </li> <li>- Uso de la tierra</li> <li>- Asentamientos humanos y servicios               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Empleo local</li> <li>o Transporte y comunicaciones</li> <li>o Tránsito vehicular en accesos internos de fincas rústicas</li> </ul> </li> <li>- Asentamientos cercanos al SDP</li> <li>- Sociocultural:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Patrimonio Cultural: vestigios arqueológicos</li> <li>o Paisaje</li> </ul> </li> <li>- Economía:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Integración al proyecto de Expansión del sistema de transporte para mejorar la distribución de energía PET-01-2009.</li> </ul> </li> </ul>

## **12.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS**

### **12.1.1 Criterios de Selección de la Metodología de Evaluación de Impactos**

La metodología de evaluación de impactos ambientales y sociales potenciales tomó como principio los siguientes criterios:

1. Asegurar el cumplimiento de las regulaciones locales e internacionales vigentes y aplicables para Proyectos de transmisión de energía eléctrica.
2. Proveer una adecuada y comprensiva cobertura de la relevancia de los impactos potenciales de carácter ambiental, social, económico y cultural.
3. Distinguir entre impactos significativos y no significativos.
4. Distinguir entre impactos positivos y negativos, de largo y corto plazo, reversibles e irreversibles.
5. Identificar impactos secundarios, directos e indirectos y brindar criterios para la identificación de efectos acumulativos y/o residuales.
6. Calificar la sensibilidad de los receptores de los impactos potenciales identificados y la severidad de la consecuencia.
7. Determinar la diferencia de valoración de los impactos potenciales sin medidas de mitigación y con mitigación.
8. Proporcionar criterios para la determinación de las medidas de mitigación adicionales a las ya propuestas por el Proyecto para la mitigación de los impactos residuales
9. Proporcionar los lineamientos y aspectos relevantes a considerar para definir un Plan de Gestión Ambiental (PGA) adecuado.

Para la calificación de impactos potenciales, se utilizó una variante del sistema de Matriz de Interacción de actividades y componentes ambientales. Este método facilitó la integración del análisis; adicionó las relaciones causa y efecto; así como la identificación de los impactos indirectos, acumulativos y residuales potenciales. Derivado de lo cual, se facilitó el desarrollo de un Plan de Manejo Ambiental integral para el desarrollo del Proyecto en sus distintas fases.

### **12.1.2. Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental<sup>4</sup>**

La metodología que se describe a continuación, resume el enfoque integrado de la valoración de impactos ambientales y sociales con el fin de identificarlos, evaluarlos y proponer las medidas de mitigación necesarias para reducir los efectos negativos y de promover los efectos positivos de las acciones del Proyecto de actualización planteado.

---

<sup>4</sup> Metodología Matriz de Leopold Modificada. (Environmental Resources Management).

### 12.1.2.1. Definiciones

#### ▪ Impacto

Impacto es cualquier cambio originado en un recurso o receptor debido a la ejecución de una acción o componente de un Proyecto u obra.

#### ▪ Receptores

Los "receptores" son componentes específicos de un ecosistema dentro del área de influencia del Proyecto que reaccionan ante un Proyecto o se ven influenciados o afectados por él. Los receptores incluyen no solo componentes ambientales sino también son grupos sociales (población) o individuos que se ven afectados directamente por la acción del Proyecto en las diferentes fases de su desarrollo.

#### ▪ Evaluación de Impactos

En general, la evaluación de impactos se define sencillamente como el proceso de identificar las consecuencias futuras de una acción propuesta.<sup>5</sup> Sobre este concepto general, a continuación se presentan las definiciones sobre la naturaleza de los impactos que permitan desarrollar la metodología para la evaluación de las consecuencias derivadas de las actividades del Proyecto propuesto. Véase Cuadro XII-2

Cuadro XII-2 Definiciones de Naturaleza y Tipo de Impacto

Término	Definición
Naturaleza del impacto	
Positivo	Impacto considerado como una mejora sobre la línea base o que introduce un cambio positivo al entorno.
Negativo	Impacto considerado como un cambio adverso sobre la línea base o que introduce al entorno un factor nuevo no deseable.
Tipo de impacto	
Directo	Impactos que resultan de una interacción directa entre una actividad u obra para el Proyecto y un componente del medio ambiente; constituyéndose en un receptor de la acción.
Indirecto	Impactos que derivan de otras actividades no relacionadas directamente al Proyecto o de la afectación de otras variables ambientales que fomentan su ocurrencia como consecuencia del Proyecto.
Acumulativo	Impactos que actúan conjuntamente con otros impactos (incluidas las actividades concurrentes o planificadas a futuro por terceras partes) y afectan los mismos recursos y/o receptores que el Proyecto.
Residual	Impactos que persisten con menor severidad y sensibilidad para el receptor, después de haber implementado las medidas de mitigación. Estos impactos requerirán de la implementación de medidas de control y seguimiento.

<sup>5</sup> IAIA (International Association of Impact Assessment)

### **12.1.2.2. Objetivos de la Evaluación de Impactos Potenciales y su Mitigación**

Los objetivos de la evaluación y mitigación de impactos son los siguientes:

- Identificar y evaluar la magnitud e importancia de los potenciales impactos sobre los receptores y recursos definidos, de acuerdo a los criterios de evaluación determinados.
- Desarrollar y describir las medidas que se adoptarán para evitar, minimizar o mitigar/compensar cualquier potencial efecto adverso.
- Comunicar la importancia de los impactos residuales que permanecen tras la mitigación/compensación.

### **12.1.2.3. Proceso de Evaluación de Impactos**

Como ya se mencionó, la evaluación de impactos es el desarrollo de un proceso que incluye los siguientes pasos:

1. **Caracterización de la línea base y descripción de las condiciones existentes.** Previo al desarrollo del Proyecto, obra o industria y previo a que se genere cualquier efecto se debe tener una apreciación comprensiva sobre el entorno ambiental y social del área donde se desarrollará el Proyecto, incluyendo de su área de influencia.
2. **Identificación de las fuentes de generación de los posibles impactos potenciales** y los impactos en sí causados por cualquier componente o actividad del Proyecto.
3. **Calificación y valoración de los impactos potenciales sin medidas de mitigación** o medidas que refuercen el carácter benéfico de los impactos positivos. La metodología para la calificación y valoración de la significancia de los impactos se explica en secciones siguientes (véase Sección 12.1.2.4.).
4. **Propuesta de las medidas de mitigación** para reducir la magnitud e importancia de los impactos potenciales de carácter adverso y la propuesta de las medidas que refuercen la magnitud e importancia de aquellos impactos con carácter benéfico.
5. **Calificación y valoración de los impactos con medidas de mitigación**, a fin de predecir el efecto de la mitigación para calificar la magnitud e importancia de los impactos residuales.
6. **Propuesta y desarrollo de un Plan de Gestión Ambiental** para asegurar la factibilidad ambiental y social del Proyecto, a través de la implementación efectiva de las medidas de mitigación y mejoramiento.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

#### **12.1.2.4. Calificación de Impactos**

Para la aplicación de los criterios de calificación y valoración de impactos, es necesario establecer el *significado* del impacto en sí. De ello deriva que los impactos se consideren significativos o no.

- *Impacto No Significativo* se entiende como el impacto que por su naturaleza, carácter, baja importancia y magnitud no tiene efecto en la componente evaluada, directa o indirectamente; o bien pueden ser los impactos de baja sensibilidad y severidad de carácter residual, posterior a haber aplicado las medidas de mitigación correspondientes.
- *Impacto Significativo* se entiende de aquel impacto que, por su naturaleza, carácter, magnitud e importancia, su ocurrencia, de acuerdo al equipo evaluador, implica cambios que deben ser tomados en cuenta en el proceso de identificación de medidas de mitigación, en el proceso de toma de decisiones y en las condiciones de consentimiento (entidades normativas y grupos de interés).

Para definir el significado de los impactos, se tomarán en cuenta los siguientes factores:

- *La sensibilidad* del receptor/recurso para cambiar la capacidad de adaptación al cambio y mantener la calidad de vida. En el Cuadro 12.3, se muestran los criterios de calificación.
- *La severidad* del impacto, mide la importancia de las consecuencias del cambio, considerando la duración (temporalidad), la extensión, la probabilidad de ocurrencia, la frecuencia y la reversibilidad del cambio. En el Cuadro 12.4, se muestran los criterios de valoración.

Aunque la noción de severidad de un impacto sugiere un carácter negativo, el proceso de EIA se propone también evaluar los impactos positivos o beneficiosos que puedan derivar del desarrollo del Proyecto.

Derivado de lo anterior, la calificación o valoración del significado de los impactos se establecerá a través de la aplicación del siguiente proceso:

##### **1. Calificación de la Sensibilidad del Recurso y el Receptor:**

Se calificará como alta, media y baja, según los criterios que se muestran en el Cuadro XII-3.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro XII-3 Criterios Genéricos de Sensibilidad

Bajo	Medio	Alto
<b>MEDIO AMBIENTE</b>		
El impacto actúa sobre el medio ambiente en tal forma que las funciones y procesos naturales no se ven afectados.	El medio ambiente se ve alterado pero las funciones y procesos naturales se recuperarán también naturalmente, aunque con ciertos cambios.	Las funciones o procesos naturales se ven alterados hasta el grado en que cesen permanentemente o deban ser recuperados por intervención directa del ser humano.
<b>SOCIOECONOMÍA</b>		
Los afectados son capaces de adaptarse con relativa facilidad y mantienen sus formas de sustento de vida previas al impacto.  No considerado una preocupación para los actores (stakeholders).	Los afectados pueden adaptarse con cierta dificultad y mantienen sus medios de sustento de vida previos al impacto, pero solo con cierto grado de apoyo Considerado una preocupación para los actores.	Los afectados no pueden adaptarse a los cambios ni mantener sus formas de sustento de vida previas al impacto.  Considerado una preocupación de alta prioridad para los actores.
<b>SALUD</b>		
Los afectados pueden adaptarse a los impactos sobre la salud y mantienen sus niveles de bienestar previos al impacto.  No considerado una preocupación para los actores.	Los afectados pueden adaptarse a los impactos sobre la salud pero con cierta dificultad, y mantienen sus niveles de bienestar previos al impacto solo con cierto grado de apoyo Considerado una preocupación para los actores.	Los afectados no pueden adaptarse a los impactos sobre la salud ni mantener sus niveles de bienestar previos al impacto.  Considerado una preocupación de alta prioridad para los actores.

## 2. Calificación de la Severidad del Impacto (magnitud e importancia del cambio)

La severidad del impacto se califica como "no significativa", baja, media o alta de acuerdo a los criterios que se muestran en el Cuadro XII-4.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

**Cuadro XII-4 Criterios de Calificación de la Severidad del Impacto**

Criterios	Explicación	Bajo	Medio/ Moderado	Alto
Duración	Período durante el cual puede percibirse un impacto y la naturaleza de dicho impacto en el tiempo (p.e., intermitente, repetitivo). El efecto del impacto en el tiempo también puede ser una función de la frecuencia (cuán a menudo ocurre un impacto).	Corto plazo < 1 año	Mediano plazo 1-6 años	Largo plazo > 6 años
Magnitud	El nivel de incidencia hasta el cual puede extenderse eventualmente el posible impacto (p.e., local, regional, nacional).	Pequeña: limitada; (aspectos sociales y de salud: nivel familiar/ nivel individual) (ambiental: restringido al sitio)	Mediana: local	Alta: se extiende a nivel regional, nacional o internacional
Probabilidad	Posibilidad de que el impacto se presente o no, es decir, la probabilidad de que el impacto identificado realmente tenga lugar. Se estima en base a la experiencia y/o la evidencia de que haya ocurrido anteriormente.	No se ha sabido de un evento en Proyectos del sector energético similares a este.	Ha ocurrido en Proyectos del sector energético similares a este.	Ha ocurrido en Proyectos del sector energético (o similares) en Guatemala
Frecuencia	Si el cambio/impacto asociado al Proyecto es esporádico, periódico o continuo.	Esporádico	Periódico	Continuo
Reversibilidad	Posibilidad de revertir el impacto.	Sin modificaciones	Reversible	Irreversible

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

### 3. Calificación del Significado del Impacto

El significado del impacto comprende la interacción de la severidad con la sensibilidad del recurso/receptor a los posibles cambios, tanto para los impactos adversos como para los considerados benéficos. En el

Cuadro XII-5 y Cuadro XII-6 se muestran los criterios para calificar el significado de los impactos.

Cuadro XII-5 Criterios de Significado de Impactos Benéficos o Positivos

Severidad del Impacto	Sensibilidad (del recurso/receptor)		
	Baja	Media	Alta
Alta	Moderada	Mayor	Mayor
Media	Menor	Moderada	Mayor
Baja	Menor	Menor	Moderada

Cuadro XII-6 Criterios de Significado para Impactos Adversos o Negativos

Severidad del Impacto	Sensibilidad (del recurso/receptor)		
	Baja	Media	Alta
Alta	Moderada	Mayor	Mayor
Media	Moderada	Moderada	Mayor
Baja	Menor	Menor	Moderada

Debe mencionarse que estas matrices actúan como una guía y pueden producirse situaciones en las que una aplicación rígida de las mismas resulte inapropiada. En esos casos, se proporciona, además de las matrices, una discusión descriptiva que brinde mayor información sobre la calificación de los impactos.

Para los fines de la presente evaluación, se han determinado cuatro niveles calificación del significado de los impactos; los cuales se describen en el Cuadro XII-7. Estas definiciones son aplicables tanto a los impactos adversos como benéficos.

Cuadro XII-7 Criterios de Definición del Significado de Impactos

Definiciones	
Impacto No Significativo	Impacto que por su naturaleza, carácter, baja importancia y magnitud no tiene efecto en la componente evaluada, directa o indirectamente; o bien pueden ser los impactos de baja sensibilidad y severidad de carácter residual, posterior a haber aplicado las medidas de mitigación correspondientes.
Impacto Menor	Un impacto de menor significado es aquel donde se experimentará un efecto, pero su magnitud es lo suficientemente baja (con o sin mitigación) y cabe dentro de los niveles aceptables y/o el receptor es de baja sensibilidad/valor.
	Un impacto de significado moderado es un impacto que se encuentra

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Definiciones	
Impacto Moderado	dentro de límites y estándares aceptados. Los impactos moderados pueden cubrir una amplia gama de posibilidades, desde un umbral por debajo del cual el impacto es menor, hasta un nivel que podría estar al borde de la infracción de las normas legales. Obviamente, diseñar una actividad de modo que sus efectos apenas puedan evitar quebrantar una ley y/o causar un impacto mayor, no es una buena práctica. Por tanto, en el caso de los impactos moderados, el énfasis está en demostrar que este se ha reducido a un nivel tan bajo como es factible. Esto no necesariamente significa que los impactos "moderados" tienen que ser reducidos a impactos "menores", sino que se están manejando en forma eficiente y efectiva.
Impacto Mayor	Un impacto de significado mayor es aquel en que se puede exceder un límite o estándar aceptado, o donde se causan impactos de gran magnitud a recursos/receptores de alto valor/sensibilidad. Una de las metas de un EIA es lograr una posición en la que el Proyecto no tenga impactos residuales mayores y, ciertamente, ninguno que perdure a largo plazo o se extienda sobre una superficie amplia; sin embargo, para algunos aspectos puede haber impactos residuales mayores aun después de que se han agotado todas las opciones de mitigación posibles (es decir, después de que se han reducido a un nivel tan bajo como es factible). Como ejemplo podríamos referirnos al impacto visual de una instalación. En estos casos, es función de las autoridades normativas y los grupos de interés, sopesar los factores negativos con respecto a los factores positivos (tales como generación de empleos) al tomar una decisión sobre un Proyecto.

#### **12.1.2.5. Mitigación de los Impactos Ambientales y Socioeconómicos**

El proceso de la evaluación de impactos se centra en los impactos potenciales considerados como los más importantes. El Proyecto puede incorporar medidas de mitigación para evitar, controlar, reducir y/o compensar los impactos que se generen. En el Cuadro XII-8 y Cuadro XII-10, se presenta la evaluación de impactos ambientales y Sociales potenciales por fase de ejecución del Proyecto y se describen las medidas de mitigación de impactos, así como en la *Sección 12.2*.

## **12.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES**

Los resultados del análisis de impactos ambientales se presentan en el Cuadro XII-8 y Cuadro XII-10, matriz de impactos ambientales y matriz de impactos sociales, respectivamente. Dicha evaluación incluye todas las fases de ejecución del Proyecto propuesto. Los resultados reflejan el análisis realizado tomando en consideración el significado de los impactos sin medidas de mitigación y con medidas de mitigación, concluyendo en la calificación de los impactos residuales.

Cuadro XII-8 Evaluación de Impactos Ambientales y Medidas de Mitigación del Proyecto

FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
I. FASE DE PRE-OPERACIÓN: PRE-CONSTRUCCIÓN Y CONSTRUCCIÓN									
II.									
Estudios Preliminares: -Topografía y Trazo del SDP, Estudios de Suelos, EIA	Este impacto se considera NO SIGNIFICATIVO por la naturaleza de la acción.								
Demanda de Servicios y Mano de Obra, movilización de personal	Calidad del aire	1A	Directo (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Los impactos a la calidad del aire derivarán de las emisiones fugitivas (polvo, material particulado PM10) derivadas de la movilización de trabajadores por los accesos al SDP</li><li>➤ Generación de emisiones (CO, NOx, SO2) de fuentes móviles (motores de maquinaria y camiones). Se considera que diariamente se trasladarán vehículos (pick ups, camiones y maquinaria).</li><li>➤ Los impactos se prevén temporales, localizados o tipo corredor, directos, reversibles, adversos, de baja magnitud, dado que la modalidad de trabajo será en cuadrillas distribuidas en varios frentes de trabajo.</li></ul>	Menor (severidad baja y sensibilidad baja)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Control de la velocidad</li><li>- Mantenimiento preventivo de los vehículos y maquinaria a utilizar durante la actividad.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Revisión De vehículos</li><li>- Movilización de personal en horario diurno.</li></ul>	No Significativo	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de Medidas de Mitigación</li><li>- Lineamientos de Seguridad Vial</li><li>- Lineamientos de monitoreo y seguimiento ambiental, etapa de construcción.</li></ul>
	Niveles de Ruido y Vibraciones	2A	Directo (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Incremento de los niveles de ruido durante la construcción de la subestación. Véase Descripción de Impactos de Ruido.</li><li>➤ Incremento de niveles de ruido para los receptores potenciales que se ubican cercanos a los accesos.</li><li>➤ Durante la etapa de construcción, los niveles de ruido podrán incrementarse como consecuencia de la operación de maquinaria y equipo dedicado a las actividades de obra civil y montaje.</li><li>➤ Los impactos se prevén temporales, directos, reversibles, adversos, de baja severidad y sensibilidad.</li></ul>	Menor (severidad baja y sensibilidad baja)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Monitoreo de Ruido Ambiental en sitios de construcción de subestaciones.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Revisión de los vehículos</li><li>- Movilización de personal en horarios diurnos.</li></ul>	No significativo	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de medidas de Mitigación</li><li>- Lineamientos para la Seguridad Vial</li><li>- Plan de Monitoreo Ambiental, etapa Construcción</li></ul>



FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
	Hídrico Superficial y calidad del agua	3A	Directo (-) Acumulativo	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Riesgo de que los trabajadores desechen basuras domésticas y/o desechos de construcción (mezclas de cemento, aguas aceitosas, restos de lubricantes, etc.) en los cuerpos de agua adyacentes al SDP.</li><li>➤ Riesgo de que la vegetación cortada sea dispuesta de tal manera que obstaculice el drenaje natural, arrastre por la escorrentía hacia los cuerpos de agua.</li><li>➤ Este tipo de impacto potencial se considera directo, adverso, temporal, de severidad media y media sensibilidad</li></ul>	Menor (severidad baja, sensibilidad baja)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Implementación de actividades de supervisión.</li><li>- Implementación de lineamientos de manejo de desechos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Implementación de inducción a los contratistas y sus cuadrillas de trabajo sobre el manejo de desechos.</li></ul>	No Significativo	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de Medidas de Mitigación</li><li>- Lineamientos de Manejo de Desechos</li><li>- Plan de Monitoreo Etapa de construcción</li><li>- Lineamientos de Educación Ambiental e inducción.</li></ul>
	Fauna	4A	Directo (-) Indirecto(-)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Alejamiento de la fauna terrestre por la presencia humana, ruido y otras molestias en los frentes de trabajo del y áreas de subestaciones. Las áreas se encuentran con un alto grado de intervención humana por la presencia de un desarrollo agrícola intensivo (minifundio, cultivos de subsistencia).</li><li>➤ A pesar de que el hábitat natural se encuentra severamente degradado, existe el riesgo de que se genere disminución de poblaciones localizadas de ciertas especies de fauna que regularmente son objeto de caza (conejos, iguanas, tortugas, etc.)por el potencial riesgo de que los trabajadores de la construcción realicen estas prácticas.</li><li>➤ Impactos indirectos sobre la fauna se pueden generar por la disposición de residuos sólidos en los cursos de agua.</li><li>➤ Los impactos se prevén temporales, directos,</li></ul>	Menor (severidad baja y sensibilidad media)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Inducción a contratistas por parte de TRECSA sobre las prácticas y prohibiciones específicas tendientes a proteger a la fauna silvestre y doméstica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Prohibición de la caza y pesca como condición de empleo.</li><li>- Implementación de lineamientos de manejo y disposición de desechos.</li></ul>	No Significativo	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de Medidas de Mitigación</li><li>- Lineamientos de Manejo de Desechos</li><li>- Lineamientos de Educación Ambiental e Inducción.</li></ul>

FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
				indirectos, localizados, reversibles, adversos y temporales.					
Suministro de Materiales y Equipos a SDP y Subestación	Calidad del aire	5A	Directo (-)	Modificación localizada y temporal de la calidad del aire por: ➤ Emisiones de fuentes móviles (camiones de carga) y fuentes fijas (generador portátil), incluyendo CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> . ➤ Los impactos se prevén temporales, directos, reversibles, localizados y adversos.	Menor (severidad baja y sensibilidad media)	- Control de la velocidad para reducir la generación de polvo. - Mantenimiento preventivo de los vehículos y maquinaria a utilizar durante la actividad. -	- Refiérase a la mitigación de los impactos 1A. - Cubrir con lona la carga a granel - No dar mantenimiento a vehículos en la ruta, con excepción de las emergencias que puedan suscitarse	No Significativo	- Lineamientos de Medidas de Mitigación - Lineamientos de Seguridad Vial - Plan de Monitoreo y Seguimiento Ambiental
	Ruido y Vibraciones	6A	Directo (-)	➤ Refiérase a 2E ➤ Estos impactos se prevén localizados, temporales, directos, adversos y reversibles, derivado de un tránsito vehicular (camiones con suministros y maquinaria, pick ups), con promedio de dos viajes diarios.	Menor (severidad baja y sensibilidad media)	- Refiérase a 2A	- Mantenimiento preventivo de los vehículos. - Movilización de suministro y equipos en horarios diurnos.	No Significativo	- Refiérase a 2A
	Hídrico Superficial y calidad del agua	7A	Directo (-)	➤ Riesgo de potencial contaminación del agua por la ocurrencia de derrames fortuitos de combustibles y otras sustancias y materiales debido a accidentes vehiculares, crecidas, así como por fugas y potencial disposición de desechos, etc. ➤ Turbiedad por el paso de vehículos en cursos de agua sin estructuras de cruce.	Menor (severidad baja, sensibilidad baja)		- Implementación de inducción a las cuadrillas de trabajo sobre el manejo de desechos. - Establecer el cumplimiento a las directrices de seguridad vial	No Significativo	- Lineamientos de Medidas de Mitigación - Lineamientos de Manejo de Desechos - Plan de Monitoreo Etapa de construcción - Lineamientos de Educación Ambiental e inducción
	Suelos y geomorfología	8A	Directo (-)	➤ Compactación de suelos por el paso de vehículos pesados. ➤ Potencial contaminación de los suelos por ocurrencia de derrames o regueros de combustibles provenientes de las unidades de transporte de materiales, maquinaria pesada y vehículos. ➤ Los impactos se prevén localizados, reversibles	Menor (severidad baja y baja sensibilidad)	- Implementación de supervisión a los contratistas por parte de TRECSA	- Mantenimiento preventivo de las unidades de transporte y maquinaria. - Cumplimiento a las medidas de seguridad vial - No reparar vehículos, maquinaria y equipos en los caminos de acceso, ni realizar cambios de aceites, lubricantes. - Inducción sobre seguridad vial, etc.	No Significativo	- Lineamientos de medidas de mitigación. - Lineamientos de educación ambiental e inducción - Lineamientos de manejo de desechos.

FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
				de baja magnitud y baja probabilidad.					
	Fauna terrestre/ acuática	9A	Directo (-) Indirecto (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Refiérase a 4A</li><li>➤ Alejamiento temporal de la fauna terrestre debido al transporte de materiales y equipos para la construcción del y subestaciones hasta las áreas donde se descargarán los materiales.</li><li>➤ Probabilidad de ocurrencia de accidentes en los caminos de acceso derivados de la falta de pasos dedicados a la fauna silvestre y doméstica;</li><li>➤ Los impactos se predicen localizados, directos, temporales, reversibles, de magnitud media.</li></ul>	Menor (severidad baja y sensibilidad baja)	- Refiérase a 4A	- Refiérase a 4A	No Significativo	- Refiérase a 4A
Apertura del: Corte de Vegetación en el trazo del y área de subestación	Calidad del aire	10A	Directo (-) Indirecto (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Incremento de los procesos erosivos por acción del viento por el corte de vegetación, particularmente de aquella de tipo forestal lo cual contribuirá a la generación de emisiones fugitivas de material particulado (PM10).</li><li>➤ Así también, se generará material particulado del transporte de la vegetación cortada hacia los sitios de disposición.</li><li>➤ Emisiones de CO, NOx y SO2 de fuentes móviles de maquinaria y equipo utilizado para la actividad de corte y descombre en las áreas que así lo requieran.</li><li>➤ Riesgo potencial de Emisiones de CO y NOx si se dispone de la vegetación cortada a través de su incineración.</li></ul>	Bajo a moderado (media severidad y sensibilidad baja)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Desarrollo de los Estudios de Cambio de Uso del Suelo (ECU) de acuerdo a los lineamientos de INAB.</li><li>- Implementación de normas de seguridad vial.</li><li>- Supervisión de seguridad industrial, salud y medio ambiente.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Planificación del corte de vegetación según el ECU que apruebe el INAB.</li><li>- Implementación de medidas de mitigación tendientes a reducir la práctica de corte de vegetación forestal, bosque de galería y de sotobosque:<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Corte de vegetación hacia adentro del DDV</li><li>➤ No disponer de la vegetación cortada por incineración.</li></ul></li><li>- Planificación del transporte para la disposición de la vegetación cortada.</li><li>- Mantenimiento en buen estado de la maquinaria, equipo, vehículos y transporte dedicado a esta actividad.</li></ul>	Menor	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de Manejo de Desechos</li><li>- Seguridad vial</li><li>- Medidas de mitigación.</li></ul>

FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
				➤ Estos impactos se prevén localizados, temporales, directos e indirectos, de baja severidad y sensibilidad.					
	Ruido y Vibraciones	11A	Directo (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Incremento en los niveles de ruido en el área de construcción de subestaciones.</li><li>➤ Los niveles de ruido podrían exceder los lineamientos establecidos en el sitio de la fuente. Sin embargo, existen barreras naturales y topográficas para facilitar la dispersión acústica, en la medida de lo posible.</li><li>➤ La actividad de transporte si tiene la potencialidad de provocar impactos potenciales, temporales a receptores potenciales ubicados en las cercanías de los accesos utilizados para ingresar al.</li><li>➤ Estos impactos se perciben temporales, directos, reversibles, localizados, de media magnitud y corta duración.</li></ul>	Moderado (severidad media y baja sensibilidad)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Refiérase a 2A y 10A</li><li>- Desarrollo del ECUT de acuerdo a los lineamientos de INAB.</li><li>- Criterio de selección del trazo bajo criterios de diseño</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Planificación del corte de vegetación y transporte en horarios diurnos.</li><li>- Mantenimiento en buen estado de la maquinaria, equipo, vehículos y transporte dedicado a esta</li></ul>	Menor	<ul style="list-style-type: none"><li>- Refiérase a 2A,</li></ul>
	Hídrico superficial y calidad del agua	12A	Directo (-) Indirecto(-)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Obstrucción del drenaje natural por la disposición de la vegetación en áreas a favor de la escorrentía.</li><li>➤ Impactos potenciales indirectos debido al arrastre de sedimentos a los cursos de agua que atraviesan el, provocando un incremento en la carga de sedimentos en suspensión, con el consecuente incremento en la turbidez del agua.</li><li>➤ Contaminación del agua por</li></ul>	Menor (Baja severidad y baja sensibilidad)		<ul style="list-style-type: none"><li>- No disponer de la vegetación cortada de tal manera que obstaculice el drenaje natural, riachuelos y quebradas.</li><li>- No cortar vegetación ribereña para evitar el arrastre de sedimentos al curso de agua.</li></ul>	No Significativo	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de medidas de mitigación</li><li>- Lineamientos de manejo de desechos</li></ul>

FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
				derrames fortuitos de combustibles y lubricantes provenientes de la maquinaria y equipos utilizados para el corte de vegetación y/o su transporte. ➤ Estos impactos se prevén temporales, directos, reversibles, localizados, adversos de media magnitud y alta probabilidad de ocurrencia.					
	Suelos y geomorfología	13A	Directo (-) Acumulativo	➤ Procesos erosivos derivados de la remoción de cobertura vegetal en las áreas de excavación construcción e instalación de las estructuras del Proyecto de interconexión eléctrica. ➤ Pérdida de la capa orgánica del suelo en el SDP donde se realicen las excavaciones y en el área de construcción de la ampliación de la subestación y subestaciones nuevas y por el acondicionamiento de accesos. ➤ Pérdida de las características físicas (micro drenaje, textura, etc.) del suelo y subsuelo por la compactación del terreno por el paso de maquinaria pesada. ➤ Cambios permanentes localizados en la geomorfología por el movimiento de tierras en la ampliación de la subestación y subestaciones nuevas y accesos. ➤ Posibilidad de contaminación al suelo en caso de ocurrir derrames fortuitos de combustibles y lubricantes provenientes de la maquinaria pesada. ➤ Estos impactos potenciales serán directos, permanentes, irreversibles en su mayoría,	Menor (severidad baja y sensibilidad baja)	- Criterio de selección del trazo del SDP de la línea de transmisión y ubicación de los terrenos para las subestaciones nuevas - Planificación del corte de vegetación. - Planificación de los trabajos de reacondicionamiento de accesos, instalación de estructuras de la línea de transmisión y ampliación de la subestación para minimizar el volumen de materiales a excavar.	- Diseñar estructuras de control de erosión y estabilización de taludes en los trabajos desarrollados en pendientes moderadas. - Mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo. - De preferencia no cortar vegetación ribereña para no perder suelos por erosión. - Establecer rutas de acceso específicas para ingresar al SDP.	No Significativo	- Lineamientos de Medidas de Mitigación - Seguridad Vial - Manejo de desechos.



FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
				localizados y adversos.					
	Vegetación (cobertura forestal y sotobosque)	14A	Directo (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ el ecosistema que ocupa la región donde se ubicará la SDP del Proyecto de actualización de los segmentos y la subestación Las Cruces, se encuentra severamente intervenido, por las actividades antropogénicas que allí se realizan (agricultura anual, café y cultivos permanentes herbáceos), 34% y vegetación de matorrales 35%. Aproximadamente el 69% del terreno, entre agricultura anual y matorrales se localiza en este tipo de condición, donde la cobertura vegetal primaria ha sido prácticamente sustituida. El área boscosa del SDP del proyecto comprende un 31%. Potencial pérdida permanente de cobertura forestal por la remoción de vegetación a lo largo del, en las áreas donde se instalarán las estructuras.</li><li>➤ No se prevé cambios significativos en las áreas ya intervenidas, dado que el uso de la tierra es de uso agrícola y matorrales, compatibles con la instalación de estructuras de transporte eléctrica.</li></ul>	<b>Moderado a Severo (severidad alta y sensibilidad media)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Criterio de selección del trazo de y subestaciones, aprovechando la infraestructura existente, según criterios de diseño</li><li>- Desarrollo del ECUT para aprobación de INAB</li><li>- Pago al fondo privativo del INAB como medida de compensación.</li><li>- Lineamientos de seguridad industrial y plan de contingencia</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Planificación de los trabajos para minimizar el volumen de corte de vegetación de acuerdo a lo autorizado por INAB.</li><li>- Descombrar hacia el interior del para reducir la afectación las áreas requeridas (cobertura forestal).</li><li>- Medidas de prevención de incendios forestales:<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Remoción de la vegetación cortada</li><li>➤ No incinerar la vegetación cortada.</li><li>➤ De ser posible, práctico y aplicable, programar el corte de vegetación en época en que no son frecuentes los incendios forestales o rozas</li><li>➤ No almacenar materiales y sustancias combustibles en el SDP.</li></ul></li></ul>	Moderada (severidad media y sensibilidad baja)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de Medidas de mitigación</li><li>- Recomendaciones de INAB con base en el ECU que se apruebe.</li><li>- Seguridad vial.</li></ul>

FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
				<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Potencial invasión de especies exóticas invasivas en el entorno natural.</li><li>➤ Mayor riesgo de que se generen incendios forestales por la presencia de vegetación cortada seca, sobre todo en los períodos de roza.</li><li>➤ Los impactos se prevén permanentes, directos, irreversibles, localizados y adversos.</li></ul>					
	Fauna terrestre Avifauna Fauna acuática	15A	Directo (-) Indirectos (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Riesgo de fragmentación y alteración de hábitats por el descombre de vegetación de sotobosque y arbórea; obstaculización de los patrones de locomoción por la pérdida de la cobertura vegetal y desplazamiento de la fauna por pérdida del hábitat.</li><li>➤ Pérdida de sitios de anidación y aperchamiento derivado de la remoción del bosque.</li><li>➤ Erradicación de la edafofauna presente en las áreas de excavación y construcción de obra civil.</li><li>➤ Alejamiento temporal de las especies por la presencia humana y por el incremento de los niveles de ruido de la maquinaria y equipo.</li><li>➤ Pérdida de hábitat para algunas especies asociadas a la vegetación ribereña si ésta es desbrozada o bien si se hace un mal manejo en la disposición de la vegetación cortada.</li><li>➤ Pérdida de fauna por actividades de caza que pudieran desarrollar los trabajadores.</li><li>➤ Pérdida de fauna por generación de incendios forestales derivados de la incineración de vegetación o</li></ul>	Bajo a moderado (severidad baja, sensibilidad baja)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Prohibición de caza y pesca.</li><li>- Planificación y delimitación de las áreas sujetas al movimiento de tierras para minimizar la pérdida del hábitat.</li><li>- Lineamientos de seguridad industrial y contingencia</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Prohibición de caza y pesca.</li><li>- Incluir en la inducción a los trabajadores charlas sobre educación ambiental sobre buenas prácticas de conservación y protección de los hábitats.</li><li>- Planificar el corte de vegetación de acuerdo a lo autorizado por INAB en el plan de aprovechamiento forestal.</li><li>- Implementación los lineamientos de manejo de desechos.</li><li>- Implementación de medidas de mitigación tendientes a:<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Minimizar corte de vegetación a lo establecido en el plan de aprovechamiento forestal aprobado por el INAB</li></ul></li></ul>	Menor (severidad baja y sensibilidad baja)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de medidas de mitigación</li><li>- Lineamientos de seguridad y de Contingencia</li><li>- Seguridad vial</li><li>- Charlas de educación ambiental e inducción</li><li>- Lineamientos de monitoreo biológico</li></ul>

FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
				mal manejo de la vegetación cortada. ➤ Los impactos se prevén permanentes, directos e indirectos, irreversibles, localizados y adversos, de alta probabilidad de ocurrencia.					
Apertura de la Servidumbre de Paso (SDP)	Calidad del aire, Ruido y vibraciones	16A	Directo (-) Acumulativo	➤ Emisiones fugitivas de material particulado por los trabajos de apertura del SDP que así lo requieran. ➤ Emisiones de fuentes móviles (maquinaria y equipo) de CO, NOx, SO <sub>2</sub> . ➤ Refiérase a 2A, 10A y 11A ➤ Los impactos de ruido derivarán únicamente del tránsito vehicular. ➤ Estos impactos son directos, adversos, localizados, temporales, de media magnitud y alta probabilidad de ocurrencia.	Bajo (severidad baja y baja sensibilidad)	- Refiérase a 2A, 10A y 11A - Selección de balasto	- Refiérase a 2A, 10 A y 11A	Menor	- Refiérase a 2A, 10A y 11A
	Hídrico superficial y calidad del agua	17A	Directo (-)	➤ Posible alteración de modelo hidrológico si se obstaculiza el drenaje natural por la construcción de obras. ➤ Refiérase a 12A	baja (baja severidad y baja sensibilidad)	- Refiérase a 12A	- Refiérase a 12A	No Significativo	- Refiérase a 12A
	Suelos y geomorfología	18A	Directo (-)	➤ Refiérase a 13A ➤ Los impactos potenciales al suelo y geomorfología son irreversibles, directos, adversos y permanentes. De ello deriva una mayor severidad y sensibilidad que para el 13A.	Bajo (baja severidad y media sensibilidad)	- Refiérase a 13A	- Refiérase a 13A	Menor a No Significativo	- Refiérase a 13A
	Vegetación y Fauna terrestre	19A	Directo (-) Acumulativo	➤ Remoción de cobertura vegetal. ➤ Alejamiento temporal de las especies de fauna ➤ Un efecto acumulativo relativo al incremento en la fragmentación de hábitats. ➤ Potencial afectación a la fauna en caso de un mal manejo de los desechos producto de las tareas de construcción.	Moderado (media severidad y media sensibilidad)	- Refiérase a 14A y 15A	- Refiérase a 14A y 15A	Menor	- Refiérase a 14A y 15A

FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
				<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Los impactos se prevén permanentes, directos, irreversibles, localizados y adversos. El significado de estos impactos es menor a la del 14A y 15A</li></ul>					
Movimiento de Tierras y Excavaciones, Construcción y Montaje de la Líneas de Transmisión, Variante A y F.	Calidad del Aire, Ruido y Vibraciones, Hídrico Superficial, Calidad del Agua, Suelos y Geomorfología y vegetación	20A	Refiérase a 16A a 19A	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Para la subestación el movimiento de tierras es mínimo y no existirá adecuación de accesos a estos sitios, ya que los predios están a la orilla de la carretera</li><li>➤ Los impactos derivados del movimiento de tierras por las excavaciones de las torres serán de carácter más localizado y de una menor temporalidad que aquellos definidos para el corte de vegetación. Para el área de la SDP estos impactos son tipo corredor y para la subestación es tipo parche. Cabe indicar que el área está completamente intervenida para uso agrícola principalmente.</li><li>➤ El agua a utilizar para las obras civiles, se obtendrá de sistemas de agua entubada disponible y se suministrará por medio de cisternas. En casos en los que no se pueda abastecer el agua de las formas mencionadas anteriormente, se recurrirá a las fuentes superficiales (ríos y quebradas locales) cercanas a los frentes de trabajo. Es necesario aclarar que por las características de este Proyecto, No se afectarán las fuentes de agua, pues la cantidad de agua que se requiere en cada uno de los sitios de torre es poco significativa y la calidad de la misma no se verá afectada.</li></ul>	Moderado (media severidad y baja sensibilidad)	- Refiérase a 16A a 19A	<ul style="list-style-type: none"><li>- Refiérase a 16A a 19A</li><li>- Permitir cultivos de bajo porte en el área libre entre torre y torre siempre y cuando no interfieran con las distancias de seguridad de la línea.</li><li>- Respetar el plan de aprovechamiento forestal, de conformidad con lo que establece la ley forestal y el reglamento de la ley forestal</li></ul>	Menor a No Significativos	Refiérase a 16A a 19A

FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
	Fauna terrestre /avifauna /fauna acuática	21A	Directo (-) Acumulativo	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Captura de especies por trabajadores (iguanas, aves, pequeños mamíferos, pesca, etc.).</li><li>➤ Riesgo potencial de afectar la fauna acuática en caso de desbrozar vegetación ribereña para el cruce de cursos de agua, instalación de torres, etc.</li><li>➤ Refiérase 19A</li></ul>	Moderado (severidad media y sensibilidad media)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Trazo, diseño y ubicación del sistema de transmisión.</li><li>- Refiérase 19A</li><li>- Socialización de caracterización biótica y capacitar al personal sobre la importancia de la protección y conservación de los recursos naturales</li></ul>	- Refiérase 19A	Menor	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de medidas de mitigación</li><li>- Refiérase 19A</li></ul>
Construcción y Montaje de de Subestación La Cruces	Calidad del aire Ruido y Vibraciones	22A	Directo (-) Acumulativo	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Refiérase a 2A</li><li>➤ Incremento de los niveles de ruido por las actividades de construcción y montaje, operación de maquinaria y equipos utilizados para la construcción</li><li>➤ Estos impactos son directos, adversos, localizados en el AI del sistema. Se consideran de baja severidad y sensibilidad dado que existen asentamientos humanos en la inmediata vecindad de la subestación.</li></ul>	Menor (baja severidad y baja sensibilidad)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Planificación de los trabajos de construcción y montaje en la subestación existente.</li><li>- Aplicación de Normas de diseño</li><li>- Refiérase a 2A</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mantenimiento en buen estado de la maquinaria, equipo, vehículos y transporte dedicado a esta actividad</li><li>- Refiérase a 2A, 10A</li></ul>	No Significativo	<ul style="list-style-type: none"><li>- Refiérase a 2A</li></ul>
	Suelos y Geomorfología	23A	Directo (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Pérdida del suelo orgánico derivado del movimiento de tierras (cortes y excavaciones).</li><li>➤ Alteración de la geomorfología del terreno donde se desarrollarán los trabajos de construcción.</li><li>➤ Pérdida de las características físicas de micro drenaje, textura, etc., a consecuencia de la compactación de tierra.</li><li>➤ Posibilidad de Contaminación al suelo en caso de ocurrir derrames fortuitos de combustibles y lubricantes provenientes de la maquinaria pesada</li></ul>	Menor (Severidad baja y sensibilidad media)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aplicación de normas de diseño</li></ul>	- Refiérase a 13A.	No significativo	<ul style="list-style-type: none"><li>- Refiérase a 13A</li></ul>



FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
Manejo de Desechos de la Construcción	Hídrico Superficial , calidad del agua	24A	Directo (-) Acumulativo	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ La generación de desechos tiene la potencialidad de generar impactos a los cuerpos hídricos superficiales por los que atraviesa la SDP, particularmente, derivados de la disposición de desechos sólidos de la construcción (tierra excavada, residuos de materiales de construcción, embalaje, restos metálicos, plásticos, herrajes etc., si son depositados en áreas cercanas a ellos.</li><li>➤ Generación de basura doméstica derivada de los trabajadores de la construcción</li><li>➤ Contaminación potencial por derrames de combustibles, lubricantes, aceites minerales directo al curso de agua.</li><li>➤ Riesgo de ocurrencia de accidentes en cruces de río en el transporte de desechos hacia los sitios de disposición; lo cual puede generar derrames fortuitos que produzcan contaminación puntual de los cursos de agua.</li><li>➤ Los impactos se prevén de tipo corredor o localizados, reversibles, temporales, de alta magnitud e importancia.</li><li>➤ Estos impactos se prevén tipo corredor, reversibles, acumulativos en aquellos cursos de agua donde hay contaminación por actividades antropogénicas, directos, adversos, temporales.</li></ul>	Bajo severidad menor y menor sensibilidad	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de manejo de desechos</li><li>- Supervisión de seguridad industrial, salud y medio ambiente.</li><li>- Planificación de las actividades de construcción, sitios de disposición de desechos sólidos y líquidos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- No disponer de basuras en el suelo, exceptuando el material de excavación.</li><li>- Seleccionar los sitios de almacenamiento temporal alejados de cualquier cuerpo de agua y en la dirección de la escorrentía.</li><li>- Seguridad vial:<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Transporte en horarios diurnos.</li></ul></li><li>- Lineamientos de Manejo de Desechos para reducir su generación y optimizar su disposición:<ul style="list-style-type: none"><li>- Segregación de residuos</li><li>- Establecimiento de una área de almacenamiento temporal</li><li>- Capacitación del personal en el manejo de desechos</li><li>- Almacenamiento y transporte en la medida de lo posible a rellenos sanitarios autorizados</li></ul></li></ul>	Menor a No Significativo	- Lineamientos de Manejo de Desechos
	Suelos y Geomorfología	25A	Directo (-) Acumulativo	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ La generación de desechos tiene la potencialidad de generar impactos a los suelos del particularmente, derivados de la disposición de desechos sólidos de la construcción (tierra excavada; residuos de materiales de construcción, embalaje, restos</li></ul>	Bajo Severidad menor y sensibilidad menor	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de manejo de desechos</li><li>- Supervisión de seguridad industrial, salud y medio ambiente.</li><li>- Refiérase a 13A</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Refiérase a 13A y 18A en lo aplicable</li><li>- Educación ambiental para promover las buenas prácticas en el manejo de los desechos.</li><li>- Monitoreo y seguimiento ambiental</li></ul>	- Menor	- Refiérase a 13A y 18A

FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
				<p>metálicos, plásticos, etc., alterando la estructura física y química de los suelos por lixiviación.</p> <p>➤ Riesgo de disposición de la basura doméstica derivada de los trabajadores de la construcción, provocando potencial alteración de la composición física y química del suelo.</p> <p>➤ Alteración química del suelo por lixiviación en áreas de almacenamiento temporal de desechos si éstos no son almacenados en áreas impermeabilizadas o protegidas del contacto directo con los suelos (desechos metálicos, contenedores, baterías, contenedores de lubricantes, aceites, sustancias químicas, combustibles, etc.).</p> <p>➤ Generación de suelos contaminados por derrames de combustibles, lubricantes, aceites ocasionados por derrames fortuitos.</p> <p>➤ Alteración de los suelos por la potencial disposición de basuras domésticas por los contratistas.</p> <p>➤ Riesgo de potencia contaminación por la ocurrencia de accidentes en el transporte de desechos a los sitios de disposición final.</p>					

FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
	Fauna Terrestre /acuática	26A	Directo (-) Indirectos (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se pueden producir impactos indirectos en la fauna acuática como resultado de cambios en la calidad fisicoquímica y biológica de los cuerpos de agua, por la disposición de desechos en drenajes naturales</li> <li>➤ Estos impactos potenciales se prevén localizados, tipo corredor, reversibles a irreversibles de alta magnitud e importancia, si no se implementan las medidas de prevención y mitigación correspondientes.</li> <li>➤ Los impactos son directos indirectos, reversibles, temporales, localizados, de severidad baja y sensibilidad media</li> </ul>	Menor Severidad baja y sensibilidad media	- Lineamientos de Manejo de Desechos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación de Lineamientos de manejo de desechos para su clasificación, tratamiento y disposición en sitios de subestación.</li> <li>- Prácticas Ambientales:</li> <li>- Disponer en los sitios temporales de trabajo, áreas adecuadas para el almacenamiento, para posteriormente disponerlas en sitios adecuados para tal fin.</li> <li>➤ Buenas prácticas de mantenimiento de las instalaciones dedicadas al manejo de desechos domésticos para evitar la generación de vectores.</li> <li>➤ Impermeabilización de áreas destinadas a almacenamiento temporal de desechos.</li> </ul>	Menor a No Significativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medidas de Mitigación</li> <li>- Lineamientos de Manejo de Desechos</li> <li>- Lineamientos de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional</li> <li>- Educación Ambiental e inducción</li> </ul>
Pruebas	Ruido y vibraciones	27A.	Directo (-) Acumulativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Incremento del ruido ambiental por el ruido que generan las líneas de transmisión y subestaciones (ruido de corona y ruido eólico). Normalmente el ruido de corona se acrecienta dependiendo cuando las condiciones de clima son lluviosas y con neblina. Los niveles de ruido se encuentran en el rango de 45-60 dBA.</li> <li>➤ Generación de impactos acumulativos derivados de la adición del ruido de corona y eólico al ruido ambiental a lo largo del SDP. Sin embargo, el SDP no pasa por áreas pobladas; por lo que los impactos se consideran menores a no significativos</li> </ul>	Menor a No Significativo Severidad baja y sensibilidad baja	- Aplicación de Normas de diseño Proyecto PET	- Lineamientos de seguridad industrial , salud y medio ambiente	Menor	- Lineamientos de Seguridad Industrial, Salud y Medio Ambiente
	Radiación No Ionizante: Campos Electromagnéticos (CEM's)	28A.	Directo (incierto) Acumulativo	➤ Generación de campos electromagnéticos en el AID (SDP) de la línea de transmisión y subestaciones derivado de la alta tensión. La frecuencia eléctrica de los CEM's es de 50-60 Hz; la cual es una frecuencia considera	Incierto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección de ruta de trazo de SDP de la línea de transmisión para evadir paso por poblaciones.</li> <li>- Aplicación de las Buenas Prácticas Internacionales de la</li> </ul>	- Control y monitoreo de CEM a lo largo de la línea de transmisión y subestaciones según acuerdo gubernativo No. 8-2011	Incierto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lineamientos de control y monitoreo</li> <li>- Lineamientos de seguridad industrial, salud y medio ambiente.</li> </ul>

FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
				extremadamente baja. No existen datos concretos que demuestren efectos nocivos a la salud.		Industria (GIIP)			
	Fauna: Avifauna	29A	Directo (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Riesgo de colisión de aves con las estructuras y cables de la línea de transmisión. Esto es particularmente letal para aves de gran envergadura como halcones, buitres, etc. De la misma manera, es un riesgo para los murciélagos, porque las líneas constituyen obstáculos en su desplazamiento aéreo.</li><li>➤ Este tipo de impacto es más significativo en áreas de rutas de migración, dado que particularmente estas aves viajan de noche o en condiciones de visibilidad reducida (niebla).</li></ul>	Moderado Severidad baja y sensibilidad alta	- Criterios de diseño para líneas de transmisión eléctrica	- Implementación de medidas de protección: <sup>6</sup> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Implementación de desviadores de vuelo de aves en corredores migratorios en caso se detecten colisiones mediante monitoreos realizados por TRECSA</li></ul>	Moderado a Menor	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de medidas de mitigación</li><li>- Control y Monitoreo componente biológico (indicadores)</li><li>- Mantenimiento e Inspección Periódico del sistema de interconexión.</li></ul>
	Salud Humana –Trabajadores Operativos del sistema	30A		<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Generación de campos electromagnéticos, CEM's. Los campos de corriente crean corrientes eléctricas débiles en los cuerpos de las personas y los animales que estén a distancias relativamente cortas (&lt;50 metros).</li></ul>	Incierto	- Implementación de las Normas de diseño	- Implementación de sistema de protección. - Implementación de normas de seguridad industrial y salud ocupacional - Control y monitoreo de CEM a lo largo de la línea de transmisión y subestaciones según acuerdo gubernativo número 8-2011	Incierto	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de control y monitoreo</li><li>- Lineamientos de seguridad industrial, salud y medio ambiente</li></ul>
III. FASE DE OPERACIÓN (+50 AÑOS)									
Operación Comercial del Sistema de Interconexión	Ruido y Vibraciones, y Fauna (aves y murciélagos)	31A	Acumulativos (ruido)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Refiérase a 27A, 28 y 29 A.</li><li>➤ Los impactos derivados de la operación del sistema para los componentes indicados</li></ul>	Menor a Moderado Severidad baja y sensibilidad	- Refiérase a 27A, 28A y 29 A.	- Refiérase a 27A, 28A y 29 A.	- Refiérase a 27A, 28A y 29 A.	- Refiérase a 27A, 28A y 29 A.

<sup>6</sup> IFC, Lineamientos para Líneas de Transmisión y Distribución de Electricidad. 2007

FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
			Directos (-) (aves, murciélagos)	tendrán la misma magnitud y tipo y carácter que aquellos identificados para el desarrollo de las pruebas. En todo caso, la temporalidad es la única variación, dado que en la fase de operación comercial, estos impactos son permanentes e irreversibles.	baja				
Mantenimiento del Sistema: - Inspección y mantenimiento del sistema eléctrico	Vegetación	32A	Directo (-) Acumulativo	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Corte periódico de la vegetación arbustiva de rápido crecimiento y arbórea a lo largo del de la línea de transmisión; lo cual contribuirá a mantener la disección del hábitat vegetal y por ende una modificación permanente e irreversible al hábitat terrestre. Sin embargo, la principal cobertura es de cultivos, así que el volumen de vegetación a cortar se reduce sustancialmente.</li><li>➤ Riesgo de que se propaguen especies invasivas.</li><li>➤ Riesgo de que se provoquen incendios forestales si no se remueve la vegetación cortada o se dispone de ella adecuadamente.</li></ul>	Baja Severidad baja y sensibilidad baja	- Programa de mantenimiento del y de inspección del sistema	- Descombrar hacia el interior del SDP para reducir la afectación las áreas requeridas (cobertura forestal) y realizar poda. - Medidas de prevención de incendios forestales: <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Remoción de la vegetación cortada</li><li>➤ No incinerar la vegetación cortada, a menos que sea una quema controlada en espacio abierto.</li><li>➤ De ser posible programar el corte de vegetación en época en que no son frecuentes los incendios forestales y rozas.</li><li>➤ No almacenar materiales y sustancias combustibles en el</li></ul>	Menor a No Significativo	- Lineamientos de Medidas de mitigación - Recomendaciones de INAB de acuerdo al ECUT que se apruebe. - Seguridad vial. - Plan de contingencia
	Fauna: Hábitat terrestre, acuático	33A	Directo (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Modificación del hábitat terrestre por el mantenimiento (corte de vegetación).</li><li>➤ Stress y alejamiento temporal de las especies en el período de mantenimiento.</li><li>➤ Riesgo que se provoquen incendios forestales si no se dispone adecuadamente de la vegetación cortada</li><li>➤ Como consecuencia de la ocurrencia de incendios, existe la probabilidad de afectación a la fauna.</li></ul>	Baja Severidad baja y sensibilidad media	- Planificación de actividades de mantenimiento - Plan de seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente. - Plan de contingencia para responder a incendios forestales.	- En lo posible evitar la erradicación de la vegetación ribereña. - Monitoreo biológico de especies indicadoras. - Utilizar vehículos y equipo en buen estado	Menor	- Monitoreo biológico de especies indicadoras - Plan de medidas de mitigación
Mano de Obra	Trabajadores - Salud humana	34A	Directo (incierto)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Generación de campos electromagnéticos, CEM's. Los campos de corriente crean corrientes eléctricas débiles en los cuerpos de las personas y los animales que estén a</li></ul>	Incierto	- Implementación de las Normas de diseño para Líneas y Subestaciones	- Implementación de normas de seguridad industrial y salud ocupacional - Control y monitoreo de CEM a lo largo de la línea de transmisión y subestaciones	Incierto	- Programa de control y monitoreo - Lineamientos de seguridad industrial, salud y medio ambiente



FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
				distancias relativamente cortas			según acuerdo gubernativo 8-2011		
IV. FASE DE ABANDONO DEL PROYECTO (++)50 AÑOS)7									
Desmantelamiento de la infraestructura	Calidad del aire, ruido y vibraciones, hídrico superficial, calidad del agua, suelos y geomorfología, vegetación y fauna	35A	Directos (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Refiérase a 1A a 4A; 20A a 24A y 2A</li><li>➤ Los impactos derivados de las tareas de desmontaje de las instalaciones de la línea de transmisión y construcción de las subestaciones son similares a aquellos identificados para la construcción y montaje de estas instalaciones, dado que se realizará el mismo nivel de intervención que afectará los mismos componentes ambientales. Sin embargo, es probable se realicen con menor cantidad de personal, por lo que, es de esperar que su severidad y sensibilidad sean menores.</li><li>➤ Se provocará alejamiento y stress de la fauna por la presencia de personal pero para las aves y murciélagos, los impactos generalmente serán positivos porque desaparecerá la alta probabilidad de ocurrencia de colisiones y electrocuciones.</li></ul>	Moderado Severidad baja y sensibilidad media	- Refiérase a 1A a 4A; 20A a 24A y 2A	- Refiérase a 1A a 4A; 20A a 24A y 2A	Menor	- Refiérase a 1A a 4A; 20A a 24A y 2A
Restauración y revegetación del SDP y área Subestación	Calidad del aire, ruido y vibraciones, hídrico superficial y calidad del agua	36A	Directo (-) Indirecto(-)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Debido al tránsito vehicular y operación de, se producirán emisiones fugitivas de material particulado y generación de emisiones de gases de combustión de fuentes móviles (vehículos, camiones, etc.). Estos impactos son temporales, de menor intensidad de aquellos definidos para la apertura de brecha del área de servidumbre y descombre de vegetación</li><li>➤ Es incierta la afectación a los</li></ul>	Moderado severidad media y sensibilidad media <div>Incierto para cuerpos hídricos superficiales, población.</div>	- Plan de Abandono y Restauración de áreas. - Plan de participación pública - Plan de seguridad vial	- Plan de medidas de mitigación a efecto de que se cumpla la normativa de referencia sobre niveles de ruido, en caso se ubiquen receptores potenciales a lo largo del SDP y de los accesos. <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Horarios diurnos de trabajo</li><li>➤ Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria</li></ul> - Refiérase 1A, 2A, 5A, 6A, 8A y 9A.	Menor <div>Incierto para cuerpos hídricos superficiales población,</div>	- Refiérase 1A, 2A, 5A, 6A, 8A y 9A.

FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
				<p>vecinos inmediatos (receptores), dado que no es posible establecer las condiciones del uso de la tierra de los alrededores al término de la vida útil del Proyecto (+50 años)</p> <p>➤ Incremento de los niveles de ruido por las actividades de desmantelamiento y extracción de estructuras de la SDP y de las subestaciones. Este impacto es incierto debido a la incertidumbre sobre posibles receptores en caso de que ocurrieran cambios de uso de la tierra que promuevan la urbanización del área inmediatamente vecina al SDP y accesos y existan dentro de más de 50 años asentamientos humanos a lo largo de la SDP.</p> <p>➤ Los impactos sobre el recurso hídrico superficial y la calidad del agua, también son inciertos dado que no es posible predecir si dentro de más de 30 años, existirán estructuras de cruce de ríos (puentes) que protejan la integridad de dichos cursos de agua.</p>					

FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
	Vegetación y fauna	37A	Directos (+) Indirectos(+) Acumulativos (+)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Se prevén impactos benéficos dado que la regeneración natural de las áreas que hayan sido intervenidas para propósitos de la operación del Proyecto de interconexión eléctrica promoverá una mejora en la cobertura vegetal del área, en caso ese sea el destino resultante de dichas áreas, promoviendo la generación de asociaciones de fauna y flora y la regeneración del hábitat terrestres, dado que se reducirá la fragmentación del mismo; propiciando la generación de asociaciones de fauna.</li><li>➤ También existe la incertidumbre de que ocurran estos impactos benéficos, ya que dependerá del uso del suelo dentro de más de 50 años, la ocupación de tierras por nuevos asentamientos humanos y urbanización de las fincas y del destino que los propietarios de las fincas deseen darle una vez concluya el contrato de uso de la SDP.</li></ul>	Mayor	<ul style="list-style-type: none"><li>- Restauración de áreas</li><li>- Compromisos según uso de derecho de vía con propietarios del SDP.</li></ul>		Mayor	<ul style="list-style-type: none"><li>- Plan de Abandono</li><li>- Plan de Restauración de Áreas</li></ul>
					Incierto para uso del suelo				
Disposición de Desechos	Hídrico superficial, calidad del agua y suelos	38A	Directos (-), acumulativos (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Refiérase a 24A y 25 A</li><li>➤ Los impactos potenciales se prevén de la misma naturaleza de aquellos definidos para la actividad de manejo de desechos durante la actividad de construcción del Proyecto.</li><li>➤ Para los suelos, el manejo de desechos durante la etapa de abandono supone la remediación de los pasivos ambientales que se hayan identificado, particularmente en el área de subestaciones.</li></ul>	Moderado Severidad media y sensibilidad media	<ul style="list-style-type: none"><li>- Plan de Abandono <sup>8</sup></li><li>- Plan de Manejo de Desechos</li></ul>	- Plan de Restauración	Menor	<ul style="list-style-type: none"><li>- Plan de Abandono</li><li>➤ Refiérase a 24A y 25 A</li><li>➤</li></ul>

<sup>8</sup> El Plan de Abandono para infraestructura de este tipo será la responsabilidad del ente administrador del servicio en ese momento, no es una actividad contractual de TRECSA.

FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
				➤ Por lo tanto, se prevé que estas tareas de remediación de suelos, como parte del manejo de desechos, implicarán impactos benéficos, directos, localizados de baja a media magnitud, dependiendo de la extensión de las áreas sujetas a remediación y de la magnitud de la misma.					
	Fauna terrestre / acuática	39A	Directo (-) indirecto (-)	➤ Derivado de la generación de desechos sólidos se pueden generar impactos directos a la fauna debido a su almacenamiento y disposición lo que podría generar la reproducción de vectores y plagas. ➤ Se pueden producir impactos indirectos en la fauna acuática como resultado de cambios en la calidad fisicoquímica y biológica de los cuerpos de agua, por la disposición de desechos en drenajes naturales ➤ Estos impactos potenciales se prevén localizados, tipo corredor, reversibles a irreversibles de alta magnitud e importancia, si no se implementan las medidas de prevención y mitigación correspondientes. ➤ Los impactos son directos indirectos, reversibles, temporales, localizados, de severidad baja y sensibilidad media	Menor Severidad baja y sensibilidad media	- Plan de Abandono - Refiérase a 26A	- Refiérase a 26A	No Significativo	- Refiérase a 26A - Plan de Abandono
Demanda de Servicios y Mano de Obra	Calidad del aire, ruido, suelos, fauna	40A	Directo (-) e indirectos (-)	➤ Los trabajos de restauración requerirá mano de obra para los diferentes trabajos de remoción de instalaciones, remediación y restauración de áreas, para la regeneración del ecosistema. ➤ Los impactos, sin proyectar	Menor Severidad media y sensibilidad media	- Plan Abandono de	- Refiérase a 1A a 4A	Menor	- Refiérase a 1A a 4A

FASE DEL PROYECTO/ACTIVIDAD	COMPONENTE/RECEPTOR	No. DE IMPACTO	NATURALEZA Y TIPO DE IMPACTO: Directo, Indirecto, Acumulativo, Positivo o Negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	LINEAMIENTOS DE MANEJO / MODULOS
				las condiciones socioeconómicas del área dentro de 50 años, la modalidad en la que efectuarán tales tareas se reconocen como inciertos, aunque se podría indicar que los mismos serán de moderada magnitud e importancia. ➤ Los impactos serán muy similares en naturaleza y tipo a aquellos identificados para la mano de obra y movilización para las actividades de construcción.					

NOTA: Los Lineamientos a que hace referencia este cuadro, corresponden a los Lineamientos de Gestión Ambiental contenidos en el capítulo XIII de este estudio, los cuales deben integrarse a los PGAs existentes, aprobados previamente por el MARN, por medio de Resoluciones 933-2011/DIGARN/ECM/cmus y 2090-2011/ECM/arg, correspondientes a los instrumentos ambientales originales de los Lotes A y F.



## **12.2.1 Resumen de los Impactos Ambientales Potenciales**

Los impactos derivados de las líneas de transmisión sobre los recursos naturales, sociales y culturales se incrementan en magnitud con la longitud de la línea. Como en todas las instalaciones de carácter linear, los impactos asociados ocurrirán a lo largo del AP y AID. Regularmente, la magnitud y significado de los impactos se incrementa proporcionalmente al voltaje de la línea, dado que normalmente se requieren de estructuras de soporte más robustas; lo cual implica derechos de vía más anchos, etc. Los impactos adversos de las líneas de transmisión son causados por la construcción, operación y el mantenimiento del sistema. De esa cuenta que las fuentes primarias de los impactos relacionados derivan principalmente de la apertura de brecha, corte de vegetación construcción e instalación de estructuras y montaje. Las actividades de mantenimiento del sistema implican el uso de métodos de control físico sobre la vegetación en la SDP (en este caso se aplicarán métodos físicos –chapeo periódico-) y la inspección periódica del sistema eléctrico y estructural. Los impactos asociados a este tipo de infraestructura derivan de la fragmentación de hábitats, reducción de la cobertura forestal, pérdida de asociaciones de fauna y flora, introducción de especies invasivas, etc. Sin embargo, debe indicarse que en este caso, la mayor parte del área la ocupan actividades antropogénicas (cultivos y ganadería) que han modificado el ecosistema; por lo que en estas áreas, el impacto al medio biofísico se considera de moderada a menor magnitud.

Desde el punto de vista positivo, el área de servidumbre es manejada adecuadamente puede beneficiar a la vida silvestre. Las áreas limpias de vegetación pueden proveer alimentación y sitios de anidamiento y pernocte en las estructuras.

Otros impactos asociados a este tipo de proyectos derivan de los cambios de uso de la tierra, particularmente el uso forestal y residencial, éste último en menor magnitud (dado que los conglomerados de población se encuentran fuera del AID del Proyecto, en su mayor parte. Otros usos como el ganadero y agrícola no se ven afectados.

Adicionalmente, en general, las áreas de servidumbre de paso y accesos son corredores que pueden abrir la oportunidad para el desarrollo de servicios, infraestructura y asentamientos humanos. Así también, las líneas de transmisión y sus estructuras tienen la potencialidad de generar impactos asociados a la navegación aérea y fumigación de cultivos; por lo que, deben tomarse medidas necesarias en el diseño como colocación de marcadores, etc., marcación de los trazos en las hojas topográficas, etc.

Con relación a los campos electromagnéticos (CEM's), debe indicarse que estos decrecen con la distancia desde las líneas de transmisión. La comunidad científica todavía no ha alcanzado ningún consenso respecto a los impactos que los CEM's pueden provocar en la salud humana y recursos biológicos. Sin embargo, se dará cumplimiento a lo establecido en el Acuerdo Gubernativo 8-2011 y sus reformas contenidas en el Acuerdo Gubernativo 313-2011.

Con fundamento en los resultados obtenidos en la Matriz de Calificación de Impactos, a continuación se presenta un resumen de la interacción entre las acciones de mayor impacto y las componentes más susceptibles de alteración en el medio ambiente natural y social de la zona de influencia del Proyecto.

### **12.2.1.1 Resumen de Impactos Potenciales, Fase de Pre-Operación (Construcción)**

Como pudo observarse de la descripción del entorno ecológico, el ecosistema que ocupa la región donde se ubicará la SDP del Proyecto de actualización de los segmentos y la subestación Las Cruces, se encuentra severamente intervenido, por las actividades antropogénicas que allí se realizan (agricultura anual, café y cultivos permanentes herbáceos), 34% y vegetación de matorrales 35%. Aproximadamente el 69% del terreno, entre agricultura anual y matorrales se localiza en este tipo de condición, donde la cobertura vegetal primaria ha sido prácticamente sustituida. El área boscosa del SDP del proyecto comprende un 31%.

Sin embargo, a pesar de tal condición de intervención, el corte de vegetación particularmente en la sección con cobertura boscosa generará impactos que se consideran de moderada severidad y sensibilidad en el 69% del SDP y de alta severidad y sensibilidad en el 31% del mismo, donde exista cobertura forestal, dado que implicará el corte de la vegetación arbórea y el corte de la vegetación arbustiva y/o de áreas de cultivo de café en las secciones donde se ubicarán las estructuras de los segmentos modificados de los lotes A y F. El área de la subestación Las Cruces, actualmente tiene un uso agrícola.

El volumen de la vegetación forestal cortada dependerá de la densidad que presente. La mayor parte son bosques secundarios, mixtos derivados de los procesos de regeneración natural de la cobertura vegetal. La densidad de corte será variable dependiendo del tipo de bosque, especies, etc. Esto se definirá en el Estudio de Cambio de Uso de la Tierra que se presente al INAB.

En general, esta actividad representa un impacto directo, irreversible durante la vida útil del Proyecto, tipo corredor que provocará otros impactos relacionados por la fragmentación de la cobertura vegetal (condición con efectos acumulativos para la región, debido al uso del suelo).

Adicionalmente, la acción de la apertura de la SDP y el corte de vegetación implicará la generación de impactos potenciales siguientes:

- **Calidad del aire:** por la generación de material particulado y emisiones de fuentes móviles derivado del tránsito vehicular, operación de maquinaria y equipos, así como emisiones fugitivas por acción de la erosión causada por el viento y escorrentía, en las áreas de construcción donde queden denudadas de cobertura vegetal para la instalación de las estructuras de la línea de transmisión y de la

subestación. Estos impactos se prevén de menor magnitud, dada la condición prácticamente deshabitada del AP (SDP).

- **Niveles de ruido:** por la acción, los niveles de ruido ambiental se incrementarán por el tránsito vehicular, presencia de trabajadores y operación de maquinaria y equipo. Sin embargo, debe indicarse que estos impactos se consideran menores a no significativos dado que a lo largo de la SDP no hay asentamientos humanos en el AP y los receptores más cercanos se encuentran a distancias mayores a los 200 m o más. En todo caso, el efecto será de tipo acumulativo por las otras actividades que se realizan en el AID del proyecto, como transporte terrestre por las vías de comunicación existentes.
- **Cuerpos hídricos superficiales y la calidad del agua:** los impactos a estos componentes derivarán de las actividades de tránsito vehicular, paso de maquinaria, potencial obstaculización del drenaje natural y del incremento de arrastre de sedimentos derivado del corte de la cobertura vegetal; generando mayor turbidez del agua, aporte de sedimentos, principalmente. Sin embargo, estos impactos se consideran de menor magnitud e intensidad.
- **Fauna:** los impactos sobre la fauna derivarán de la fragmentación de hábitats y su correspondiente modificación por el corte de vegetación en las pequeñas áreas boscosas por las que atraviesa el SDP. Adicionalmente, el corte de vegetación de áreas boscosas necesariamente implica la pérdida de fauna derivado de la afectación de sitios de anidación y aperchamiento de aves, fauna arborícola. Debe indicarse que para el presente caso, estos impactos son de menor relevancia, dado el uso agrícola intensivo del área donde se ubica el trazo.
- **Cambio de uso del suelo para infraestructura y modificaciones al paisaje,** como consecuencia de la apertura de la SDP, los impactos se prevén acumulativos dado que ya existe infraestructura de transmisión de energía en las áreas de los mismos lotes A y F, cuya modificación es objeto del presente estudio.

## **1. Movimiento de tierras y excavaciones.**

En cuanto a movimiento de tierras, esta acción se llevará a cabo en las áreas de construcción de la subestación Las Cruces y en las áreas donde se instalarán las torres de transmisión. No se tiene planificada la apertura de nuevos accesos. El movimiento de tierras incluye todos los trabajos relacionados con movimiento de suelos y subsuelo (remoción, excavaciones, nivelación y compactación) necesarios para cimentar las estructuras del Proyecto.

Por la naturaleza de las excavaciones, los impactos derivados de estas actividades se prevén directos, localizados, adversos, particularmente para el microdrenaje, la geomorfología en menor magnitud, aguas superficiales (acarreo de sedimentos), calidad del

aire (emisiones fugitivas y emisiones de fuentes móviles), niveles de ruido (incremento por la operación de la maquinaria y equipos), incremento de tránsito vehicular por los caminos rurales e internos de las propiedades, etc. Para la mayor parte de los componentes estos impactos son localizados, directos, en algunos casos son reversibles (niveles de ruido, calidad del agua), en otros son irreversibles (suelos, geomorfología, etc.); por lo que, en general, la sensibilidad y severidad deben considerarse moderadas a menores.

Con relación al componente cultural, existe la potencialidad de que puedan ocurrir impactos al patrimonio arqueológico como consecuencia de hallazgos fortuitos a lo largo del SDP. Para prevenir la ocurrencia de este tipo de impactos, se implementará la supervisión de arqueología a lo largo de toda la SDP, particularmente en las áreas de ubicación de las torres.

En síntesis, los impactos potenciales adversos asociados al movimiento de tierras y excavaciones; se pueden resumir de la siguiente manera:

- **Calidad del aire:** emisiones fugitivas de material particulado por la acción del viento (suspensión de partículas), asociadas a la fase constructiva por la operación y circulación del equipo y maquinaria. Generación de emisiones de fuentes móviles asociadas a la operación de la maquinaria y equipo, así como tránsito vehicular.
- **Ruido y vibraciones:** incremento de ruido derivado del tránsito, presencia de trabajadores y operación de maquinaria.
- **Cuerpos hídricos superficiales y calidad del agua:** potencial variación de las características físicas de los cuerpos de agua por el arrastre de sedimentos y potencial riesgo de contaminación por accidentes que provoquen derrames fortuitos de combustibles y otras sustancias y disposición de desechos.
- **Suelos y Geomorfología:** impactos derivados de la pérdida de suelo orgánico; erosión de suelos, cambios físicos (microdrenaje, texturas, etc.); alteración de geomorfología local y exposición de las superficies desnudadas a fenómenos erosivos y acumulación de materiales provenientes de las excavaciones, en las áreas de moderadas a altas pendientes.
- **Vegetación:** Reducción de la cobertura vegetal en las áreas sujetas a excavaciones y movimientos de tierra. Sin embargo, estos impactos se prevén de moderada importancia por el alto nivel de intervención por el uso agrícola (minifundio) y matorrales en el 69% del SDP y severo para el 31% que tiene cobertura boscosa.
- **Fauna:** potencial modificación del hábitat de manera puntual por el corte de vegetación principalmente del área boscosa (31%), así como la erradicación de la edafofauna en el área de la subestación y en los sitios donde se instalarán las torres de transmisión.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- 
- **Contaminación visual**, producto de la alteración del paisaje en los sitios de emplazamiento de las obras.
  - **Patrimonio Cultural:** potencial afectación a sitios arqueológicos cercanos al SDP, así como a aquellos derivados de hallazgos fortuitos a lo largo del AP.
  - **Impactos Benéficos:** La acción también implicará la ocurrencia de **impactos benéficos** relacionados al ámbito de servicios e infraestructura (Véase Evaluación del Impacto Social) por el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas y productivas del sector, relacionadas con las actividades comerciales y la prestación de servicios a nivel local y el mejoramiento del sistema de transmisión que indirectamente promoverá mayores oportunidades de desarrollo a nivel nacional y regional y por ende local.

## **2. Mano de obra y movilización de personal y suministros, Instalaciones, Campamentos temporales**

Para proyectos de esta naturaleza donde se involucra obra civil, las acciones iniciales de mayor impacto sobre el medio ambiente lo constituyen la movilización de personal y el corte de vegetación, movimientos de tierras, el montaje de las torres y la generación de desechos y su disposición.

Se utilizarán los servicios locales cercanos. Sin embargo, dada la naturaleza del Proyecto y la planificación de su ejecución, se dispondrán de varios frentes de trabajo a lo largo de los segmentos de las líneas A y F, aunque por ser un SDP paralelo, eso favorecerá el desarrollo de las obras; por lo que no habrá mayor concentración de ellos en un sitio en particular. En el caso de la subestación, los grupos de trabajo ingresarán de acuerdo a su especialidad y al trabajo requerido en las diversas etapas. De esa cuenta, no se espera que haya concentración mayor de trabajadores a lo largo del trazo de la SDP ni de la subestación.

Sin embargo, la movilización de este personal, así como el transporte de suministros a los diferentes frentes de trabajo implicará la generación de impactos sobre los recursos naturales del entorno. Se prevé un incremento en la generación de desechos sólidos domésticos; estas actividades podrían afectar el medio hídrico superficial y la calidad del agua, así como suelos y fauna, si no se toman las medidas de control necesarias; propiciándose la generación de impactos adversos, indirectos, permanentes, localizados, reversibles y de moderada severidad y sensibilidad, particularmente porque los trabajadores estarán temporalmente trabajando por periodos cortos en cada segmento de construcción de las líneas y de la subestación.

Derivado de lo anterior, los impactos potenciales pueden resumirse de la siguiente manera:



- **Calidad del aire y niveles de ruido:** por la emisión de material particulado, emisiones de fuentes móviles y generación de ruido.
- **Cuerpos hídricos superficiales:** por las acciones rutinarias de transporte, movilización y el ocasional cruce de cursos de agua y eventos fortuitos (accidentes) que provoquen derrames de materiales, combustibles, riesgo potencial de polución por disposición de desechos, etc.
- **Fauna:** stress y alejamiento temporal de la fauna (fragmentación del hábitat) por la presencia de trabajadores y operación de maquinaria y equipo y por el riesgo potencial de que se realicen actividades de caza y pesca.
- **Suelos:** compactación de suelos, pérdida de drenaje natural por obstaculización, generación de procesos de lixiviación derivado de la disposición de desechos y almacenamiento de sustancias de diverso tipo.

### **3. Construcción de Obra Civil y Montaje de los segmentos de las líneas A y F de transmisión y subestación y sus sistemas auxiliares**

Las actividades de construcción e instalación de estructuras y equipos de transmisión y de la subestación, por su naturaleza, tienen la potencialidad de generar impactos en el medio físico (calidad del aire, ruido, suelos y cuerpos hídricos superficiales y en el medio ecológico por la fragmentación permanente del hábitat terrestre por la apertura del derecho de vía (reducción de sitios de aperchamiento y anidación), afectación particular a las aves y murciélagos por el riesgo de colisión, modificación de patrones de desplazamiento de fauna, desplazamiento de fauna arbórea, o modificación del uso del suelo de ganadero y agrícola a industrial.

En general, los impactos asociados a estas acciones se califican de moderados, bajos e inciertos dependiendo del componente afectado. En general, el componente biótico es el de mayor grado de afectación, dado que los impactos tienen carácter directo, adverso, irreversible, particularmente para las aves de gran envergadura y murciélagos.

En resumen los impactos potenciales asociados a estas acciones son los siguientes:

- **Calidad del aire:**  
Polución del aire derivada de las emisiones fugitivas de los materiales de construcción, así como de las fuentes móviles de los equipos y maquinaria. Estos impactos se consideran menores dada la corta duración de las actividades por la dinámica de la construcción.
- **Niveles de ruido en equipo y maquinaria de construcción y tránsito vehicular:**  
Los niveles de presión sonora durante la etapa de construcción del Proyecto se generan principalmente en la operación del equipo y maquinaria a utilizar, provocando un ruido intermitente.

Generalmente, el mayor nivel ruido se genera en los motores de los equipos entre los que se incluyen bulldozers, vehículos, montacargas, grúas, generadores, etc. Para un vehículo que corre a una velocidad de 30 Km/h el nivel ruido se sitúa en 66.2 dB (A). En el momento del arranque el vehículo genera un nivel sonoro de 82 dB (A) y un sonido de silbido de 85 dB (A).<sup>9</sup> Por lo regular, la duración del ruido es en las horas laborales (diurno).

El ruido de la maquinaria mecánica incluye principalmente ruidos de golpe de martillo, de la maquinaria de excavación, mezcladoras, sierras eléctricas, cortadoras, el ruido de la carga y descarga de materiales, ruido proveniente del desmantelamiento y remoción de estructuras. En el siguiente cuadro, se muestra la dispersión acústica del ruido generado por la operación de maquinaria pesada en espacios abiertos, sin barreras. Se prevé que el ruido de la operación de maquinaria pesada no sobrepase los límites establecidos en la normativa nacional.

**Cuadro XII-9 Valores de Referencia de Sonido a Distancias del Área de Construcción Expresado en dB (A)<sup>10</sup>**

Maquinaria	Distancia							
	5m	10m	20m	40m	50m	100m	200m	300m
Excavadora	90	84	78	72	64	58	52	48
Buldozer	86	80	74	68	66	60	54	50
Montacargas	90	84	78	72	64	58	54	50
Vibrador	90	84	78	72	70	64	58	54
Sierra Eléctrica	95	84	74	61	58	54	48	42
Taladro eléctrico	92	85	80	65	55	51	47	41
Niveladora	86	80	74	68	66	60	54	50
Rodillo aplanador	86	80	74	68	66	60	54	50

- **Cuerpos Hídricos Superficiales:** impactos potenciales derivan del arrastre de sedimentos, riesgo de derrames fortuitos en el transporte de materiales, prácticas de lavado de maquinaria y equipos. La demanda del recurso hídrico durante la construcción se obtendrá a través de cisterna o de los cuerpos hídricos cercanos al frente de trabajo, según la disponibilidad.
- **Fauna:** estos impactos derivarán del estrés, alejamiento y desplazamiento de especies derivado de la fragmentación de hábitat por la ejecución de las actividades de construcción; el riesgo de ocurrencia de colisión de aves en las estructuras de la

<sup>9</sup> Instituto Universitario de Investigación del automóvil, España, 2003.

<sup>10</sup>Puga.J. Luis. Modelo de Dispersión Acústica en Actividades de Construcción en Espacios Abiertos, 2009

línea de transmisión, una vez montadas; el riesgo de ocurrencia de caza y pesca; captura de vida silvestre, etc.

- **Cambio de uso del suelo a servidumbre de paso:** el cambio de uso prácticamente se dará en las áreas donde se colocarán las torres de transmisión y la subestación. El uso agrícola es compatible con el SDP por lo que no se prevé en las áreas agrícolas cambios significativos. En todo caso, en las secciones donde hay bosque y cultivo de café, se hace necesario realizar el corte, el impacto si será significativo, de alta relevancia, dado que se tendrá que remover dicha vegetación en el SDP y de la subestación.
- **Paisaje local:** impactos acumulativos dada la presencia de infraestructura de transmisión de los mismos lotes A y F.

#### **4. Pruebas de interconexión**

Una vez finalizados los trabajos de construcción y montaje, se desarrollará el período de las pruebas de interconexión, con la finalidad de verificarla correcta operación del sistema. Desde el punto de vista ambiental, el período de pruebas es importante para observar el comportamiento general del sistema.

Por la naturaleza del Proyecto de transmisión durante esta etapa (sistema energizado) y la siguiente de operación comercial, los impactos derivados de esta acción se concentran por el riesgo de electrocución, sobre todo para aquellas aves de gran envergadura (rapaces), migratorias y murciélagos. Sin embargo, este tipo de impacto es fortuito y de menor relevancia.

En general, los impactos potenciales de esta actividad se describen directos, adversos o benéficos, temporales, localizados o regionales, dependiendo del componente ambiental o social.

La etapa de pruebas se desarrollará de manera sistemática, lo que permitirá la identificación de fallas u omisiones dentro del proceso de transmisión de energía; lo que conlleva a enmendar las fallas identificadas.

##### □ **Ruido**

El ruido asociado a la operación de líneas de transmisión deriva de: ruido de las líneas de transmisión y torres, ruido de las actividades de inspección rutinaria y mantenimiento de las instalaciones. Generalmente, el ruido derivado del mantenimiento es mínimo. Sin embargo, el ruido mínimo generado por la operación de las líneas de transmisión incluyen: ruido de corona, ruido del aislante y ruido eólico. Estos tipos de ruido son generados a lo largo de toda la ruta de la línea y por lo tanto puede afectar a receptores sensitivos.

### ➤ **Ruido de Corona**

El ruido de corona es el más común asociado a las líneas de transmisión y se escucha como si fuera un silbido fuerte. Este ruido se genera cuando el aire choca con partículas cargadas del campo eléctrico en la superficie de los conductores. Este tipo de ruido varía según las condiciones climáticas y el voltaje de la línea y regularmente ocurre en condiciones de lluvia y alta humedad (típicamente > 80%). El campo eléctrico rodea las líneas de energía y cause la implosión de las gotas de agua ionizada en el aire; lo cual produce el ruido. Durante condiciones secas, el ruido de corona típicamente produce ruido en niveles de 40-50 dBA, en el área próxima a la línea de transmisión (orilla del SDP). En muchos lugares, este nivel de ruido es similar a las condiciones ambientales. Dependiendo de las condiciones, en época de lluvia, los niveles de ruido de corona pueden incrementarse de 50-60 dBA y hasta pueden sobrepasar los 60 dBA, bajo ciertas condiciones. Los niveles del ruido de corona no son consistentes de un sitio a otro por diversas causas como defectos del conductor de superficie, daño, polvo y otras.

El efecto Corona, finalmente es un fenómeno perfectamente conocido que no representa ningún peligro para la salud humana, como declaraba en noviembre de 1998 la Organización Mundial de la Salud (OMS) en una nota descriptiva: "Ninguno de estos efectos (debidos al efecto Corona) es suficientemente importante para la salud humana".

### ➤ **Ruido Eólico**

Se genera por el viento a través de los conductores y/o las estructuras. Este tipo de ruido es generalmente poco frecuente y depende de la velocidad del viento y su dirección. Para que se genere este ruido, el viento debe soplar continuamente y en forma perpendicular a las líneas de transmisión para generar una vibración eólica que puede producir resonancia si la frecuencia de la vibración coincide con la frecuencia natural de la línea.

Con base en la distancia a la que se encuentran los receptores más cercanos a la SDP (>200 m), el ruido generado por el efecto de corona, aislantes y por el viento, asociados a las líneas de transmisión, se prevé que sus niveles se mantengan por debajo de la normativa para día y noche de la OMS, 2005 (IFC, 2007).

### □ **Campos Electromagnéticos**

Los CEM's de líneas de 230 kV y subestaciones generarán valores muy inferiores a los límites de exposición emitidos por la ICNIRP, tanto para exposición laboral como para exposición al público en general. Por lo que, estos impactos se consideran no significativos.

### **12.2.1.2. Resumen de Impactos, Fase de Operación**

A continuación, se presenta el resumen de impactos potenciales más relevantes derivados de la operación de estos segmentos ya integrados a la operación de los dos Lotes A y F, así como de la subestación Las Cruces.

#### **1. Operación del sistema de interconexión.**

En cuanto al mantenimiento del derecho de vía de la línea, los impactos generados derivan del corte de vegetación periódico con el fin de garantizar las distancias de seguridad con los conductores, esta actividad se realizara de acuerdo con las necesidades y las programaciones de mantenimiento que se determinen. Los impactos tendrán una menor magnitud a aquellos derivados por la misma acción. Sin embargo, para el componente de vegetación, derivado de la condición de limpieza del corredor del existe la potencialidad de que se introduzcan especies invasivas; mismas que deberán ser removidas a través de este tipo de mantenimiento. En cuanto a la fauna, la fragmentación del hábitat de las áreas boscosas 31%, particularmente; lo cual puede ocasionar modificaciones, pérdida de sitios de anidación y aperchamiento, así como el riesgo de incendios forestales. Estas modificaciones tienen un potencial de provocar impactos de alta severidad y sensibilidad, en esas secciones de la línea de transmisión. Sin embargo, en el 69% de la línea, dado que ya existe una fragmentación y pérdida del hábitat original, debido al uso agrícola principalmente; por lo que, estos impactos sobre modificaciones se ven significativamente reducidos y tienen una severidad menor a moderada.

En el caso de la fauna, los impactos más significativos se prevén para las aves y algunos murciélagos, por el riesgo de colisión, particularmente en horas nocturnas y de poca visibilidad (niebla). Así como por la pérdida de área de anidación y aperchamiento en el área boscosa principalmente (31%). Aunque no se tiene un registro de este tipo de impactos localmente, Este impacto también es de particular relevancia para aves rapaces de gran envergadura.

#### **➤ Ruido**

En cuanto a los impactos de ruido, estos impactos serán los mismos descritos para las pruebas del sistema, descritos previamente, con la variante de que una vez entre en operación el sistema de interconexión, dichos impactos serán permanentes y continuos. En el caso del ruido, regularmente los niveles alcanzados por este tipo de infraestructura se encuentran dentro del nivel de tolerancia. .

De acuerdo a los lineamientos para los niveles de ruido establecida por la Organización Mundial de la Salud, OMS:

- Exceder 70 dBA<sub>Leq</sub> durante los periodos diurno y nocturno en áreas industriales y comerciales; o



- Resultar en un incremento máximo de 3 dBA en los niveles de ruido ambiental existentes en el receptor más cercano ubicado fuera del área de operación.

Con base en la distancia a la que se encuentran los receptores más cercanos al SDP (> 200 m), el ruido generado por el efecto de corona, aislantes y por el viento, asociados a las líneas de transmisión, se prevé que sus niveles se mantengan por debajo de la normativa para día y noche de la OMS..

### ➤ **Campos Eléctricos y Magnéticos**

De igual manera que en la actividad de Pruebas del Sistema, durante la operación se generarán campos eléctricos y magnéticos a lo largo de la línea y en las subestaciones. Como ya se mencionó, los campos eléctricos se generan por el voltaje de la línea en una relación proporcional. Esto quiere decir que mientras más alto sea el voltaje de las líneas mayores serán los campos eléctricos que se generan. La fuerza del campo eléctrico se mide en voltios/distancia (V/m).

Los campos magnéticos se originan por el flujo de corriente eléctrica y su fuerza aumenta a medida que incrementa la corriente. Los campos magnéticos se miden en G (gaus) o T (tesla).

Los campos electromagnéticos decrecen rápidamente con la distancia. La frecuencia eléctrica de estos campos electromagnética se encuentra en el rango de 50 – 60 Hz; lo cual se considera una frecuencia extremadamente baja (*ELF: Extreme LowFrequency*). En Guatemala la frecuencia eléctrica es de 50 Hz.

A pesar de la preocupación de la comunidad científica y del público en general y de los estudios hasta el momento realizados, no existe una evidencia sólida sobre los posibles efectos a la salud como resultado de la exposición a este tipo de radiación (no ionizante), no solo por la infraestructura de transmisión eléctrica sino también de aquella generada por los aparatos electrodomésticos (televisor, microondas, etc.) de uso diario.<sup>11</sup>

Con base en lo argumentado sobre ruido y campos electromagnéticos, como parte del diseño del trazo, los criterios aplicados fueron tendientes a mantener la infraestructura eléctrica alejada lo más posible de poblaciones; lo cual se refleja en el hecho de que no hay asentamientos humanos o viviendas a lo largo de la SDP.

---

<sup>11</sup> ICNIRP. Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación No Ionizante (2001); Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (2002); Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos (2002); Grupo Asesor de la Junta de Protección Radiológica del Reino Unido (2001) e Instituto de Salud Ambiental de los Estados Unidos (1999).

---

➤ **Impactos relacionados al Mantenimiento de la Servidumbre de paso –SDP- y al Sistema**

Los impactos más relevantes derivados del mantenimiento del derecho de vía se refieren a la generación de desechos sólidos derivados de la acción de descombre y limpieza del SDP. Debe indicarse que en este caso, no se utilizarán medios químicos (plaguicidas/herbicidas) para el desarrollo de dicho mantenimiento. Ello implica que los principales impactos derivados de esta acción se definen de la siguiente manera:

- Riesgo potencial de ocurrencia y/o propagación de incendios forestales en caso que se acumulen los desechos de corte de vegetación en la SDP (material combustible), sin embargo debe recordarse que la vegetación resultante es muy poca y que las servidumbres de paso, sirven como una brecha corta fuegos, al momento de darse un incendio forestal.
- Fallos en el sistema de transmisión derivado del crecimiento descontrolado de vegetación debido a una falta de mantenimiento de la SDP, con las consecuentes pérdidas económicas.
- Riesgo de invasión de especies exóticas.
- Por el contrario, la falta de control del crecimiento de vegetación arbórea provocará interferencias con los equipos críticos de puesta a tierra, afectando la integridad del sistema con las consecuentes fallas y pérdidas económicas.
- Stress y alejamiento temporal de especies de fauna durante el período de mantenimiento por la presencia humana, generación de ruido por el equipo utilizado para el corte, etc.
- El mantenimiento del sistema e infraestructura eléctrica generará impactos de menor significado relativos a la generación de desechos sólidos (inorgánicos), ruido, estrés y alejamiento de especies

## **12.3 EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL**

En esta sección se presentan los potenciales impactos socioeconómicos, culturales y del paisaje, tanto positivos como negativos, que se prevé puedan ocurrir debido a las actividades del Proyecto. En el Cuadro XII-10 se presenta la evaluación social (EIS) del Proyecto indicado, de acuerdo al mismo ordenamiento de la acción del Proyecto y los receptores afectados por componente socioeconómico, cultural y del paisaje. Para el efecto de calificación se utilizó la misma metodología y criterios de calificación aplicada para la evaluación de los impactos ambientales potenciales.

Cuadro XII-10 Evaluación de Impactos Sociales y Medidas de Mitigación

FASE DEL PROYECTO / ACTIVIDAD	COMPONENTE	No. DE IMPACTO	NATURALEZA y TIPO DE IMPCTO: directo, indirecto, acumulativo, positivo o negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL / MODULO
I. FASE DE PRE-OPERACIÓN (CONSTRUCCIÓN)									
Adquisición de terrenos para subestación	Población: Propietarios	1S	Directo (+)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se realizó una transacción privada para la adquisición de las tierras para la subestación; la cual representó beneficios económicos para el propietario</li><li>- En el terreno no hay asentamientos humanos. Tiene uso agrícola.</li></ul>	Mayor Severidad media y sensibilidad alta	<ul style="list-style-type: none"><li>- Desarrollo de una transacción de compra-venta privada de mutuo acuerdo completamente documentado con base en precios de mercado.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se documentará el proceso.</li></ul>	Mayor	<ul style="list-style-type: none"><li>- Procedimientos internos de TRECSA para la transacción privada.</li></ul>
Adquisición de Derechos de paso de los segmentos modificados de los Lotes A y F; Secciones las Cruces –Palestina y Guate Sur-Las Cruces	Población: Propietarios	2S	Directo (-) Directo (+)	<ul style="list-style-type: none"><li>- La negociación de los derechos de paso se realizará directamente con los propietarios, a través de una transacción privada, con beneficios económicos por los derechos otorgados.</li><li>- Los propietarios otorgarán el derecho de uso de un corredor de 18.24 Km de largo por 30m de ancho para la construcción de la línea de transmisión para cada segmento; por lo que tendrán restricciones en cuanto a desarrollar actividades que no sean compatibles con el desarrollo de la infraestructura eléctrica; tales como, el uso forestal de sus tierras.</li><li>- Este impacto se prevé moderado por el número reducido de propietarios.</li></ul>	Moderado Severidad media y sensibilidad media <div>Moderado</div>	<ul style="list-style-type: none"><li>- implementación de procedimiento de adquisición de derechos de paso para asegurar una transacción justa con los propietarios de las fincas.</li><li>- Implementación de procedimiento de compensación por corte de vegetación arbórea y áreas de cultivo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Documentar el proceso y los pagos realizados en esta transacción y contratos.</li></ul>	No significativo <div>Incierto</div>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Procedimientos de gestión social de TRECSA para la adquisición del SDP</li></ul>
Demanda de Servicios y Mano de Obra y Movilización de personal, Campamentos	Población local: empleo	3S	Directo (+)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Los impactos positivos derivan de la generación empleos. Aunque los trabajos se perciben temporales, dada la falta de alternativas de oferta de empleo, el desarrollo del Proyecto representa una oportunidad económica para la población local</li></ul>	Moderado Severidad media y sensibilidad media	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de contratación para mano de obra local.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Oportunidad de empleo de manera prioritaria a las comunidades cercanas al AI</li></ul>	Mayor	<ul style="list-style-type: none"><li>- Procedimiento de contratación de personal local</li></ul>
	Servicios: alojamiento temporal en comunidades cercanas (Campamentos temporales)	4S	Directo (+) Directo (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>- La demanda de mano de obra que provenga de fuera del AI del Proyecto requerirá de servicios de alojamiento, alimentación, etc. La contratación de estos servicios localmente generará beneficios económicos para las poblaciones cercanas.</li><li>- Al mismo tiempo la interacción de estos trabajadores con la población local también tiene la potencialidad de generar impactos negativos</li></ul>	Menor Severidad y sensibilidad baja <div>Menor</div>	<ul style="list-style-type: none"><li>-</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Implementación de procedimiento de selección de proveedores de servicios.</li></ul>	Moderado <div>Incierto</div>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de contratación</li></ul>

FASE DEL PROYECTO /ACTIVIDAD	COMPONENTE	No. DE IMPACTO	NATURALEZA y TIPO DE IMPCTO: directo, indirecto, acumulativo, positivo o negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL / MODULO
				relativos a intervención en el sistema social y cultural de la población, por la demanda de infraestructura de servicios (salud, transporte y comunicaciones).					
	Salud humana: población local	5S	Directo (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>- La movilización y presencia de personal puede generar el riesgo de que se transmitan enfermedades infectocontagiosas, A1H1, etc.</li><li>- Así también, pueden ocurrir impactos derivados del riesgo por una disposición no adecuada de desechos domésticos, vegetación cortada, aguas estancadas si se obstaculiza el drenaje natural, desechos orgánicos, contaminación de fuentes de agua por derrames de sustancias, etc.</li></ul>	Menor Severidad baja y sensibilidad baja	<ul style="list-style-type: none"><li>- Procedimiento de selección y contratación de personal</li><li>- Refiérase a 3A, 6A, 11A y 23A.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Supervisión de seguridad industrial, salud ocupacional</li><li>- Refiérase a 3A, 6A, 11A y 23A.</li><li>-</li></ul>	No significativo	<ul style="list-style-type: none"><li>- Procedimiento de selección y contratación de personal</li><li>- Lineamientos de seguridad industrial, salud y medio ambiente.</li></ul> Refiérase a 3A, 6A, 11A y 23A.
	Salud humana: Trabajadores del Proyecto	6S	Directo (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Derivado del corte de vegetación y una inadecuada disposición, se genera el riesgo de ocurrencia de incendios que puedan afectar la integridad de los trabajadores del Proyecto.</li><li>- El riesgo de ocurrencia de accidentes en el desarrollo de las labores de corte y descombre de vegetación.</li><li>- Riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito (volcaduras, colisiones, etc.)</li><li>- Riesgo de mordeduras de serpiente y otros animales ponzoñosos.</li></ul>	Moderada Severidad media y sensibilidad media	<ul style="list-style-type: none"><li>- Supervisión de seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente</li><li>- Estación de primeros auxilios</li><li>- Lineamientos de contingencia.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente<ul style="list-style-type: none"><li>o Dotación de Equipo de protección personal</li><li>o Permisos de trabajo</li></ul></li><li>- Procedimientos de trabajo con maquinaria pesada.</li><li>- Manejo de desechos: disposición de corte de vegetación, quemas controladas,</li></ul>	Menor	<ul style="list-style-type: none"><li>- Plan de seguridad industrial, salud y medio ambiente</li><li>- Plan de manejo de desechos</li><li>- Plan de seguridad vial</li><li>- Plan de contingencia</li></ul>
corte de vegetación y movimiento de tierras	Población: propietarios de fincas, arrendatarios y colonos. Empleo,	7S	Directo (+) Directo (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Los impactos positivos derivan de la disponibilidad de empleo temporal para algunos colonos.</li><li>- Los impactos negativos derivan del riesgo de que ocurran accidentes por el tránsito de vehículos, camiones y maquinaria pesada, derivado de las condiciones de los accesos.</li><li>- Generación de material particulado, gases de combustión</li><li>- y ruido derivado de las actividades de reacondicionamiento de accesos. Véase impacto 1Ay 2A. Sin embargo, estos impactos se consideran de menor relevancia para la población, dado que las viviendas más cercanas al SDP se encuentran a distancias mayores a 200 m. Sin embargo, estos</li></ul>	Menor Severidad baja y sensibilidad baja <div>Menor</div>	<ul style="list-style-type: none"><li>- seguridad vial</li><li>- Acondicionamiento de secciones de caminos de acceso y cruces de río.</li><li>- Refiérase a impactos 1A y 2A</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de seguridad vial para establecer: No llevar pasajeros en pick ups o camiones de materiales, etc.</li><li>- Mantenimiento de vehículos en buen estado.</li><li>- Evitar no hacer mantenimiento de vehículos en los accesos, a menos que se trate de una emergencia.</li><li>- Refiérase a impactos 1A y 2A</li></ul>	Menor Severidad baja y sensibilidad baja <div>Incierto</div>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Seguridad vial</li></ul>

FASE DEL PROYECTO / ACTIVIDAD	COMPONENTE	No. DE IMPACTO	NATURALEZA y TIPO DE IMPACTO: directo, indirecto, acumulativo, positivo o negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL / MODULO
				impactos son temporales y de corta duración.					
	Patrimonio Cultural: vestigios arqueológicos.	8S	Directo (-)	- En caso que se dieran hallazgos fortuitos no reportados, y extracción ilícita de los materiales arqueológicos que pudiesen encontrarse durante el reacondicionamiento de accesos y las excavaciones para la cimentación de la infraestructura tienen la potencialidad de generar impactos negativos al patrimonio cultural (vestigios arqueológicos)	Moderado Severidad media y sensibilidad media	- Evaluación previa del trazado de servidumbre de paso. - Planificación de trabajos de apertura de servidumbres de paso. - Supervisión por parte de un arqueólogo, de los trabajos de movimiento de tierras, en lugares cercanos a sitios arqueológicos.	- Implementación de plan de rescate de hallazgos fortuitos. - Inducción al personal de la obra para proteger el material arqueológico que pudiese ser hallado durante de la construcción.	Menor severidad baja y sensibilidad baja	- Plan de Rescate de hallazgos fortuitos.
	Economía local: transporte y comunicaciones.	9S	Directo (+)	- La apertura de acceso por el SDP, propiciará un medio de acceso adicional a los propietarios de las parcelas agrícolas.	Menor Severidad baja y sensibilidad media	- Apertura del SDP		Menor severidad baja y sensibilidad baja	
	Paisaje y Áreas Protegidas	10S	Directo (-)	- La apertura del SDP en el área las pocas áreas boscosas distorsionará el paisaje natural de la cobertura forestal existente. - Los efectos sobre el paisaje son acumulativos. - El trazo no se ubica en áreas protegidas.	Menor Severidad baja y sensibilidad media	- Criterios de diseño de las Líneas de Transmisión.	- Minimizar el corte de vegetación al mínimo práctico	Menor Sensibilidad baja y severidad baja	- Plan de medidas de mitigación
	Cambio de uso de la tierra	11S	Directo (-)	- Este impacto deriva del cambio de uso de la tierra de agrícola, y forestal a industrial. A pesar de que algunos usos son compatibles, como la ganadería y la agricultura, el cambio de uso forestal a servidumbre de paso es incompatible; por lo que el impacto se prevé directo, permanente e irreversible. - La ocurrencia de daños a cultivos y áreas de pasto por la apertura del SDP y reacondicionamiento de accesos. - Más del 69% del trazo se ubica en áreas dedicadas a la agricultura de cultivos de subsistencia, café y hortalizas.	Menor Severidad media y sensibilidad media	- Criterios de diseño de las Líneas de Transmisión - Procedimiento para el pago de daños a cultivos, plantaciones y otros que se consideren inherentes a esta actividad y que no estén considerados en la negociación de adquisición de derechos de paso. Esto aplica a los arrendatarios y usuarios de terrenos.	- Implementación de medidas de mitigación: o Planificación del corte de vegetación, particularmente de las áreas boscosas. o Implementación de prácticas de corte de vegetación.	Menor	- Medidas de mitigación - Procedimiento para el reconocimiento o económico de daños causados.



FASE DEL PROYECTO /ACTIVIDAD	COMPONENTE	No. DE IMPACTO	NATURALEZA y TIPO DE IMPCTO: directo, indirecto, acumulativo, positivo o negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL / MODULO
Construcción y montaje de equipos de las subestación y de los segmentos de los Lotes A y F	Población cercana al SDP: colonos, arrendatarios y usuarios	12S	Directo (-) Acumulativo	<ul style="list-style-type: none"><li>- Los impactos negativos derivan del tránsito de personas por los accesos de las fincas; lo cual generará polvo y emisiones de fuentes móviles, así como ruido, afectando la salud (irritación de la vía respiratoria). Estos impactos serán menores para los receptores dada la temporalidad y la corta duración de las actividades, por la baja frecuencia de tránsito diario.</li><li>- Riesgo de accidentes que puedan afectar a los usuarios de los caminos de acceso y SDP Los colonos, arrendatarios y usuarios también pueden verse afectados por la generación y disposición de desechos sólidos provenientes de la construcción y montaje (acumulación de tierras, restos de embalaje, etc.), si los mismos no son dispuestos adecuadamente, según su naturaleza.</li></ul>	Menor Severidad baja y sensibilidad baja	<ul style="list-style-type: none"><li>- Planificación de los trabajos en horarios diurnos preferentemente.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Implementación de plan de desechos sólidos y líquidos</li><li>- Implementación de plan de seguridad vial.</li><li>- Mantenimiento de vehículos, camiones y maquinaria en buen estado.</li><li>- Medidas de mitigación:<ul style="list-style-type: none"><li>o Prevención de contaminación de cursos de agua (fuentes de agua locales) y suelos.</li></ul></li><li>- Implementación de procedimiento de comunicación y solución de conflictos.</li></ul>	Menor	<ul style="list-style-type: none"><li>- Plan de manejo de desechos</li><li>- Procedimiento de solución de conflictos.</li><li>- Plan de Medidas de Mitigación</li><li>-</li></ul>
	Mano de obra: empleo y demanda de servicios Locales, economía local	13S	Directo (+) Directo (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Refiérase 3S y 5S</li><li>- En general, los impactos se perciben positivos dado que se generará una demanda de trabajo no especializada que pueden dar la oportunidad de empleo a residentes de los asentamientos humanos cercanos al Proyecto. Sin embargo este empleo es temporal. Así también, el Proyecto demandará servicios locales de alimentación, alojamiento y otros para aquellos trabajadores que procedan de otros lugares y/o regiones. Esto redundará en una mejora temporal de la economía de manera muy localizada.</li><li>- Con relación a los impactos negativos se puede indicar que esta demanda temporal tiene la potencialidad de elevar los costos de vida de los alrededores inmediatos, por la demanda de los servicios. Sin embargo, se prevé que estos impactos sean de menor relevancia.</li><li>- Adicionalmente, se prevé el reconocimiento económico por los daños provocados por la pérdida de áreas cultivadas, árboles en la SDP que por su posición, requieran ser</li></ul>	Moderado Severidad media y sensibilidad media <div>Moderado</div>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de contratación de personal local.</li><li>- Procedimiento de compensación de daños por pérdida de cultivos, plantaciones en la SDP y áreas donde se mejoren los accesos, si no están incluidas en la negociación de la SDP adquisición Mecanismo de resolución de conflictos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Implementación de procedimiento de resolución de conflictos.</li><li>- Procedimiento de selección de proveedores locales.</li></ul>	Moderado <div>Menor</div>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Procedimiento de resolución de conflictos</li><li>- Procedimiento de contratación de personal local.</li></ul>

FASE DEL PROYECTO / ACTIVIDAD	COMPONENTE	No. DE IMPACTO	NATURALEZA y TIPO DE IMPACTO: directo, indirecto, acumulativo, positivo o negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL / MODULO
				removidos.					
	Salud Humana: trabajadores	14S	Directo (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El riesgo de que sucedan accidentes de trabajo relacionados con los trabajos en altura, con cargas pesadas, maquinaria, electricidad, exposición a productos químicos, quemaduras, tropiezos y caídas, etc.</li> <li>- El riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito, dadas las condiciones de los caminos.</li> <li>- Riesgo de accidentes con vida silvestre: mordeduras de serpientes y otros animales ponzoñosos.</li> </ul>	Moderado Severidad media y sensibilidad media	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procedimiento de selección y contratación de personal para identificar habilidades para el desarrollo de los trabajos requeridos.</li> <li>- Plan de Contingencia</li> <li>- Supervisión de seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente</li> <li>- Estación de primeros auxilios</li> <li>- Contar con botiquín</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lineamientos de seguridad, salud y medio ambiente.</li> <li>- Inducción al personal de primer ingreso sobre los riesgos de trabajo.</li> <li>- Dotación de Equipo de protección personal (EPP).</li> <li>- Supervisión de seguridad industrial, salud y medio ambiente</li> <li>- Lineamientos de seguridad vial.</li> </ul>	Menor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lineamientos de Seguridad, salud ocupacional y medio ambiente</li> <li>- Plan de contingencia,</li> <li>- Procedimientos de trabajo</li> </ul>
	Patrimonio Cultural: vestigios arqueológicos	15S	Directo (-) Acumulativo	- El riesgo de que una vez se realicen las excavaciones para los cimientos se encuentren vestigios arqueológicos enterrados en lugares cercanos a sitios arqueológicos.	Moderado a Menor Severidad media y sensibilidad alta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspección de la superficie de lugares destinados para la construcción, que estén ubicados cerca de sitios arqueológicos.</li> <li>- Supervisión y seguimiento arqueológico durante las excavaciones realizadas en lugares cercanos a sitios arqueológicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lineamientos de Rescate de Hallazgos Arqueológicos Fortuitos.</li> </ul>	Moderado a Menor	- Lineamientos de Rescate de Hallazgos Arqueológicos Fortuitos
	Paisaje y Áreas Protegidas	16S	Directo (-) Acumulativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los elementos de la infraestructura de transmisión de electricidad forman parte del paisaje del AP y AID, dado que en el área existe este tipo de infraestructura de otras líneas de transmisión de 230 Kv y de otro voltaje menor.</li> <li>- Los cambios más significativos al paisaje ocurrirán en la sección noreste del trazo de la SDP, donde será necesario despejar la cobertura forestal para la instalación de la línea.</li> </ul>	Moderado a Menor	- Criterios de diseño para el trazo de la SDP de la línea de transmisión.	- Planificación de corte a efecto de minimizar la intervención a la sección de la SDPI con cobertura boscosa.	Menor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medidas de Mitigación</li> <li>- Lineamientos de Restauración</li> </ul>
Pruebas	Salud Humana: Trabajadores	17S	Directo (-) Acumulativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El desarrollo de las pruebas del sistema de interconexión implicará el manejo de los siguientes riesgos: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Exposición a campos electromagnéticos, aunque de acuerdo a las mediciones realizadas en instalaciones similares son bastante inferiores, sin embargo el riesgo para la salud humana es incierto.</li> <li>o Exposición a accidentes por caídas, trabajos en alturas,</li> </ul> </li> </ul>	<p>Mayor Severidad alta y alta sensibilidad</p> <p>Incierto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inducción sobre prácticas de seguridad.</li> <li>- Supervisión de seguridad industrial, salud y medio ambiente.</li> <li>- Cumplimiento a la normativa nacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo de Análisis de Riesgos del trabajo para trabajos en altura, con líneas vivas, etc.</li> <li>- Plan de Seguridad Industrial, salud ocupacional y medio ambiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Dotación de EPP aprobado para cada actividad, particularmente para el trabajo con líneas vivas.</li> <li>o Procedimientos de intervención de líneas vivas</li> <li>o Verificar aislamiento</li> <li>o Respetar las distancias mínimas de aproximación de acuerdo a la</li> </ul> </li> </ul>	Moderado a Menor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lineamientos de Seguridad, salud ocupacional y medio ambiente</li> <li>- Plan de contingencia</li> <li>- Procedimientos de trabajo para intervenir sistemas eléctricos vivos.</li> </ul>

FASE DEL PROYECTO / ACTIVIDAD	COMPONENTE	No. DE IMPACTO	NATURALEZA y TIPO DE IMPCTO: directo, indirecto, acumulativo, positivo o negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL / MODULO
				trabajos con líneas vivas (riesgo de electrocución).			norma OSHA.		
	Salud Humana: Población local: Colonos de las fincas, usuarios de los terrenos de la SDP, arrendatarios,	18S	Directo (-) Acumulativo	<ul style="list-style-type: none"><li>- El desarrollo de los trabajos de prueba de operación del sistema tienen la potencialidad de originar impactos negativos a los terceros que puedan circular por la SDP en el momento en el que se realizan estos trabajos. Tales impactos potenciales se pueden originar de:<ul style="list-style-type: none"><li>o Electrocución accidental</li><li>o Ruido acústico y ozono. El ruido acústico provocado por las líneas de alta tensión. Sin embargo, no hay receptores inmediatamente cercanos a la SDP por lo que no se prevé que estos impactos sean significativos.</li><li>o Navegación aérea (fumigación de cultivos)</li></ul></li><li>- Estos impactos varían en su relevancia dependiendo de su naturaleza. Algunos de ellos, como la exposición a campos electromagnéticos es incierta. Sin embargo, los otros son potencialmente significativos para los receptores locales (usuarios de los terrenos de la SDP).</li></ul>	Mayor a moderado en caso de accidentes de electrocución <div>Incierto</div>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Criterios de diseño de la infraestructura eléctrica</li><li>- Sistemas de protección.</li><li>- Criterios de diseño para líneas de transmisión</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Medidas de Mitigación:<ul style="list-style-type: none"><li>o Señalización preventiva: alto voltaje, peligro.</li><li>o Colocar a tierra potenciales conductores de electricidad colocados en las cercanías del sistema de transmisión</li><li>o Colocación de pintura de señalización para la aeronavegación para orientar a los fumigadores aéreos estrictamente donde sea requerido, esto de existir pistas de aterrizaje cercanas</li></ul></li></ul>	Moderado a Menor	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de educación ambiental</li><li>- Procedimientos de seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente</li></ul>
Manejo de Desechos	Población y Salud Humana: poblaciones c cercanas a accesos SDP en el AI del Proyecto.	19S	Directo (-) Acumulativo	<p>Refiérase a 8S, 13S, 1A y 2ª</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Existe el riesgo de generación de vectores en caso de que los desechos del corte, construcción y montaje de la LT y subestación, si no se realiza una buena disposición de desechos sólidos y líquidos.</li><li>- Disposición de desechos orgánicos humanos en el área de la SDP, subestación y cursos de agua cercanos o drenaje natural.</li></ul>	Moderado a Menor Severidad baja y sensibilidad media	Refiérase a 7S, 12S, 1A y 2ª	Refiérase a 7S, 12S, 1A y 2ª <ul style="list-style-type: none"><li>- Disposición de desechos en sitios adecuados y/o autorizados</li><li>- Uso de servicios sanitarios portátiles en los terrenos de subestaciones</li><li>- Uso de letrinas secas, en los frentes de trabajo donde la permanencia del personal así lo amerite.</li></ul>	Menor	Refiérase a 7S, 12S, 1A y 2A
II. FASE DE OPERACIÓN (+50 AÑOS)									
Operación Comercial del Sistema	Salud Humana: trabajadores	20S	Directo (-) Acumulativo	<p>Refiérase a 17S</p> <p>Los impactos serán los mismos que aquellos identificados durante las pruebas del sistema.</p>	Moderada (subestación Chixoy y las Verapaces)	Refiérase a 17S	Refiérase a 17S	Moderada a menor	Refiérase a 17S

FASE DEL PROYECTO /ACTIVIDAD	COMPONENTE	No. DE IMPACTO	NATURALEZA y TIPO DE IMPCTO: directo, indirecto, acumulativo, positivo o negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL / MODULO
	Salud Humana: población cercana al SDP	21S	Directo (-)	Refiérase a 18S  Los impactos serán los mismos que aquellos identificados durante las pruebas del sistema, pero con un carácter permanente.	Moderado a menor Severidad baja y sensibilidad media-alta	Refiérase a 18S	Refiérase a 18S	Menor	Refiérase a 18S
	Economía y desarrollo: acceso a energía.  Nivel Nacional	22S	Directo (+)	<ul style="list-style-type: none"><li>- El Proyecto PET-01-2009, del cual forma parte este proyecto de actualización, fortalecerá la cobertura de la demanda de energía y su distribución por el Sistema Nacional Interconectado. Por lo cual el Proyecto es de importancia nacional, tal y como el mismo Estado de Guatemala lo estableció a través del Acuerdo Gubernativo 88-2008, en el que se declaró de Urgencia Nacional a aprobación del "Plan de Acción para Resolver la Crisis de Generación, Transporte y Distribución de Energía Eléctrica".</li><li>- Con ello, población e industria tendrá una mayor oportunidad de acceso a energía, mejorando con ello las oportunidades de desarrollo y por ende de la economía nacional.</li><li>- A nivel local, en el área del AI, no se verá este efecto de manera directa. En todo caso, las áreas rurales se podrán ver beneficiadas por la oferta de energía solo si, es congruente el desarrollo de electrificación rural. Por lo tanto, a nivel local, el impacto no es significativo en este momento. Esto lo entienden muy bien la población del AID, particularmente en el caso de las fincas ya que la acometida del servicio depende directamente de los propietarios.</li></ul>	Mayor Severidad alta y sensibilidad alta  Incierto		<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de comunicación social del Proyecto para dar información sobre el mismo a través de las reuniones de participación durante el proceso del EIA y durante el desarrollo del Proyecto.</li></ul>	Mayor	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de comunicación social</li></ul>

FASE DEL PROYECTO /ACTIVIDAD	COMPONENTE	No. DE IMPACTO	NATURALEZA y TIPO DE IMPCTO: directo, indirecto, acumulativo, positivo o negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL / MODULO
	Paisaje y Áreas Protegidas	23S	Directo (-) Acumulativo	<ul style="list-style-type: none"><li>- Los impactos al paisaje son de tendencia acumulativa, dado que ya existe infraestructura de este tipo en el área del AID del Proyecto. Estos impactos son de moderados a menores dependiendo de la sección de la SDPI, ya que en las zonas donde no hay cobertura forestal, sino áreas de cultivos y potreros la implementación de este tipo de infraestructura no genera más elementos disruptivos del paisaje de los que ya están presentes en la zona, como resultado del uso del cambio del suelo. El paisaje si se verá modificado de con más severidad en el área boscosa, 31% del AP.</li></ul>	Menor a Moderado Severidad baja y sensibilidad media	<ul style="list-style-type: none"><li>- Criterios para el diseño de líneas de transmisión</li><li>- Actualización de los segmentos, con trazo paralelo para minimizar la intervención y cambio de uso, así como minimizar los cambios al paisaje.</li><li>- Actualización de trazos en función de la ubicación de áreas protegidas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Planificación del corte de vegetación forestal 31%, hacia adentro de la brecha para minimizar la intervención al área boscosa.</li><li>- Desarrollo del ECUT y su presentación al INAB, con el Plan de Manejo de Corte de vegetación arbórea y su disposición.</li><li>- Control y seguimiento ambiental como parte de la gestión ambiental del proyecto para verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación, control y seguimiento.</li></ul>	Menor	<ul style="list-style-type: none"><li>- Plan de Medidas de Mitigación</li><li>- Procedimiento de adquisición de derechos de paso.</li></ul>
Mantenimiento del Sistema: - SDP Inspección y mantenimiento del sistema eléctrico	Población: propietarios, arrendatarios, colonos y usuarios del SDP y accesos	24S	Directo (-)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Las actividades de mantenimiento de la SDP y de inspección a los componentes de la línea se realizarán periódicamente, por lo que los impactos se prevén no significativos, con excepción aquellos derivados del corte de vegetación y su disposición, por el riesgo de que se acumule vegetación seca en la SDP y ésta a su vez pueda generar o propagar incendios, particularmente en la época de rozas.</li><li>- Refiérase a 9A- 13A. Corte de vegetación.</li></ul>	Menor		<ul style="list-style-type: none"><li>- Planificación de las actividades de mantenimiento a efecto de que no coincida con las rozas, en las áreas de cultivo.</li></ul>	No Significativo	Lineamientos de Medidas de Mitigación, Lineamientos de Seguridad industrial, salud y medio ambiente Lineamientos de manejo de desechos Lineamientos de comunicación social
	Salud Humana: trabajadores	25S	Directo (-) Acumulativo	<ul style="list-style-type: none"><li>- Los impactos sobre la salud de los trabajadores con relación al mantenimiento de la SDP y del sistema eléctrico de las subestaciones y de la línea de transmisión derivan de los riesgos de accidentes laborales en:<ul style="list-style-type: none"><li>o Trabajos en alturas</li><li>o Trabajo en líneas vivas</li><li>o Campos electromagnéticos</li><li>o Exposición a sustancias químicas.</li></ul></li><li>- Estos impactos tienen un carácter acumulativo a lo largo de la vida útil del Proyecto.</li></ul>	Moderado Severidad media y sensibilidad media	<ul style="list-style-type: none"><li>- Refiérase a 18S</li><li>- Política de seguridad, salud y medio ambiente</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lineamientos de seguridad industrial, salud y medio ambiente, a efecto de implementar medidas de protección a los trabajadores.</li><li>- Refiérase a 18S</li></ul>	Menor	<ul style="list-style-type: none"><li>- Refiérase a 18S</li></ul>



FASE DEL PROYECTO / ACTIVIDAD	COMPONENTE	No. DE IMPACTO	NATURALEZA y TIPO DE IMPCTO: directo, indirecto, acumulativo, positivo o negativo	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	VALORACIÓN DEL IMPACTO PRE-MITIGACIÓN	MEDIDAS DE DISEÑO / CRITERIOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES PROPUESTAS	VALORACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL (POST-MITIGACIÓN)	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL / MODULO
Manejo de Desechos	Salud: trabajadores y población.	26S	Directo (-) Acumulativo	- En el caso del mantenimiento de las subestaciones, los aceites dieléctricos de los transformadores instalados en los campos de las subestaciones no contendrán PCB's.	Menor Severidad baja y sensibilidad media			No Significativo	- Lineamientos de manejo de desechos - seguridad vial - Lineamientos de conducta para trabajadores y contratistas.
III. FASE DE ABANDONO (++) <sup>12</sup>									
Desmantelamiento de la infraestructura	Desarrollo y economía nacional	27S	Directo (-) incierto	- Al final de la vida útil del Proyecto; la cual se anticipa más allá de los 50 años, en caso de que llegue a la fase de abandono, los impactos se prevén directos, adversos a la economía y desarrollo nacional. Si bien estos impactos se prevén adversos para el desarrollo nacional, también se prevén inciertos dado el Proyecto está concebido para promover el desarrollo y la economía nacional, a menos que existan sustitución de tecnología.	Mayor Severidad alta y alta sensibilidad  Incierto	- Proyectos futuros de desarrollo energético que pueda utilizar la infraestructura de transmisión	- Plan de participación y divulgación pública para comunicar el desarrollo de nuevos planes de expansión de transmisión.	Menor	- Lineamientos de comunicación social
	Generación de empleo local, servicios	28S	Directo (+)	- En caso de que se llegara a desmantelar la infraestructura, se generarían impactos positivos para la población del AID, derivado de la demanda de empleo y servicios como consecuencia de esta actividad.	Moderado a Menor, dependiendo de la demografía, urbanismo y disponibilidad de recurso humano local	- Política de selección y contratación de personal	- Prioridad de empleo a la población del AI - Plan de comunicación social para dar a conocer el plan de abandono y las actividades conexas - Plan de Abandono, dar a conocer los lineamientos relacionados a la desmantelación de infraestructura.	Mayor	- Gestión Social de TRECSA - Procedimiento de participación
Restauración del área	Cambio de uso de la tierra	29S	Directo (+)	- Los impactos por el cambio de uso del suelo, dependiendo de los cambios futuros, regularmente son positivos si se perciben como la recuperación del hábitat a sus condiciones originales. Sin embargo, esto generalmente es incierto. Por ello, se conciben como impactos de menor severidad y menor sensibilidad	Menor Severidad baja y sensibilidad baja	- Contratos de transmisión, arrendamiento, etc.	- Desarrollo del plan de abandono que haya sido acordado con los propietarios de las fincas. - Comunicación de las actividades de restauración a la población local que pueda estar asentada en los alrededores del SDP.	Moderado a mayor	- Procedimientos de comunicación social. - Plan de abandono - Contratos de arrendamiento de la SDP

Nota: Los Lineamientos a que hace referencia este cuadro, corresponden a los Lineamientos de Gestión Ambiental contenidos en el capítulo XIII de este estudio, los cuales deben integrarse a los PGAs existentes, aprobados previamente por el MARN, por medio de Resoluciones 933-2011/DIGARN/ECM/cmus y 2090-2011/ECM/arg, correspondientes a los instrumentos ambientales originales de los Lotes A y F

<sup>12</sup> Los impactos derivados de la Fase de Abandono solo pueden ser inferidos, asumiendo la permanencia de las mismas condiciones sociales, económicas y culturales del AI del Proyecto.

### **12.3.1 Resumen de Impactos Sociales Relevantes**

En esta sección se presenta el resumen de los impactos potenciales socioeconómicos y culturales más relevantes que fueron identificados a través de la evaluación realizada.

En general, desde el punto de vista político, social y estratégico el Proyecto PET-01-2009 implica la generación de un impacto a nivel y alcance nacional positivo, dado que a través del mismo se incrementará la oferta de servicio eléctrico para la creciente demanda para el desarrollo del país. De esa cuenta, la actualización de los segmentos de los Lotes A y F, así como la construcción de la subestación Las Cruces, dado que implica un mejor diseño y trazo, favorecerá y contribuirá a esos impactos benéficos que de manera global implica el desarrollo del Proyecto PET- 01-2009.

Específicamente, los beneficios directos de la actualización de los segmentos de los Lotes A y F tendrán una incidencia local de diversa relevancia, particularmente durante la construcción, por la demanda de mano de obra que pueda contratarse localmente, especializada y no especializada, así como por la demanda de servicios locales y mejoras a la infraestructura vial interna de las fincas por donde atraviesa la SDP.

Desde el punto de vista social y económico los impactos potenciales benéficos también tienen particular relevancia en la medida en que el trazo de la SDP no atraviesa por áreas pobladas, industriales, patrimonio histórico y cultural o en zonas que por sus características físicas y de fragilidad ecológica suponen la generación de impactos relevantes al paisaje y otros usos sociales (recreación) y acumulativos para el componente de áreas protegidas. En este caso particular, dado que los criterios de diseño establecieron directrices específicas para evadir en lo posible áreas pobladas, los impactos potenciales relacionados a asentamientos humanos son de menor relevancia, dado que no hay asentamientos humanos en el área de influencia directa del SDP. Otro elemento a favor de la mitigación de los impactos potenciales adversos para los receptores sociales es que el trazo se ubicó en tierras que, en su mayor parte, se encuentran intervenidas para propósitos agrícolas, 69%. El Proyecto no causará desplazamientos o re-ubicación de personas.

Otros impactos asociados a este tipo de Proyectos derivan de los cambios de uso de la tierra, particularmente el uso forestal y agrícola (cultivo de café). Sin embargo, se puede indicar que las áreas dedicadas a la agricultura, con excepción de las áreas dedicadas a café (6%, incluyendo el área de la subestación) son usos compatibles con el uso de la tierra para propósitos industriales como el propuesto (transmisión de energía) y por ende se prevé que los impactos potenciales sean de menor relevancia.

Así también, las líneas de transmisión y sus estructuras tienen la potencialidad de generar impactos asociados a la navegación aérea; por lo que, deben tomarse medidas necesarias en el diseño como colocación de marcadores según lo que se encuentre estipulado en la norma específica, según disposiciones de Aeronáutica Civil.

A continuación, se presenta un resumen de los impactos socioeconómicos más relevantes del Proyecto de actualización de los segmentos de los Lotes A y F y de interconexión eléctrica (Subestación Las Cruces).

### **12.3.1.1 Fase de Construcción: adquisición de derechos de paso, apertura SDP, corte de vegetación, construcción y montaje.**

Los impactos socioeconómicos más significativos serán generados por las siguientes actividades del Proyecto:

1. Adquisición de las servidumbres de paso y compensación por daños.
  - Cambio de uso del suelo: 69% uso agrícola a industrial y 31% de bosque a industrial.
2. Mano de obra, movilización y transporte de materiales y suministros
3. Reacondicionamiento de derechos de vía y corte de vegetación.
4. Construcción y montaje
5. Manejo de desechos

#### **1. Adquisición de la servidumbre de Paso**

La ruta seleccionada de la SDP se ubica, como ya se ha dicho anteriormente, en tierras dedicadas a la agricultura extensiva, principalmente. Del uso agrícola, el 6% que corresponde a cultivos de café no es compatible con la línea de transmisión. El 63% del uso actual del SDP es compatible con el uso industrial. El 31% del SDP que tiene cobertura forestal deberá estar sujeta a la compensación por la pérdida de la misma.

Lo anterior conllevará a la generación de cambio de uso del suelo de moderada relevancia, en general, con excepción de aquellas secciones donde se removerá cobertura forestal.

La mitigación de estos impactos sobre adquisición de las servidumbres de paso y compensación por otros usos distintos de la tierra para asegurar que la calidad de vida de estas personas se mantengan al mismo nivel, requerirá de:

- ✓ Un proceso de acercamiento y comunicación que permita identificar las áreas y los actores potencialmente afectados.
- ✓ Un procedimiento para establecer la equidad en la negociación de la servidumbre de paso, con los propietarios de las fincas.
- ✓ Un procedimiento de compensación económica por los daños y/o pérdida de cultivos con los propietarios, usuarios y/o arrendatarios de esas tierras, de las cuales usufructúan.

---

## **2. Mano de obra, servicios, movilización de personal y transporte de materiales e insumos.**

Durante la fase de construcción, los impactos de tránsito, transporte de suministros, generación de desechos no estarán concentrados en un solo sitio sino a lo largo de la SDP y en la subestación; con lo cual se diluirá la magnitud de los impactos benéficos y adversos, aunque, geográficamente, abarcarán un área mayor.

Los impactos positivos derivarán de la generación de demanda de trabajo en el AI del Proyecto de actualización. Esta demanda de mano de obra podrá ser contratada, tomando como prioridad la oferta de trabajo local y extendiendo la oportunidad a otras regiones del país. La expectativa es que el personal que labore en la construcción y en el montaje sea en su totalidad guatemalteco. Aunque los trabajos sean temporales, el hecho de que se genere esta demanda, paliará el desempleo y por ende mejorará los ingresos económicos y con ello, la calidad de vida por el período en el que dure el trabajo.

La presencia de trabajadores que no sean del lugar generará la demanda de servicios de alojamiento, alimentación, talleres, etc.; lo cual generará ingresos adicionales a los lugareños, por un período de tiempo corto, dada la movilidad de los frentes de trabajo a lo largo de la ruta de la SDP.

Así también, estas actividades tienen la potencialidad de generar impactos adversos relacionados al encarecimiento de los servicios por la presencia de la fuerza laboral y su demanda de ellos, pero en menor magnitud, dado que los centros urbanos cercanos ya tienen un sistema comercial bien establecido y regularizado. De la misma manera, se prevé impactos menores relacionados a la intervención en los patrones sociales y culturales de trabajadores de otras regiones del país en su interacción con la población rural; la cual generalmente se caracteriza por ser un núcleo social conservador en comparación con el de los centros urbanos.

Los materiales y suministros, así como la movilización de personal y maquinaria tienen la potencialidad de generar impactos derivados del riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito en los caminos de acceso; de tal manera que afecten directamente a pobladores de las áreas aledañas y trabajadores del Proyecto de actualización propuesto, que utilizan tales caminos y/o a los recursos naturales que son aprovechados. Para reducir la ocurrencia de accidentes de tránsito se aplicaran los procedimientos de seguridad vial.

Otros impactos relacionados al transporte de personas y suministros derivan en la generación de polvo en la época seca; lo cual puede afectar a aquellas viviendas y a sus ocupantes que se encuentren vecinas a tales accesos. Dada la frecuencia de tránsito no se prevé que las emisiones de fuentes móviles generen impactos significativos. De igual manera, los niveles de ruido ocasionados por el tránsito de vehículos no serán de carácter continuo.

Para mitigar los impactos derivados de estas actividades se requerirá de:

- ✓ La implementación de un procedimiento de selección y contratación de personal local.
- ✓ Lineamientos de seguridad vial que establezca las guías generales de prevención de accidentes.
- ✓ Un mecanismo de comunicación para divulgar los horarios de trabajo y medidas de precaución ante el tránsito de maquinaria pesada y vehículos y la planificación de las actividades.

### **3. Apertura de derecho de paso, SDP, y corte de vegetación.**

El desarrollo de la actividad de apertura de brecha y el descombre de la SDP generarán impactos potenciales por la pérdida de suelo orgánico que afecte posteriormente la restauración de áreas de cultivos en la SDP. Así también, la acumulación de vegetación cortada puede obstruir el drenaje natural y ocasionar áreas por inundación que afecten cultivos en época de lluvia y en época de invierno facilitar la generación de incendios. Particular cuidado debe tenerse en aquellas secciones de la SDP donde se realicen rozas. La generación de incendios no controlados puede ocasionar pérdidas económicas (cultivos), materiales y humanas.

En cuanto al patrimonio cultural, existe la potencialidad de que se generen impactos derivados del hallazgo fortuito de vestigios arqueológicos durante las excavaciones en los sitios de torres cercanos a sitios arqueológicos o bien de que aquellos que se encuentren a la orilla de los caminos de acceso puedan ser afectados. Cabe indicar que de acuerdo a los resultados del reconocimiento arqueológico, no se identificaron vestigios arqueológicos en la SDP.

En cuanto al paisaje, los elementos estéticos serán de manera acumulativa, influenciados por el desarrollo del Proyecto, dado que en el AID ya existe infraestructura de ese tipo.

Para mitigar estos impactos potenciales se requerirá de:

- ✓ La implementación de lineamientos de participación y divulgación sobre la programación de los trabajos a los administradores de las fincas, los arrendatarios y usuarios de terrenos que vayan a hacer afectados por la SDP
- ✓ Un procedimiento de negociación de servidumbres de paso y compensación por otros usos distintos de la tierra
- ✓ La implementación de un mecanismo de resolución de conflictos
- ✓ La implementación de lineamientos de manejo de desechos para asegurar una adecuada disposición de la vegetación cortada.
- ✓ La implementación de lineamientos de rescate de hallazgos arqueológicos fortuitos.



#### **4. Construcción y montaje de instalaciones.**

En esta actividad, los impactos socioeconómicos más relevantes se refieren a la salud de los trabajadores del Proyecto, por los trabajos especiales que se deben realizar y que implican un riesgo para la integridad física de las personas por la probabilidad de ocurrencia de accidentes laborales, tales como: trabajos en alturas, manejo de cargas pesadas, manejo de maquinaria pesada y equipos, tropezones y caídas, trabajos con riesgo de electrocución, trabajos eléctricos.

Desde el punto de vista de la población, los impactos derivados de la operación de maquinaria y equipo, tales como ruido, generación de polvo no son significativos dado que no hay viviendas o asentamientos humanos en la vecindad inmediata del SDP, tal como se conoce ahora. Sin embargo, por la presencia de trabajadores en la zona, puede ser que se ocurran impactos potenciales por la generación de desechos de la construcción (así como domésticos y orgánicos, que puedan afectar los recursos naturales que son utilizados por la población del AID.

Desde el punto de vista del patrimonio cultural y estético (paisaje), se pueden generar impactos si durante las excavaciones y movimientos de tierra se descubren vestigios arqueológicos enterrados o en superficie. Estos impactos potenciales tienen una relevancia importante, dada la condición de protección que legalmente está establecida.

Derivado de lo anterior, la mitigación de los impactos inherentes a estas actividades requerirá de:

- ✓ La implementación de lineamientos de seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente que incluya la dotación de equipo de protección personal, lineamientos para uso de herramienta adecuada
- ✓ El desarrollo de análisis de riesgo de trabajo y procedimientos de trabajo
- ✓ La implementación de lineamientos de manejo de desechos para evitar problemas de contaminación que afecten los recursos naturales que utiliza la población de los alrededores.
- ✓ La implementación de un procedimiento o lineamientos de rescate de hallazgos arqueológicos fortuitos.

#### **5. Manejo de Desechos.**

Este proyecto, en su etapa de construcción generará desechos de tipo industrial y doméstico, derivado de la presencia de trabajadores, corte de vegetación, suministro de materiales y equipos de construcción, emisiones fugitivas y emisiones de fuentes móviles, el movimiento de tierras, excavaciones e instalación de los equipos y estructuras, residuos de combustibles, sustancias químicas no peligrosas, etc., así como basuras domésticas y desechos orgánicos.

Esta actividad tiene la potencialidad de afectar los recursos naturales que son aprovechados por la población del Área de Influencia, como fuentes de agua, suelos, vegetación, etc., y por ende afectar la calidad de vida de la población de los alrededores. Especial cuidado deberá darse al adecuado manejo de desechos a través de una apropiada segregación, reciclaje de aquellos que lo permitan, tratamiento, transporte y disposición final, de tal manera de mitigar los efectos nocivos que pudieran generarse.

#### **12.3.1.2. Fase de Operación: Operación Comercial y mantenimiento del sistema de interconexión.**

En la etapa de operación comercial, los impactos esperados derivan de las actividades relacionadas al mantenimiento del derecho de paso, SDP, mantenimiento eléctrico del sistema y a la operación comercial. Durante esta etapa hay una clara reducción en la magnitud de los impactos relacionados a corte de vegetación (descombre periódico del SDP), mano de obra, movilización de personal, tránsito de vehículos, etc., dado que estas actividades forman parte del mantenimiento del sistema de interconexión eléctrica y del SDP. Por lo tanto, los impactos potenciales son similares a los ya descritos para la fase de pre-operación pero de menor magnitud, dada la periodicidad de su ejecución (dos veces por año).

En todo caso, uno de los riesgos más relevantes derivados del mantenimiento del SDP y el corte de vegetación es el de la acumulación de material combustible vegetal (vegetación cortada) que pueda facilitar y/o alimentar incendios; lo cual representa un alto riesgo a la integridad física de trabajadores y población, y puede provocar serios daños a bienes materiales. Por ende, se deberá seleccionar cuidadosamente la disposición de este tipo de desecho.

Sin embargo, se generan impactos adicionales a los ya descritos, derivado de:

- Generación de riesgos ocupacionales por la operación del sistema por:
  - Trabajo con líneas vivas (riesgo de electrocución)
  - Trabajo en altura (caídas)
  - Exposición a químicos (cambio de aceites dieléctricos y manejo de otras sustancias).
  - Riesgo a la exposición de campos electromagnéticos derivados de la operación de la conducción de energía. A pesar de que no existe evidencia sobre los efectos a la salud humana, este tipo de radiación no ionizante es un elemento que se encuentra presente y que debe ser considerado por su calidad de riesgo. En este sentido, los trabajadores que laboran en este tipo de instalaciones son los más vulnerables a ese riesgo y por ende se deben observar la normativa Nacional para propósitos de exposición laboral y para la población en general. Debe indicarse que en el SDP no se encuentran viviendas o población, dado los criterios de diseño implementados para el trazo del SDP. (Véase Sección 12.4. Evaluación de Impactos Ambientales).

- 
- Generación de ruido: ruido de corona y eólico principalmente, aunque dado que no hay población inmediatamente cercana al SDP, se prevé que este tipo de impactos sea no significativo (Véase Sección 12.4. Evaluación de Impactos Ambientales).
  - Generación de riesgos a la población (usuarios de terrenos en SDP) por:
    - Electrocución por contacto accidental con líneas vivas
    - Exposición a campos electromagnéticos
    - Exposición a ruido de corona y ozono
  - Generación de riesgos para la aeronavegabilidad, en dicho caso observar las disposiciones establecidas por Aeronáutica Civil

### **12.3.1.3 Fase de Abandono**

Después de la operación por un período de más de 30 años, dependiendo del mantenimiento del sistema y de la tecnología disponible, se desarrollará un plan de abandono; el cual deberá ajustarse a las condiciones de crecimiento demográfico, urbanización y colonización del Área de Influencia, a las condiciones de tenencia de la tierra y compromisos de contrato de derecho de vía, a la demanda de energía y Proyectos futuros. Por lo que, la predicción de los impactos derivados de esta fase solo pueden ser inferidos tomando en cuenta las condiciones socioeconómicas y físicas del AI del Proyecto.

En general, durante la fase de abandono, se esperan los mismos impactos a los mencionados anteriormente especialmente durante la fase de construcción; por lo cual, se considera importante seguir implementando el Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS), en lo aplicable.

Probablemente, los impactos socioeconómicos más relevantes serán aquellos relevantes a la contratación de personal para la ejecución de los trabajos de desmantelamiento y restauración.; lo cual requerirá de la implementación de una política de contratación de personal local.

## **12.4 SÍNTESIS DE LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

Como puede observarse en la aplicación de la Matriz de Interacción se prevén sucesos al medio ambiente como consecuencia del desarrollo de este proyecto; los cuales necesitan mitigarse. El detalle de las características y relevancia de los impactos identificados se muestran en las matrices de calificación previamente desarrolladas para los componentes ambientales y sociales (Cuadros XII-8 y XII-10). A continuación se realiza una síntesis de los impactos ambientales evaluados para este proyecto de actualización de los segmentos A y F, así como de la reubicación de la Subestación Las Cruces. Los impactos son acumulativos con relación a los descritos para ambos Lotes y las subestaciones asociadas.

### **12.4.1. Síntesis de Impactos al Componente Atmosférico**

Los impactos más relevantes al componente de calidad del aire derivan de las emisiones fugitivas y de fuentes móviles derivadas de las acciones de movimiento de tierras (excavaciones), reacondicionamiento de accesos a la SDP, tránsito vehicular para el transporte de personas, materiales y suministros. Estos impactos se consideran de moderada a menor importancia, dado que no se encontraron receptores inmediatos a la SDP D y su cercanía trasciende los 200 m.

Impactos asociados a la actividad de construcción son aquellos de ruido generado por la operación de maquinaria y tránsito vehicular. Sin embargo, estos son de menor relevancia dado que los receptores más cercanos al área de la SDP se encuentran a más de 200 m de distancia.

Durante la etapa de operación, la exposición a campos electromagnéticos y ruido de corona son los impactos potenciales más relevantes aunque se califican de menor relevancia dado que la SDP no atraviesa áreas pobladas y la frecuencia de mantenimiento es baja (dos veces por año).

### **12.4.2. Síntesis de Impactos al Sistema Biótico**

Dado el grado de intervención del AP y AID del Proyecto (SDP), donde más del 69% de la línea se ubica en tierras agrícolas y por la naturaleza del Proyecto, no se prevén sucesos importantes en cuando a la modificación de hábitat terrestre, siendo más significativos los cambios y de valoración mayor los impactos a la sección de la SDP que se encuentra en área boscosa que corresponde a un 31% del SDP. En esta sección de la SDP será más evidente la fragmentación del hábitat terrestre y la pérdida de sitios de anidación, aperchamiento y el desplazamiento de especies y por lo tanto los impactos potenciales se definen de una mayor severidad y sensibilidad.

En cuanto a vida silvestre, este tipo de Proyecto, en su fase de operación genera un riesgo de colisión y electrocución para aves y murciélagos. Aunque debe indicarse que no existen estadísticas respecto a este tipo de impactos como para poder acertar en una valoración mejor soportada. Por lo que, los impactos se consideran inciertos.

Otros impactos derivados del manejo de desechos pueden provocar también cambios que afecten dicho hábitat de manera temporal. Estos impactos se consideran de menor magnitud y probabilidad de ocurrencia.

### **12.4.3. Síntesis de Impactos al Sistema Geoesférico**

Como parte del Proyecto se desarrollará algunas actividades que introducirán modificaciones localizadas en los suelos, a consecuencia del movimiento de tierras y excavaciones. Sin embargo, estos impactos se califican con valoración menor, dado que el reacondicionamiento de caminos internos en las parcelas será menor y se realizará solo en aquellas secciones que lo requieran para facilitar el tránsito y el acceso a la SDP.

Adicionalmente, como parte de las obras, se introducirán elementos de protección de taludes en áreas de pendiente, obras para el control de erosión, etc., en los sitios de torre que así lo requieran. Puede decirse entonces que, los impactos al sistema geoesférico tales como rotura de la estructura de los suelos, alteraciones de la secuencia, rompimiento de la red de microdrenaje, etc., no son significativos y serán mitigados apropiadamente.

Durante la fase de Operación, a nivel de componente geoesférica, no se prevén sucesos de derivados de impactos adversos, excepto los naturalmente producidos

### **12.4.4. Síntesis de impactos al Sistema Hídrico.**

Durante la fase de construcción no se prevén eventos importantes que puedan generar impactos al sistema hídrico del Área de Influencia, dado que no se descargarán desechos líquidos a los cuerpos de agua. Para consumo humano se obtendrá agua embotellada de proveedor comercial.

Los impactos potenciales más relevantes en todo caso derivarán de la ocurrencia potencial y fortuita de accidentes en cruces de cursos de agua o drenaje natural que puedan desencadenar en derrames de combustibles y/o otras sustancias. Estos impactos serán localizados y reversibles.

### **12.4.5. Síntesis de los Impactos al Medio Social, Económico y Cultural**

Durante la construcción, los impactos socioeconómicos más significativos serán generados por la adquisición de los derechos de paso, SDP, la compensación económica de daños por la pérdida de cultivos y cobertura forestal, generación de desechos, hallazgos fortuitos de vestigios arqueológicos, etc. Sin embargo, durante la operación, los usos compatibles del suelo con el uso para la infraestructura de transmisión eléctrica, serán recuperados y por ende este tipo de impactos minimizados.

Desde el punto de vista positivo, este proyecto generará demanda de mano de obra de la que buena parte será trabajo no especializado y que por lo tanto puede generar una buena oportunidad de empleo para el AI del Proyecto. Así también, existe la posibilidad de que se generen otras actividades que sean fuente de ingresos económicos adicionales por la



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

prestación de servicios (hospedaje, alimentación y servicios varios), por los campamentos temporales y demanda de vivienda y alimentación .

Durante la construcción, uno de los impactos más relevantes lo constituye el riesgo de los hallazgos fortuitos de vestigios arqueológicos en superficie. Debe indicarse que parte del criterio para la definición del trazo del AP, fue evadir las estructuras y áreas de vestigios arqueológicas que fueron identificados en superficie.

Durante la fase de operación, los impactos potenciales tienen una magnitud nacional por la oferta de energía para promover el desarrollo del país.

Desde el punto de vista de salud humana, en la operación del Proyecto, se potencializarán riesgos relacionados a exposición de campos electromagnéticos, ruido de corona, exposición a líneas de alta tensión (riesgo de electrocución por contacto), que deberán ser tomados en cuenta de acuerdo a la normativa de salud ocupacional e higiene (OSHA), Normas nacionales y prácticas de seguridad en el trabajo, tanto para exposición laboral como para exposición al público.

#### **12.4.6. Síntesis de Impactos al Medio Ambiente Estético**

El escenario ambiental donde se desarrollará el Proyecto, corresponde a un área dedicada a la agricultura principalmente, donde también se ha instalado infraestructura de transmisión de energía.

Obviamente, la construcción del Proyecto introducirá elementos que producirán una alternación del paisaje, de carácter permanente y acumulativo por la ya existente. Se introducirá alteraciones temporales y permanentes por la presencia de maquinaria, equipos, personas, así como la propia obra civil ajenos a los componentes del área, y posteriormente lo harán en forma permanente, por la instalación de la infraestructura de transmisión de energía eléctrica.

### **XIII. MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

Las medidas de mitigación necesarias aplicables a los impactos ambientales y sociales identificados, han sido descritas en los cuadros Cuadro XII-8 y Cuadro XII-10, separando dichas medidas en las medidas consideradas en el diseño y las medidas de mitigación adicionales, con las cuales se espera ser prevengan, minimicen, reduzcan o eliminen dichos impactos ambientales, los cuales también han sido analizados en los mismos cuadros.

Para el presente caso, los planes de gestión contenidos en el presente PGA deben entenderse como **Lineamientos de Gestión Ambiental**, toda vez que éstos deben integrarse a los PGA's existentes que ya fueron aprobados, a través de los instrumentos ambientales originales de los Lotes A (EIA-18-2011) y F (EIA-10-2011); los cuales fueron aprobados a través de las resoluciones 933-2011/DIGARN/ECM/cmus y 2090-2011/ECM/arg, respectivamente.

#### **13.1 PLAN DE GESTION AMBIENTAL (PGA)**

El Plan de Gestión Ambiental (PGA) del proyecto de la actualización de los segmentos indicados en el presente EIA para los Lotes A y F, así como para la reubicación de la Subestación Las Cruces, refleja el compromiso de la Empresa TRECSA, desarrolladora del Proyecto PET-01-2009, por asegurar un desempeño ambiental apropiado, a través de la implementación adecuada y oportuna de los **lineamientos de gestión ambiental** propuestos en el presente EIA.

#### **OBJETIVOS:**

##### **a. Objetivo General**

- Establecer un Modelo de Gestión Ambiental y Social, orientado a asegurar que las acciones técnicas y las prácticas de comportamiento humano desarrolladas en torno a este proyecto de actualización, sean ejecutadas considerando aspectos sociales y ambientales e incorporando además las evaluaciones de los aspectos técnicos, de ingeniería, económico-financieras y legales, para garantizar un desempeño ambiental apropiado en el desarrollo de la vida útil del PET-01-2009, en su conjunto.
- El PGA propuesto se ha diseñado para establecer los lineamientos de implementación de los planes y programas propuestos, definiendo los

procedimientos y/o prácticas con base en la política de medio ambiente, salud, seguridad industrial y aspectos sociales de TRECSA para este proyecto, evaluado en esta oportunidad.

### **Objetivos Específicos**

- Garantizar la ejecución e implementación de mecanismos de control ambiental, para prevenir, controlar, mitigar y rehabilitar los potenciales efectos generados como resultado de las diferentes actividades ejecutadas durante las etapas de construcción, operación y abandono.
- Asegurar la mitigación eficiente y efectiva de los impactos ambientales a través de la implementación de mecanismos de seguimiento y monitoreo que permitan evaluar el desempeño ambiental de este proyecto.
- Establecer y describir las prácticas de manejo apropiadas y los métodos de disposición final para cada tipo de desecho generado; considerando las regulaciones ambientales vigentes y la práctica internacional, así como los procedimientos ya establecidos por TRECSA.
- Incorporar al desarrollo de este proyecto mecanismos que permitan asegurar un ambiente de trabajo seguro y saludable para los empleados y contratistas; procurando así la realización de sus actividades bajo condiciones de seguridad y confiabilidad.
- Reducir y/o compensar los impactos relacionados con las áreas intervenidas por la remoción de la cobertura vegetal forestal, pérdida de cultivos, afectación a suelos en aquellas áreas donde se ubique la SDP de la línea de transmisión.
- Diseñar el trazo definitivo de la servidumbre de paso con base en los criterios siguientes:
  - Evitar el paso del trazo de la SDP por áreas pobladas, viviendas o asentamientos humanos.
  - Evitar el paso del trazo de la SDP o bien la instalación de estructuras en áreas donde existan evidencias de vestigios arqueológicos.
  - Aprovechar la infraestructura existente relacionada a la actividad de transporte de energía eléctrica de los otros segmentos de los Lotes A y F.
  - Tratar de evadir el paso de la SDP por áreas ambientalmente sensibles y/o protegidas, En todo caso, considerar la ubicación del trazo de acuerdo a la zonificación que así lo permita (áreas de usos múltiples, de amortiguamiento, de uso especial, etc.) y/o de acuerdo al plan de manejo.
  - Minimizar la generación de modificaciones al hábitat a través de la selección de la ruta del trazo de la SDP en áreas previamente intervenidas.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Diseñar los sistemas de protección acorde a las normas y códigos internacionales para Proyectos de este tipo, tomando en cuenta los riesgos de exposición laboral y exposición al público en general.

## **b. Organización del Plan de Gestión Ambiental**

Como previamente se indicó, el Plan de Gestión Ambiental (PGA), tiene como propósito ordenar los lineamientos y las prácticas ambientales tendientes a prevenir, controlar y mitigar los impactos ambientales, así como compensar a los usuarios de las áreas intervenidas y finalmente, integrar, gerencialmente, los programas diseñados como parte del mismo.

### **13.1.1. Contenido del Plan de Gestión Ambiental (Lineamientos de Gestión Ambiental)**

Los planes y programas que conforman este PGA son los siguientes:

#### **1. Plan de Medidas de Mitigación de Impactos**

Este módulo comprende la identificación de las prácticas y medidas de prevención, control y mitigación de los impactos potenciales identificados como parte del presente EIA.

#### **2. Plan de Seguimiento y Vigilancia Ambiental**

Este módulo dará seguimiento a los diferentes compromisos ambientales adquiridos por TRECSA a través del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, incluye: Seguimiento y Control Ambiental (Monitoreo Ambiental).

#### **3. Plan de Recuperación para la Fase de Abandono o Cierre**

Este plan incluye los lineamientos generales en el caso de que el Proyecto al llegar a su vida útil (+50 años) sea modificado por una mejor tecnología que implique la sustitución de la infraestructura y/o el desmontaje de la misma.

#### **4. Plan de Manejo de Desechos Sólidos**

Este plan se refiere a los lineamientos, prácticas y previsiones necesarias para desarrollar un apropiado manejo de los desechos generados como consecuencia del Proyecto en todas sus etapas y en particular durante la etapa de Construcción, a efecto identificar, de acuerdo a la clasificación de los mismos, los procedimientos para su tratamiento y disposición.

#### **5. Plan de Seguridad Industrial, Ocupacional y Medio Ambiente**

El plan de seguridad industrial y salud ocupacional se refiere a las medidas de protección del personal para garantizar su integridad física en el desarrollo de su trabajo, la protección

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

a las instalaciones y la prevención de daños a terceros con base en las normas aplicables y a los lineamientos específicos del IFC para este tipo de proyectos. Este plan incluye:

- Seguridad Industrial
- Salud Ocupacional
- Seguridad Vial.
- Educación Ambiental

## **6. Plan de Restauración Ambiental de las Áreas Intervenidas**

Forma parte de este plan las medidas de rehabilitación, restauración de áreas intervenidas por el Proyecto que puedan ser objeto de restauración y/o de un manejo integrado del uso del suelo acuerdo a los compromisos establecidos con los propietarios con quienes se negociarán los derechos de paso respectivos.

## **7. Plan de Contingencia**

El desarrollo de los diferentes planes y programas se presentan individualmente, como módulos. Cada módulo incluye los objetivos, medidas de control propuestas, el responsable de la ejecución y supervisión de las mismas, así como los indicadores del desempeño que facilitarán el seguimiento y vigilancia ambiental. Véase *Capítulo XIV*.

Adicionalmente, el PGA incluye un componente de evaluación periódica al mismo, a través de auditorías ambientales sistemáticas, a fin de verificar objetivamente el cumplimiento de las metas establecidas para el adecuado desarrollo de las acciones propuestas.

## **13.2 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO Y EJECUTOR DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

La responsabilidad operativa de verificar que los lineamientos ambientales y sociales establecidos sean cumplidos por parte de los contratistas y los sub contratistas en base a lo establecido contractualmente, es responsabilidad directa de TRECSA a través de las oficinas de Gestión Ambiental, Gestión Social y Gestión de Servidumbres.

Las funciones de las áreas de TRECSA anteriormente señaladas con relación con este programa serán las siguientes:

1. Supervisar la implementación del PGA y su cumplimiento por parte de los contratistas a cargo de la adquisición de los derechos de paso, construcción y montaje, así como pruebas de transporte de energía eléctrica, empleados y contratistas.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

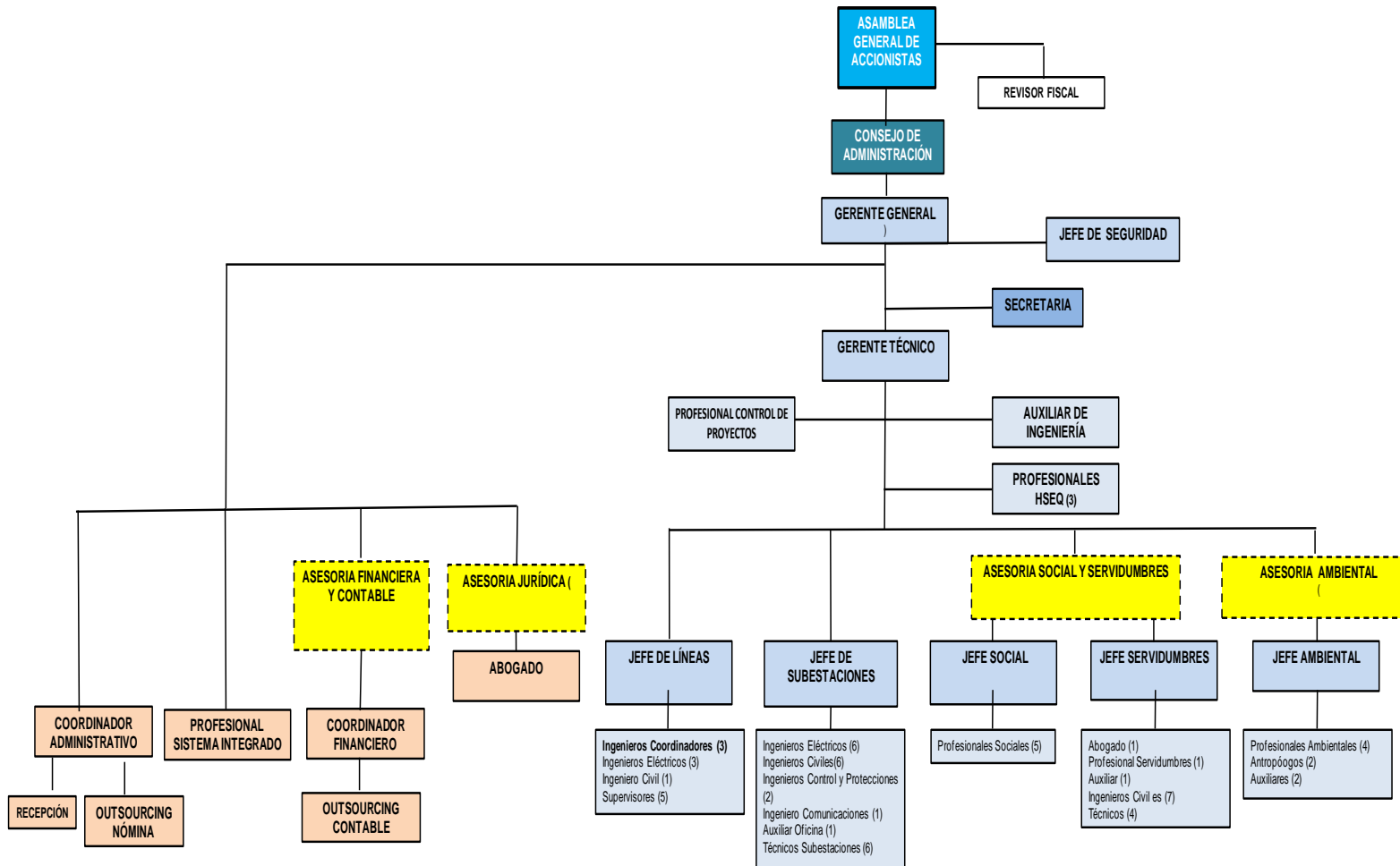
- 
2. Revisar periódicamente y actualizar los lineamientos establecidos en el PGA, generando los procedimientos de implementación específicos que sean prácticos para la implementación del Plan.
  3. Promover la capacitación y el entrenamiento del personal con relación a los requerimientos del PGA para su debida implementación y cumplimiento; verificar que el contratista a cargo, desarrolle la inducción requerida y la capacitación necesaria a los trabajadores que localmente contrate.
  4. Llevar el registro del cumplimiento de los compromisos y desempeño del PGA, estableciendo las tendencias de desempeño, así como recomendado las medidas correctivas necesarias.
  5. Promover la mejora de las prácticas ambientales sugeridas y de aquellas que promuevan la naturaleza benéfica de los impactos positivos identificados.
  6. Desarrollar las líneas de comunicación y buenas relaciones con la población localizada en el AP del Proyecto, en particular con aquellas poblaciones cercanas a trazo de la SDP.
  7. Dar seguimiento a los programas que tengan relación con las comunidades presentes en el AID de este proyecto.

### **13.2.1 Organización**

TRECSA, ha establecido para la ejecución de la totalidad de las obras del PET -1- 2009, de la cual hace parte la actualización de los segmentos de los Lotes A y F, así como de la reubicación de la Subestación Las Cruces, una organización específica para la supervisión del mismo; en la que los aspectos ambientales y sociales estarán a cargo de la oficinas de gestión ambiental, gestión social y de servidumbres; para velar por la implementación en sitio de los planes y programas específicos ambientales y sociales. En la Ilustración XIII-1 se presenta el organigrama de TRECSA para el desarrollo de este proyecto.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Ilustración XIII-1 Organigrama para el desarrollo del Proyecto de Interconexión Eléctrica (TRECSA)



Fuente: TRECSA, 2015

### **13.2.3 Organización del Proyecto y Ejecutor de las Medidas propuestas**

TRECSA durante todas las etapas de ejecución de este proyecto, constituirá una organización que le permita supervisar la implementación del PGA por parte de las empresas contratistas. En este caso, contará con oficinas de gestión ambiental, gestión social y de servidumbres; quienes tendrán a su cargo el seguimiento a dicha implementación y será el enlace con cada uno de los supervisores que designe la contratista.

Una vez finalizada la etapa de construcción, TRECSA desarrollará directamente las labores de operación y mantenimiento del Proyecto, quien operará a través de una estructura básica de operaciones y supervisión de los gerentes de Gestión social, ambiental y de servidumbres (ver Ilustración XIII-1).

#### **1. Estructura Organizativa**

TRECSA durante la etapa de construcción implementará una organización que le permita supervisar la implementación del PGA por parte de la empresa contratista. En este caso, designará al Jefe de Gestión Ambiental, quien tendrá a su cargo el seguimiento a dicha implementación y será el enlace con el Supervisor gestión ambiental que designe la contratista.

Una vez finalizada la etapa de construcción, TRECSA desarrollará directamente las labores de operación y mantenimiento, quien operará a través de una estructura básica de operaciones y supervisión designados para los Lotes A y F. En Ilustración XIII-1, se muestra la estructura organizacional que se implementará para la operación del sistema de transporte de electricidad.

#### **2. Estructura organizativa y responsabilidades del Ejecutor de las Medidas de Control Ambiental**

La implementación adecuada de las medidas propuestas en los apartados anteriores, se considera de carácter prioritario para el desarrollo del presente proyecto; por consiguiente se deberá involucrar el componente ambiental permanentemente en todas las actividades técnicas desarrolladas, con el objeto de orientar sobre la aplicación de las medidas de mitigación para reducir los efectos de los impactos que puedan generarse en el área de influencia de este proyecto.

El Contrato entre TRECSA y la contratista a cargo, establece las responsabilidades de las partes, siendo el contratista el responsable de la construcción de las instalaciones, del montaje y puesta en marcha del sistema de transporte de energía eléctrica, así como de la

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

implementación de los componentes del PGA pertinentes a la etapa de construcción y de la aplicación de la política de medio ambiente, salud, seguridad y aspectos sociales de TRECSA. En resumen, el contratista constructor tendrá las siguientes responsabilidades:

- La construcción de instalaciones e instalación de equipos y sistemas del presente Proyecto de acuerdo a diseño y a los códigos internacionales
- La implementación del PGA en toda su dimensión, en aquellos aspectos que sean de su competencia.
- El mantenimiento de las buenas relaciones con la población del AP (propietarios, usuarios, arrendatarios de las tierras por donde atraviesa el trazo de la SDP, los vecinos colindantes y los usuarios de los caminos de acceso y de otros recursos del AP.

Para los propósitos de la implementación del PGA, los responsables directos por parte del contratista ejecutor de las obras son:

- **Gerencia del Proyecto (Contratista)**

Será la unidad responsable de monitorear las condiciones ambientales y sociales dentro del área de influencia del Proyecto y de verificar que se cumplan las medidas ambientales contenidas en el presente EIA y ejecutar el Plan de Gestión Ambiental. Durante la etapa de construcción, la responsabilidad operativa y de implementación del PGA la asumirá la dirección del contratista de construcción para el presente Proyecto de acuerdo a los términos contractuales.

- Jefes de Oficina de gestión ambiental, social y de servidumbres

### **3. Regulación de Contratistas y Subcontratistas**

Para vigilar el cumplimiento de las responsabilidades ambientales que deberán ser ejecutas por el contratista y subcontratistas, la Gerencia del PET-01-2009 de TRECSA, con el apoyo de la oficina de gestión ambiental, deberá observar las siguientes actividades:

- a.) **Aviso a Contratistas**

- Comunicar a los contratistas sobre las políticas de TRECSA, las relacionadas a la protección ambiental, salud ocupacional, seguridad industrial y aspectos sociales, el resumen de aplicación y las líneas de acción definidas.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- 
- Comunicar a los contratistas sobre las actividades e inspecciones que serán realizadas para asegurar el cumplimiento de las medidas de mitigación de la etapa de construcción.
  - Velar por el cumplimiento de la legislación nacional aplicable, incluyendo la relacionada al desarrollo ambiental del Proyecto.
  - Comunicar a los contratistas sobre las actividades e inspecciones que serán realizadas por la Gerencia del PET-01-2009, a través de la Oficina de Gestión Ambiental de TRECSA y coordinar las respectivas actividades de implementación de las medidas de mitigación.

**b.) Inspección del Cumplimiento de las Medidas de Mitigación**

- La Oficina de Gestión Ambiental de TRECSA realizará una inspección preliminar para verificar el cumplimiento e implementación de las medidas y prácticas ambientales.
- La Oficina de Gestión Ambiental de TRECSA comunicará el resultado de la inspección preliminar a los responsables del cumplimiento del contrato, para proceder en la implementación de las medidas de mitigación.
- Permanentemente, se realizarán un monitoreo formal de control y seguimiento para asegurar el cumplimiento del contrato. Adicionalmente, TRECSA realizará monitoreo aleatorio para verificar el cumplimiento al PGA.

### **13.2.4. Plan de Medidas de Mitigación**

▪ **Introducción**

Este plan reúne las medidas y acciones individuales tendientes a la prevención, control y mitigación de los impactos identificados (Véase *Matriz de Impactos*, Cuadro XII-8 y Cuadro XII-10); las medidas propuestas en esta sección pretenden asegurar que las acciones técnicas y las prácticas de comportamiento humano desarrolladas entorno a las actividades de proyecto de actualización de los Lotes A y F propuesto, sean ejecutadas de manera que se prevenga y minimice la generación de impactos adversos potenciales con respecto a los elementos ambientales del medio ambiental y social que puedan sufrir alteración por el desarrollo del mismo. Así también, incluye las medidas y prácticas que conlleven a mantener o mejorar los efectos benéficos derivados de aquellos impactos potenciales de carácter benéfico.

El programa está dirigido a la ejecución e implementación en forma continua y oportuna de todas las medidas diseñadas; especificando sus principales características (localización, actividades, responsables de la implementación y cronograma de ejecución).



En complemento a la normativa y estándares nacionales, las medidas ambientales del Proyecto resultan ser una importante integración de estándares locales e internacionales de amplia aceptación y aplicación en proyectos de este tipo. Estas normas y procedimientos incluyen, entre otras, regulaciones de instituciones como COGUANOR, IFC, OMS, ASTM EPA, ICNIRP, OSHA, IEEE, NFPA y otros; los cuales han sido adoptados para el presente Proyecto y que frecuentemente suelen denominarse "estándares".

▪ **Objetivos**

- El principal objetivo de la aplicación de las medidas ambientales es minimizar los impactos identificados a través de la acción de prevención, o bien su mitigación a un nivel mínimo, controlable, a fin de compatibilizar las actividades de la etapa de construcción y operación del sistema de transporte de energía eléctrica con la protección del entorno ambiental y social.
- La verificación de la implementación de la normativa industrial aplicada a la actividad de transmisión de electricidad para efecto de control ambiental.
- La puesta en ejecución de prácticas y procedimientos que permitan el desarrollo ambientalmente responsable de la operación del sistema
- La concientización de los trabajadores de los valores del entorno ambiental y social donde laboran y su contribución a la protección del mismo.

#### **13.2.4.1. Estructura Interna y Responsabilidades**

Como ya se indicó anteriormente, la Gerencia por parte de la empresa constructora, a través sus profesionales especializados, serán los responsables de:

- a. monitorear las condiciones ambientales dentro del área de Proyecto
- b. hacer que se cumplan las medidas ambientales contenidas en el EIA
- c. verificar que los lineamientos ambientales establecidos sean cumplidos por parte de los trabajadores y subcontratistas.

Por su lado, La Oficina de Gestión Ambiental de TRECSA tendrá a su cargo:

- a. Inspeccionar y verificar el cumplimiento del PGA
- b. Requerir la implementación de medidas correctivas, resolución de conflictos y de que se mantengan las buenas relaciones con los vecinos, propietarios, usuarios y arrendatarios de las fincas por donde atraviesa el trazo de la SDP y los accesos.
- c. Proveer reportes periódicos a la Gerencia de TRECSA, sobre las actividades en materia de salud, seguridad industrial y protección ambiental.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- 
- d. Coordinar la publicación del reporte final, resumiendo los resultados del cumplimiento de la implementación del PGA (medidas de mitigación, monitoreo ambiental, las medidas compensatorias y las mejoras resultantes de tales medidas) para su presentación a la Gerencia de General de TRECSA.

#### **13.2.4.2. Medidas de Prevención, Control y Mitigación**

Es importante resaltar que cualquier forma de mitigación que se determine que no esté logrando su objetivo deberá ser corregida y cualquier requerimiento de mitigación adicional puede ser solicitado de acuerdo a las circunstancias reales que se estén dando en el momento. El seguimiento de la implementación de las medidas de mitigación es un componente muy crítico en un plan de mitigación exitoso; el cual es desarrollado con el objetivo de eliminar impactos negativos o minimizarlos.

##### **▪ Metodología**

Para la determinación de las medidas ambientales propuestas, se consideraron los impactos identificados en la Matriz de Interacción para los medios físico, biológico y socioeconómico, Cuadro XII-8 y Cuadro XII-10.

En dicha matriz se presentaron los impactos relevantes para cada una de las actividades por fase del presente proyecto; habiéndose identificado las medidas de mitigación para eliminar o reducir los impactos identificados siempre que sea técnica y económicamente factible. Sobre esa base los impactos fueron clasificados de acuerdo con el componente del medio respectivo e interceptados con las actividades generadoras del impacto y las variables ambientales afectados. Esta metodología permitió el diseño de medidas de control ambiental; conforme a las actividades generadoras del impacto y las variables ambientales afectadas, durante las diferentes etapas en una forma ordenada, sistemática y ambientalmente responsable. En el Cuadro XIII-1, se presenta el resumen de variables ambientales que sirvieron de base para el diseño y propuesta de las medidas de prevención, control y mitigación ambiental.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro XIII-1 Componentes Ambientales Considerados para el Diseño de las Medidas de Prevención, Control y Mitigación Ambiental y Social<sup>13</sup>

Componentes físicos	Componentes biológicos	Componentes Sociales con incidencia en los impactos ambientales
Calidad de aire ambiente	Vegetación Forestal	Salud Humana: trabajadores y población
Nivel de ruido y vibraciones	Fauna terrestre	Uso del suelo
Suelos y geomorfología	Avifauna	Patrimonio Cultural
		Paisaje

#### ▪ Clasificación de las Medidas de Control Ambiental Propuestas

Las medidas de control diseñadas incluyen medidas de prevención y de mitigación cuya naturaleza se define a continuación:

- Medidas de Prevención; como su denominación la indica, a esta categoría pertenecen aquellas medidas diseñadas para prevenir la generación de un impacto "potencial", cuya probabilidad de ocurrencia es alta y que por lo general se relacionan con prácticas comunes de ingeniería.
- Medidas de Mitigación y Control; son aquellas medidas que se diseñan para contrarrestar aquellos impactos cuya presencia es inevitable y ante esta circunstancia se recomiendan prácticas disminuyen la afectación del medio.

#### ▪ Dinámica de la Aplicación de Medidas de Mitigación

La aplicación de las medidas de mitigación propuestas varía de acuerdo a la dinámica de ejecución del presente Proyecto durante las diferentes etapas del mismo; construcción, operación y abandono. Para ello, la identificación de impactos se realizó en base a las actividades programadas, a fin de proponer las medidas de mitigación aplicables a cada actividad. Una sinopsis de estos aspectos se presenta a continuación:

#### ▪ Clasificación de las Medidas de Control Ambiental Propuestas

Las medidas de control diseñadas incluyen medidas de prevención y de mitigación cuya naturaleza se define a continuación:

- Medidas de Prevención; como su denominación la indica, a esta categoría pertenecen aquellas medidas diseñadas para prevenir la generación de un impacto

<sup>13</sup> Se incluyen las variables sociales que tienen una incidencia directa en las actividades de mitigación de impactos ambientales.

"potencial", cuya probabilidad de ocurrencia es alta y que por lo general se relacionan con prácticas comunes de ingeniería.

- Medidas de Mitigación y Control; son aquellas medidas que se diseñan para contrarrestar aquellos impactos cuya presencia es inevitable y ante esta circunstancia se recomiendan prácticas disminuyen la afectación del medio.

#### ▪ **Dinámica de la Aplicación de Medidas de Mitigación**

La aplicación de las medidas de mitigación propuestas varía de acuerdo a la dinámica de ejecución del presente Proyecto durante las diferentes etapas del mismo; construcción, operación y abandono. Para ello, la identificación de impactos se realizó en base a las actividades programadas, a fin de proponer las medidas de mitigación aplicables a cada actividad. Una sinopsis de estos aspectos se presenta a continuación:

##### **a. Etapa de Construcción**

Derivado del entorno ambiental intervenido donde se ubicará la SDP de la actualización de los segmentos de los Lotes A y F, así como de reubicación de la Subestación Las Cruces, las principales consideraciones ambientales durante la construcción son:

- Manejo de desechos derivados del corte de vegetación, excavaciones, construcción y montaje
- Modificación de hábitat terrestres y de los acuáticos y estrés de la fauna silvestre como resultado de la apertura de la servidumbre de paso,
- Prácticas responsables para excavaciones, estabilización de taludes, control de erosión, construcción de cruces de cursos de agua, etc.
- Posibilidad de hallazgos de vestigios arqueológicos y su protección.
- Generación de ruido y vibraciones derivados de las actividades de construcción y tránsito vehicular
- Generación de polvo derivado del movimiento de las excavaciones, reacondicionamiento de accesos y tránsito vehicular
- Manejo de sustancias químicas, combustibles, lubricantes de la maquinaria pesada y equipo.

Adicionalmente, las medidas diseñadas para el manejo de los impactos socioeconómicos durante esta etapa están orientadas a la adquisición de los derechos de paso, compensar económicamente por daños en el área de la SDP cultivos, pérdidas de bosque, así como a maximizar la generación de empleos locales, desarrollo de campañas de información a los empleados y comunidades circundantes; las cuales se integran en los planes de gestión social que posteriormente se presentan.

## **b. Etapa de Operación**

Dentro del desarrollo de un proyecto de transmisión de energía, los aspectos relevantes con relación a la mitigación derivan de:

- El mantenimiento de la servidumbre de paso; el cual en este caso se realizará manualmente. No se utilizarán medios químicos (plaguicidas).
- El mantenimiento del sistema y componentes eléctricos de la línea de transmisión y de las subestaciones.

### **13.2.4.2.1. Etapa de Construcción**

#### **▪ Medio Físico**

##### **a. Calidad de Aire**

- Planificar el reacondicionamiento de los caminos internos de las fincas y parcelas que se utilizarán siempre que el contratista haya causado daños, en lo aplicable.
- Planificar el transporte de materiales y suministros a los diferentes frentes de trabajo a efecto de minimizar el número de viajes.
- Asegurar que los vehículos, equipos y maquinaria pesada tengan un buen mantenimiento
- La maquinaria utilizada para el transporte y acarreo de materiales no debe exceder su capacidad de carga
- Establecer normas de seguridad vial a efecto de mantener una velocidad máxima para disminuir las emisiones fugitivas.
- No realizar incineración de vegetación en áreas de pasto seco.
- Monitorear la calidad de aire en las áreas de construcción de las subestaciones, de acuerdo al avance y la posición de los frentes de trabajo.

Cuadro XIII-2 Parámetros de Partículas de Calidad del Aire y Límites Permisibles, OMS (2005)

Calidad del Aire	
Parámetro Ambiental	Límites Permisibles
PM10	
Anual	20 µg/m <sup>3</sup>
24 horas (meta intermedia 3)	75 µg/m <sup>3</sup>
PM2.5	
Anual	10 µg/m <sup>3</sup>
24 horas (meta intermedia 3)	37.5 µg/m <sup>3</sup>

Fuente: OMS, 2005



## **b. Niveles Ruido y Vibraciones**

- Utilización de vehículos, maquinaria y equipos en buen estado.
- Implementación de Plan de Seguridad Industrial y salud ocupacional para la planificación y desarrollo de las tareas de construcción y dotar de equipo de protección auditiva en caso de que se requiera.

Cuadro XIII-3 Niveles de presión sonora

Niveles de Presión Sonora (LA eq d BA)	
Industrial, Comercial	
Parámetro ambiental	Límites permisibles
7 am - 10 pm (DIA)	70
10 pm - 7 am (NOCHE)	70

## **c. Cuerpos Hídrico Superficiales y Calidad del Agua**

- Implementar el Código de Conducta para Trabajadores y Contratistas respecto a los principios que deben prevalecer para promover la protección ambiental.
- Dispersar los materiales de excavación de torres para que no se acumulen y puedan afectar el drenaje natural y cursos de agua por erosión y escorrentía.
- Diseñar estructuras de protección del drenaje de escorrentía natural en el área de la subestación.
- Implementar trampas de sedimentos, estabilización de taludes y compactación de suelos en las áreas de construcción de la subestación para evitar el transporte de sedimentos por escorrentía hacia los cuerpos de agua.
- Disponer el material de descombre y materiales de excavación en áreas asignadas, alejadas de los cuerpos de agua.
- Prohibición de disponer de cualquier tipo de desechos en los cursos de agua.
- Implementación del Plan de Manejo y Disposición de Desechos Sólidos
- No realizar labores de mantenimiento de equipos, maquinaria y vehículos en cercanías de los cursos de agua.
- Construir los terraplenes de la subestación de tal manera que no constituyan riesgo significativo para los cuerpos de agua adyacentes (drenajes apropiados).

- Reducir al mínimo donde sea posible el corte de vegetación ribereña y las actividades que la perturben.
- Ubicar las estructuras de la línea a distancias prudenciales de los cursos de agua, en lo posible.
- Minimizar la intervención de las orillas de los cuerpos de agua superficial y estabilizar los taludes si se realizara dicha intervención.
- Limpiar los declives cercanos a los cuerpos de agua, el control de la vegetación se deberá realizar derribando los árboles hacia el lado opuesto de la quebrada para no afectar el hábitat acuático y la calidad del agua.
- Utilizar en el área de construcción de la subestación sanitarios portátiles o letrinas para el manejo de desechos orgánicos.

#### **d. Suelos y Geomorfología**

- Planificación de los trabajos de movimiento de tierras para minimizar el volumen de materiales a excavar.
- Diseñar estructuras de control de erosión y estabilización de taludes en las áreas de la subestación sujetas a excavaciones, relleno y nivelación.
- Implementación del Plan de Manejo de Desechos con base en las directrices ya establecidas por TRECSA.
- Verificar el mantenimiento preventivo de la maquinaria de obra civil y transporte pesado, para evitar regueros de combustibles y lubricantes en el suelo.
- Realizar las actividades de mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipo en talleres mecánicos.
- No realizar trabajos de mantenimiento de maquinaria, equipos y vehículos en el área de la SDP o de los caminos de acceso.
- Implementar la contención secundaria e impermeabilización en las áreas de almacenamiento de combustibles, lubricantes y otros productos químicos. Donde estrictamente sea necesario.
- Realizar los movimientos de tierra siguiendo técnicas de ingeniería civil para la preservación y conservación del suelo. .

- Evitar excavaciones innecesarias que afecten el suelo y la calidad del paisaje, para asegurar que los movimientos de tierra previstos en la etapa de construcción no se realicen más allá de los niveles indicados en los planos.
- Los materiales a utilizar para la construcción de las obras deberán adquirirse en bancos de préstamo.
- Dispersar adecuadamente el material proveniente de las excavaciones.
- Diseño de ingeniería del relleno en las áreas que se considera apropiado. (compactación, estabilidad y talud final).
- Estabilizar taludes atacados por erosión, mediante medidas mecánicas y/o biológicas. Ejecutar medidas de protección de taludes en áreas críticas.
- Limpieza completa de las áreas de trabajo antes del abandono de las mismas, en general desechos que hayan quedado como residuos de los trabajos relacionados con la acción.

#### ▪ **Medio Biótico**

##### **a. Vegetación**

- Planificación de los trabajos para minimizar el volumen de corte de vegetación, tanto en el área de la SDP como para los trabajos de reacondicionamiento de accesos.
- Desarrollar el estudio de aprovechamiento forestal que requiere el INAB<sup>14</sup> para el otorgamiento de la licencia respectiva y el control de corte de vegetación.
- Realizar el corte de vegetación hacia adentro de la SDP y de los accesos para minimizar la intervención a la cobertura vegetal.
- Disponer adecuadamente del material vegetativo forestal de acuerdo a los lineamientos que especifique el INAB en la resolución de otorgamiento de la licencia de aprovechamiento, con base en el desarrollo del ECUT.
- Conservar los usos del suelo en la SDP compatibles con el uso para infraestructura del presente proyecto.
- Minimizar el corte de vegetación ribereña para evitar la fragmentación del hábitat terrestre y modificaciones al hábitat acuático.

---

<sup>14</sup> INAB. Instituto Nacional de Bosques. Estudio de Aprovechamiento Forestal con fines de corte.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

- Preservar la vegetación en la medida de lo posible, de acuerdo a la distancia entre el cableado y la copa de los árboles.

#### **b. Fauna Terrestre**

- Implementar el **Código de Conducta para Trabajadores y Contratistas** a efecto de establecer las prohibiciones de caza y pesca en el área donde se desarrolla el Proyecto, como un condicionante de empleo. Así también, no comprar especies silvestres vivas o muertas.
- Establecer el grado de afectación del hábitat terrestre a través de un seguimiento y monitoreo de especies indicadoras sugeridas.
- Se deberá dar atención especial a las especies categorizadas como amenazadas o en peligro de extinción, incluidas en el Convenio de CITES y en el Listado de Especies Amenazadas (LEA, 2006) del CONAP.
- Implementar la normativa de seguridad vial en el área para evitar accidentes relacionados con fauna.

#### **c. Fauna Acuática**

- Implementar el **Código de Conducta para Trabajadores y Contratistas** a efecto de establecer las prohibiciones de caza y pesca en el área donde se desarrolla el Proyecto, como una condición de empleo.
- Minimizar el corte de vegetación ribereña, a efecto de proteger el curso de agua y la calidad del agua.
- Utilizar los pasos de cruce ya establecidos; aprovechar los puentes de luz existentes.
- Implementar los controles de erosión necesarios para evitar el arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua, de tal manera que se afecte su calidad física y por ende afecte las comunidades demersales del ecosistema acuático.
- Implementar el plan de manejo de desechos para evitar la probabilidad de contaminación de los cuerpos de agua.
- Enfatizar sobre las medidas de seguridad vial (velocidad Máxima, señalización, no sobrecargar los vehículos de transporte de materiales, etc.) para minimizar la

ocurrencia de accidentes que puedan provocar derrames de sustancias, combustibles a los cuerpos de agua, que a su vez afecten la fauna. .

- Ubicar las estructuras de la línea de transmisión en lo posible, lo más alejado de las áreas ribereñas.

#### **13.2.4.2.2. Etapa de Operación del Sistema de Transporte**

##### **▪ Medio Físico**

##### **a. Calidad del Aire**

- En lo posible, no disponer de la vegetación cortada por medio de incineración.

##### **b. Radiación No Ionizante: Campos Electromagnéticos**

- Implementación de las Buenas Prácticas Internacionales para la Industria (GIIP) para el diseño e instalación de los sistemas y equipos, en particular, aplicar diseño de ingeniería en las estructuras de conducción (altura de las estructuras), tamaño, configuración y espaciado de los conductores para que se reduzcan los campos electromagnéticos generados por el sistema de transmisión de electricidad.
- Realizar un adecuado mantenimiento preventivo del sistema de transmisión de electricidad.
- Implementación de plan de seguridad industrial y salud ocupacional, dotando de equipo de protección personal adecuado cuando lo amerite.

##### **c. Niveles de Ruido y Vibraciones**

- Cuando se realicen las actividades de inspección y mantenimiento, se debe asegurar que se utilicen vehículos en buen estado.
- Implementación de Plan de Seguridad Industrial y salud ocupacional: Protección auditiva para los trabajadores cuando lo amerite.

##### **d. Cuerpos Hídricos Superficiales, Calidad del Agua**

- Implementar el Código de Conducta para Trabajadores y Contratistas a efecto de establecer el cumplimiento del manejo de desechos, como una condición de empleo.
- Implementar un adecuado manejo y disposición de la vegetación cortada por las actividades del mantenimiento del área de la SDP. No acumular la vegetación cortada en áreas donde obstaculice el drenaje natural y los cursos de agua.



- Retirar las empalizadas que se construyan para facilitar el cruce de los cursos de agua durante las actividades de inspección y mantenimiento.

#### **e. Suelo y Subsuelo**

- Los equipos eléctricos que sean retirados, como transformadores serán embalados en contenedores para evitar la fuga de aceites dieléctricos durante su traslado para su disposición.
- Implementar el plan de manejo de desechos para evitar acumulación de vegetación cortada y desechos del mantenimiento del sistema eléctrico.

#### **▪ Medio Biótico**

##### **a. Vegetación**

- No se utilizarán plaguicidas (herbicidas) en las labores de mantenimiento de la SDP, dado que la mayor parte del mismo está constituido por áreas de pasto y cultivos.
- Cortar las especies invasivas que puedan afectar la asociación natural y el desarrollo de plagas.
- Conservar, en lo posible, los usos del suelo compatibles con el uso para infraestructura del presente proyecto, de acuerdo a los contratos de derechos de paso, convenios con usuarios y arrendatarios de terrenos cultivados.
- Minimizar el corte de vegetación ribereña para evitar la fragmentación del hábitat terrestre y modificaciones al hábitat acuático.
- Implementar un plan de contingencia ante riesgo de incendios a efecto de evitar la propagación de incendios forestales inducidos o naturales que puedan afectar extensiones más grandes de vegetación y para prevenir daños a la infraestructura de transmisión de electricidad. Áreas particularmente susceptibles bosques secundarios y áreas de cultivo en las fincas a lo largo de la SDP.
- No realizar incineración de la vegetación cortada en el área de la SDP.

**b. Fauna Terrestre**

- En lo posible, establecer un programa de mantenimiento de la SDP y del sistema eléctrico, a efecto de optimizar el desarrollo de las actividades en el menor tiempo posible para disminuir el estrés a la fauna por la presencia humana.
- Implementación del plan de manejo de desechos del mantenimiento de la línea de transmisión.
- Implementación del Código de Conducta para Trabajadores y Contratistas, de tal manera que se prohíba la pesca y la caza, así como la compra de especies silvestres vivas o muertas, como una condición de empleo.
- Se deberá dar atención especial a las especies categorizadas como amenazadas o en peligro de extinción, incluidas en el Convenio de CITES y el LEA (CONAP, 2006).

**c. Fauna Acuática**

- Implementación del plan de manejo de desechos sólidos.
- Implementación del Código de Conducta para Trabajadores y Contratistas, de tal manera que se prohíba la pesca y la caza, así como la compra de especies silvestres vivas o muertas, como una condición de empleo.
- Se deberá dar atención especial a las especies categorizadas como amenazadas o en peligro de extinción, incluidas en el Convenio de CITES y en la LEA (CONAP, 2006).
- Minimizar el corte de vegetación ribereña, a efecto de proteger el curso de agua y la calidad del agua.
- Utilizar los pasos de cruce ya establecidos; aprovechar los puentes de luz existentes.
- Implementar los controles de erosión necesarios para evitar el arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua, de tal manera que se afecte su calidad física y por ende afecte las comunidades demersales del ecosistema acuático.
- Enfatizar sobre las medidas de seguridad vial (velocidad Máxima, señalización, no sobrecargar los vehículos de transporte de materiales, etc.) para minimizar la ocurrencia de accidentes que puedan provocar derrames de sustancias, combustibles a los cuerpos de agua, que a su vez afecten la vida acuática.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

▪ **Salud Humana**

**a. Salud Humana: Trabajadores**

- Las inspecciones, mantenimiento preventivo y reparaciones del sistema de transmisión de electricidad (elementos energizados) debe ser hecho solo por técnicos capacitados en la materia.
- Implementación del plan de seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente en el desarrollo de las tareas de mantenimiento del sistema, en particular cuando se desarrollen trabajos con líneas energizadas, trabajos en altura, exposición a campos electromagnéticos y exposición a productos químicos (aceites dieléctricos). Tales medidas de seguridad incluyen la dotación del equipo de protección personal (EPP) apropiado para los trabajos con electricidad, análisis de riesgo y permisos de trabajo, así como medidas de protección específicas que se detallan en el Plan de Seguridad Industrial, Salud y Medio Ambiente.
- Aplicar los procedimientos de trabajo autorizados para el desarrollo de las actividades de mantenimiento del sistema.
- Cumplir con las normas de exposición laboral de los campos electromagnéticos.
- Respetar las distancias de aproximación a elementos vivos, de acuerdo a la norma establecida en el Acuerdo Gubernativo 311-2011, Véase Cuadro XIII-4.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro XIII-4 Distancias Mínimas de aproximación en el trabajo para empleados capacitados, Acuerdo Gubernativo 313-2011

Corriente alterna – Distancias mínimas Operativas para Empleados Capacitados a	
Rango de Tensiones (Fase a Fase - KV)	Distancia Mínima Operativa y Distancia Mínima de Seguridad (metros)
2.1 -15	0.6
15.1 - 35	0.71
35.1 - 46	0.76
46.1 - 72.5	0,91
72.6 - 121	1,01
138 - 145	1,06
161 - 169	1,11
230 - 242	1,5
345 - 362	2,13b
500 - 552	3,35b
700 - 765	4,5b
a OSHA	
b Nota: de 345-362 kV. Y 700-765kv, la distancia operativa mínima y la distancia mínima de seguridad pueden acortarse siempre que tales distancias no sean inferiores a la distancia mínima entre un componente vivo y una superficie puesta a tierra.	

**b. Salud Humana: población en general**

- Implementación de señalización preventiva en las torres a lo largo de la línea de transmisión, advirtiendo sobre el peligro.
- Con respecto a la aeronavegación, se recomienda la instalación de balizas que orienten a los pilotos que realicen vuelo bajo sobre la presencia de líneas de transmisión; informar a las autoridades de Aeronáutica Civil sobre la ubicación del nuevo tendido eléctrico para que se informen los pilotos, particularmente los pilotos fumigadores y el tránsito de helicópteros.

**13.2.4.2.3. Etapa de Abandono**

Teniendo en cuenta que la vida útil de este tipo de proyectos llega a superar los 50 años, no se ha considerado en el corto ni mediano plazo una fase de abandono. Cuando se observe deterioro de algunos elementos que conforman la infraestructura de transmisión se realizarán planes de repotenciación y/o modernización.

En el remoto caso de una etapa de abandono, previa evaluación de la relación costo-beneficio, se contemplarían las siguientes actividades generales:

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

- Desinstalación de conductores
- Desarmado de torres y transporte de materiales LTE
- Demolición de cimientos, puesta a tierra y estructuras de superficie de la LTE y subestaciones.

#### **13.2.4.2.4. Monitoreo y Mejora Continua**

La Gerencia de TRECSA, a través de la Oficinas de Gestión Ambiental, Gestión Social y Gestión de Servidumbres, desarrollará un monitoreo del nivel de cumplimiento de este Plan de Medidas de Mitigación, por parte de la empresa constructora contratada, con base en los objetivos del plan.

La Empresa, con base en los reportes periódicos sobre el desempeño ambiental e implementación de las medidas de mitigación que se implementen y tomando en cuenta los resultados de las auditorías propias que realice, determinará si se requiere de la implementación de medidas correctivas y/o de mejora para promover el desempeño ambiental de la ejecución de la etapa de construcción.

De la misma manera, durante la etapa de operación, las Oficinas de Gestión Ambiental y Social tendrán a su cargo, el seguimiento del desempeño ambiental del Plan de Expansión de Transmisión, PET-01-2009, del que forma parte el presente proyecto. Instrumentos de auditoría anual coadyuvarán a desarrollar el monitoreo y evaluación del desempeño ambiental del presente proyecto y de su integración con todo el sistema.

### **13.3. PLAN DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL**

#### **Introducción**

El Plan de Seguimiento y Vigilancia Ambiental (PSVA) es la herramienta básica de apoyo del Proyecto para el cumplimiento eficiente del Plan de Gestión Ambiental (PGA). El PSVA es un proceso sistemático y dinámico para obtener, evaluar y reportar el cumplimiento de los criterios ambientales establecidos y regulados.

Idealmente esto proveerá lineamientos a TRECSA, de manera complementaria a lo ya implementado para el proyecto PET-01-2009, con el objeto de organizar y promover un adecuado seguimiento e implementar mejoras sustanciales que minimicen los impactos al ambiente.

Dentro de las condiciones para la empresa encargada de la construcción, se indica que la misma será la responsable del cumplimiento de los requerimientos ambientales con base en la legislación nacional y códigos internacionales.



En resumen, a través del PSVA se realizará el seguimiento a los diferentes compromisos ambientales adquiridos por TRECSA a través de la Evaluación del Impacto Ambiental de los Lotes A y F ya aprobada. Este plan incluye:

- **Monitoreo del ambiente natural y cultural** en el área de influencia del presente Proyecto, en complemento a las actividades previstas en el plan de medidas de mitigación.
- **Monitoreo del ambiente de trabajo** para la protección de la salud y seguridad de los empleados y el seguimiento operativo del cumplimiento del PGA en los aspectos de seguridad industrial y salud humana.

Finalmente se propone un mecanismo de evaluación periódica de la efectividad del PGA en la aplicación de sus diferentes planes y programas, como un procedimiento interno de la empresa, independientemente de la supervisión e inspección por parte de las entidades del Estado involucradas en su correcto cumplimiento y/o financieras.

#### ▪ **Objetivos del Plan**

#### **Objetivos Generales**

- Asegurar la mitigación eficiente y efectiva de los impactos y que las medidas de recuperación sean las adecuadas, en las diferentes fases de ejecución del presente proyecto a través del seguimiento y monitoreo de las medidas de protección, control, mitigación y rehabilitación de los impactos provocados por el Proyecto.
- Alcanzar, mantener y demostrar el cumplimiento con la legislación ambiental nacional, normativas internacionales y trabajos voluntarios de TRECSA.
- Implementar las políticas y lineamientos corporativos de TRECSA en materia de monitoreo ambiental y social.
- Preservar la salud pública y el medio ambiente, conservando y protegiendo los recursos naturales.

#### **Objetivos Específicos**

- Establecer la eficiencia de los diferentes programas contenidos en el PGA, para la definición y revisión de acciones detalladas que permitan complementar tales programas a través del tiempo, hasta la finalización de la vida útil del sistema de transporte de electricidad (PET-01-2009), del cual es parte el presente proyecto.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- 
- Promover la eficiencia del PGA, a la luz de las políticas de gobierno en materia de generación eléctrica y protección ambiental.
  - Redefinición de los impactos potenciales identificados, para actualizar, revisar, modificar las medidas ambientales implementadas, como parte de un proceso dinámico, como resultado de las auditorías ambientales.
  - Establecer un procedimiento de verificación y revisión sistemático de las prácticas ambientales aplicadas a proyectos de este tipo.
  - Evaluar los resultados del programa de monitoreo ambiental, para la identificación y/o confirmación de los efectos acumulativos, resultado de la actividad de transmisión de energía eléctrica del presente proyecto.

### **13.3.1 Estructura Interna y Responsabilidades del Personal de Control**

Como ya se indicó anteriormente, TRECSA a través de las Oficinas de Gestión Ambiental, Social y Servidumbres y el personal de la empresa constructora serán los responsables de:

- a. monitorear las condiciones ambientales dentro del área de Proyecto
- b. hacer que se cumplan las medidas ambientales contenidas en el EIA
- c. realizar actividades encaminadas a desarrollar el plan de gestión social del Proyecto.
- d. verificar que los lineamientos ambientales establecidos sean cumplidos por parte de los contratistas y los subcontratistas.

Es importante resaltar que cualquier forma de mitigación que se determine que no esté logrando su objetivo deberá ser corregida y cualquier requerimiento de mitigación adicional puede ser solicitado de acuerdo a las circunstancias reales que se estén dando en el momento.

### **13.3.2 Variables Ambientales a Monitorear**

Para determinar las variables ambientales, objeto de un monitoreo continuo, se seleccionaron aquellos temas o aspectos más importantes, considerando las implicaciones de este tipo de Proyectos y los resultados de la identificación y valoración de impactos ambientales. A continuación se presentan las variables ambientales identificadas.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro XIII-5 Variables Ambientales Sujetas a Monitoreo Ambiental

MEDIO	COMPONENTE
<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>	
Biológico	Ecosistema terrestre: cobertura forestal (ECUT- INAB) y modificación hábitat terrestre (especies indicadoras) en áreas de bosque.
Social y Cultural	Servidumbre de paso y compensación a usuarios, Manejo de Desechos
	Seguimiento a Hallazgos fortuitos de Vestigios Arqueológicos
<b>FASE DE OPERACIÓN</b>	
Biológico	Hábitat terrestre áreas de bosque: seguimiento a de especies indicadoras.
Social	Evolución de las condiciones socioeconómicas

### 13.3.2.1 Metodología de medición

Para monitorear los impactos de una forma práctica y económicamente eficiente, se prepararán los criterios de protocolo de acuerdo a los aplicados para la línea base.

### 13.3.2.2 Periodicidad

Como corresponde a un plan previamente elaborado, la realización del monitoreo es una actividad que acompaña la vida del Proyecto, y con el fin de sistematizar la información recabada apropiadamente para su análisis e interpretación, esta actividad se deberá realizar con una frecuencia generalmente semestral o anual, dependiendo del componente ambiental y la sensibilidad del receptor, así como de los requerimientos específicos del MARN. Los reportes generados serán presentados, oportunamente, ante la Dirección de Gestión Ambiental, DIGARN, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. En el Cuadro XIII-6, se presenta la propuesta de monitoreo para las fases del Proyecto de construcción y operación.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro XIII-6 Variables del Programa de Monitoreo Ambiental y Social

Componente Ambiental	Norma / Parámetros	Periodicidad	
		Construcción	Operación
Calidad del Aire, Subestaciones	OMS, 2005	trimestral	No aplica
Ecosistema terrestre: Verificación del volumen de corte de vegetación, según autorización INAB Seguimiento a la modificación del hábitat terrestre de las áreas boscosas (especies indicadoras)	INAB y Criterios de línea base	Semestral	Anual (hasta los tres años).
Social: monitoreo sobre la evolución de las condiciones socioeconómicas del área de influencia del Proyecto y seguimiento a compromisos sobre servidumbres de paso y compensaciones. Cultural: seguimiento a hallazgos fortuitos de vestigios arqueológicos	Criterios de línea base	Semestral	NA
Disposición de residuos sólidos: corte de vegetación	Criterios del Plan de Manejo de Desechos y Plan de aprovechamiento aprobado por INAB.	trimestral	N/A

### 13.3.3 Parámetros Ambientales Metodología de Medición

A través de todas las etapas del Proyecto, la jefatura de Gestión Ambiental de TRECSA tendrá a su cargo el desarrollo de las actividades de monitoreo, verificando que el mismo se realice de acuerdo a los criterios establecidos en cuanto a los sitios de muestreo y monitoreo, los parámetros a ser medidos, las metodologías a utilizar para la medición y la frecuencia de las mediciones.

Sin embargo, cabe indicar que es posible que las estaciones de monitoreo sean reubicadas a través de la vida útil del Proyecto, dependiendo de las fases de ejecución del mismo y los cambios de receptores potenciales, las disposiciones de la legislación pertinente, y las limitaciones prácticas del ambiente que rodea al Proyecto

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

### 13.3.3.1 Componente Físico

En el Cuadro XIII-7 y Cuadro XIII-8, se incluyen los parámetros y límites permisibles respectivamente.

Cuadro XIII-7 Lineamientos Generales sobre Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (IFC, 2007) para calidad del Aire y Niveles de Presión Sonora

Calidad del Aire en sitios de subestaciones	
Parámetro Ambiental	Límites Permisibles
PM10	
Anual	20 µg/m3
24 horas	50 µg/m3
PM2.5	
Anual	10 µg/m3
24 horas	25 µg/m3
Niveles de Presión Sonora (LA eq d BA)	
Industrial, Comercial	
7 am - 10 pm (DIA)	70
10 pm - 7 am (NOCHE)	70

Cuadro XIII-8 Lineamientos sobre Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional aplicados a la Transmisión y Distribución de Electricidad, IFC, 2007

Límites de Exposición CNIRP (1998) para la Exposición a los Campos Eléctricos y Magnéticos		
Población en General		
Frecuencia	Campos Eléctricos (V/m)	Campos Magnéticos (µT)
50 HZ	5000	100
60 HZ	4150	83
Laboral		
50 Hz	10000	500
60 HZ	8300	415

Fuente: IFC, 2007

#### a. Ecosistema Terrestre

Con relación al ecosistema terrestre se tomarán los criterios establecidos en la línea base del EIA y de aquellos del Estudio de Cambio de Uso de la Tierra (ECUT) y su plan de aprovechamiento, que se desarrollará para la solicitud de corte de vegetación forestal, aprobado por INAB, previo al inicio de las actividades de apertura de brecha y construcción.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

Se realizará un seguimiento a la modificación del hábitat terrestre con base en las especies indicadoras sugeridas en la línea base ambiental.

#### **b. Componente Social y Cultural**

La metodología para el seguimiento de las condiciones del componente social, se realizará de acuerdo a la metodología establecida para la integración de la línea base social e incluirá los diferentes instrumentos para la recolección de información primaria (entrevistas dirigidas, encuestas, etc.), así como los resultados del proceso de percepción local, los acuerdos y compromisos establecidos con los propietarios, usuarios y arrendatarios dentro de la SDP.

Respecto al componente cultural, se dará seguimiento a los hallazgos fortuitos de vestigios arqueológicos durante la etapa de construcción, de acuerdo a los criterios establecidos en dicho plan y en la línea base.

#### **c. Manejo de Desechos**

Se aplicarán los criterios del Plan de Manejo de Desechos y del ECUT y del Plan de Aprovechamiento Forestal aprobado por el INAB y a los lineamientos establecidos en el plan de desechos de TRECSA.

#### **d. Controles Ambientales Adicionales**

La operación del sistema de transmisión de energía es de naturaleza continua. Los programas de mantenimiento serán realizados por el personal capacitado, respetando los programas de mantenimiento preventivo establecidos periódicamente, tanto para el sistema eléctrico como para la SDP, por razones de seguridad industrial e integridad del sistema.

### **13.3.3.3 Evaluación de Efectos Acumulativos**

Este programa tiene como objetivo la actualización de los impactos potenciales definidos y de aquellos de carácter residual, en el espacio y el tiempo, a fin de evaluar su magnitud e importancia, y su efecto acumulativo para propósitos de revisión y definición de medidas ambientales que puedan contrarrestar tal efecto, en lo aplicable, así como contribuir al reforzamiento del proceso de los criterios ambientales en el proceso transmisión de energía.

Debe indicarse que la mayor parte de los impactos acumulativos identificados representan la sumatoria de los cambios de uso del suelo en la SDP e infraestructura existente de los dos Lotes A y F, específicamente para este caso.

## **13.4 PLAN DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL PARA LA FASE DE ABANDON O CIERRE**

Teniendo en cuenta que la vida útil de este tipo de proyectos llega a superar los 50 años, no se ha considerado en el corto ni inmediato plazo una fase de abandono. Cuando se observe deterioro de algunos elementos que conforman la infraestructura de transmisión se realizarán planes de repotenciación y/o modernización.

En el remoto caso de una etapa de abandono, previa evaluación de la relación costo-beneficio, se contemplarían las siguientes actividades generales:

- Desinstalación de conductores
- Desramado de torres y transporte de materiales LTE
- Demolición de cimientos, puesta a tierra y estructuras de superficie de la LTE y subestación.

## **13.5 PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS**

### **Introducción**

El presente Plan de Manejo de Desechos Sólidos constituye un documento guía en las operaciones de TRECSA durante las etapas de construcción y operación del presente proyecto. Sin embargo, la generación de desechos tiene particular importancia en la etapa de construcción del mismo derivado de la apertura de la SDP, corte de vegetación, excavaciones y desechos de construcción. Por lo tanto, el Plan define las pautas para implementar un manejo adecuado de los desechos generados considerando para ello las etapas del ciclo de manejo de los desechos sólidos (generación, recolección, transporte, y, disposición final).

Dada la relevancia de los impactos potenciales asociados a los desechos de la etapa de construcción, se deberán desarrollar los procedimientos operativos específicos para su adecuado manejo y disposición final.

El Plan de Manejo de Desechos se basa en la incorporación de prácticas generales y específicas para el manejo de todos los residuos generados a consecuencia de la actividad de construcción y del mantenimiento del sistema de transporte, una vez esté en operación. En general, la principal fuente de generación de estos desechos será el corte de vegetación, descombre y limpieza de la SDP. Debe indicarse que esta actividad también está relacionada a la licencia de aprovechamiento que emita el INAB, para el corte de vegetación de bosque presente en el SDP (31% de la longitud total).

El Plan de Manejo de Desechos define y describe los procedimientos que se usarán para minimizar, manejar, almacenar y disponer los desechos generados durante las actividades de construcción y montaje, considerando los tipos de residuos, las características del área y disposición final.

Durante la operación del sistema de transmisión, los desechos generados provendrán del mantenimiento de la SDP (poda y limpieza), del mantenimiento preventivo del sistema eléctrico y sus componentes. Las basuras domésticas representarán un volumen muy reducido en esta etapa.

Por la naturaleza de las actividades de construcción que implican básicamente la excavación y construcción de cimientos; por lo que, no se generarán aguas residuales industriales y/o de procesos; así como tampoco durante la operación de transmisión de electricidad. De la misma manera las emisiones a la atmósfera durante la construcción son mínimas y por ende se consideran no significativas. En la fase de operación no habrá generación de emisiones a la atmósfera. Por estas razones, el presente plan se orienta básicamente hacia el manejo de los desechos sólidos; los cuales son generados principalmente durante la construcción; estimándose que el volumen de los mismos será mucho menor en la etapa de operación, debido cobertura forestal a lo largo de la SDP (31%) y al uso actual de la tierra para cultivos, principalmente (69%).

## **Objetivos**

El objetivo de este Plan es establecer y describir las prácticas de manejo apropiadas y los métodos de disposición final para cada tipo de desecho generado durante la vida útil del proyecto de transporte de energía eléctrica y en particular de aquellas etapas en las que se genere el mayor volumen de desechos. Este plan considera las regulaciones ambientales vigentes y la política de TRECSA con criterios prácticos y económicos.

Los objetivos del Plan de Manejo de Desechos Sólidos son:

- Cumplir con las normas y regulaciones ambientales vigentes.
- Eliminar o minimizar los impactos generados por los desechos en el medio ambiente y la salud humana.
- La protección al medio ambiente y reducir los costos asociados con el manejo de los desechos, incentivando a los trabajadores a desarrollar innovaciones para reducir la generación de los desechos e implementar una adecuada disposición final.
- Monitorear adecuadamente el plan de manejo de desechos sólidos para asegurar su cumplimiento, de acuerdo a las directrices de TRECSA.

Los medios para lograr estos objetivos en orden de importancia son:

- Implementación de un plan de manejo adecuado para cada tipo de desecho (vegetación o domésticos).
- Implementación de criterios de selección para la ubicación de los sitios de almacenamiento temporal y de disposición final.
- Aplicación de la normatividad para la clasificación y manipulación de desechos.
- Capacitación del personal.
- Reducción de la generación de desechos, reutilización y reciclaje (recuperación de desechos), en lo aplicable al Proyecto
- Disposición responsable.
- Seguimiento y supervisión.

### **13.5.1. Clasificación de Desechos (Glosario de términos)**

#### **a. Definición de Desecho**

De acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), desecho es todo material (sólido, semisólido, líquido o contenedor de gases) descartado, es decir que ha sido abandonado, es reciclado o considerado inherentemente residual.

Todos los residuos deben ingresar a un sistema de gestión que incluye manejo, tratamiento, transporte y disposición final. El sistema de gestión depende del tipo de residuo que se considere, debiéndose prestar especial atención a la gestión de los residuos peligrosos por su capacidad inherente de provocar efectos adversos.

Es por esta razón que debe quedar clara la clasificación de residuos utilizada, de forma de minimizar los riesgos derivados del ingreso de un residuo peligroso a un sistema de gestión diseñado para otro tipo de residuos.

Los residuos pueden ser clasificados utilizando diferentes criterios, tal como por su estado, origen, tipo de tratamiento al que serán sometidos o potenciales efectos derivados del manejo.

#### **b. Clasificación por los potenciales efectos derivados del manejo**

- **Residuos peligrosos:** son aquellos residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos, pudiendo generar efectos adversos para la salud o el ambiente. Sin perjuicio de lo establecido en las normas internacionales vigentes para el país o las reglamentaciones nacionales específicas, se considerarán peligrosos los que presenten por lo menos una de las siguientes características: auto combustión (inflamabilidad), explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad. En esta categoría entran las grasas, aceites, lubricantes, combustibles, ácidos, etc.

- **Residuos peligrosos no reactivos:** son residuos peligrosos que han sufrido algún tipo de tratamiento por medio del cual han perdido su naturaleza de peligrosos.
- **Residuos inertes:** son los residuos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.
- **Residuos no peligrosos:** son los que no pertenecen a ninguna de las tres categorías anteriores. Como ejemplos de esta categoría podemos mencionar a los residuos domésticos, los residuos de poda o corte de vegetación.

En el caso que nos compete, la mayor generación de desechos recaerá en la categoría de No Peligrosos (corte de vegetación, obra civil, mantenimiento de la servidumbre de paso, principalmente).

### 13.5.2 Identificación de los Desechos Sólidos

Por la naturaleza del proyecto de transporte de energía eléctrica, la mayor generación de desechos recaerá en la categoría de No Peligrosos, toda vez que la fuente de los mismos provendrá de las siguientes actividades:

- **Fase de Construcción:** corte de vegetación, cimentaciones y obra civil e instalaciones.
- **Fase de Operación:** mantenimiento de la servidumbre de paso

El volumen de corte de vegetación boscosa, será estimado a través del Estudio de Cambio de Uso de la Tierra – ECUT- que se realizará previo a la construcción, requerido por el INAB y su control será desarrollado por medio de los lineamientos establecidos por el INAB de acuerdo a la licencia que en su oportunidad se apruebe y a las notas de envío respectivas.

En cuanto a la vegetación cortada que corresponda a cultivos, está será dispuesta de acuerdo a lo requerido por los propietarios de los mismos, según el acuerdo suscrito.

En el área de las subestación Las Cruces, se realizará corte de vegetación significativo, dado que su actual uso es para cultivo de café.

Adicionalmente, como parte de las tareas de construcción, se espera que se generen residuos de cemento, grava, arena y residuos de tipo metálico. El Cuadro XIII-9 muestra los tipos de desperdicios y una descripción de cada tipo de desperdicio generado.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro XIII-9 Inventario de Desechos Sólidos a ser generados por el Proyecto

DESECHO	DESCRIPCIÓN
<b>DESECHOS DE CONSTRUCCIÓN</b>	
Desechos orgánicos (Corte de vegetación boscosa)	Vegetación se estimara a mediante el estudio de Cambio de Uso de la Tierra. SDP Sacos de papel, desechos de embalaje (madera, cartones), etc.
Desechos de materiales de construcción (Cemento, grava, arena no utilizado)	Cemento mezclado usado para construcción de cimientos y plataformas de obras de arte menor.
Contenedores de Metal	Envases de grasas, aceites, etc.
Materiales de Construcción	Residuos metálicos (cables, acero, etc.)
Envases y contenedores plásticos	Geotextiles, tubería, tambores, etc.
Elementos de Filtros	Elementos embebidos en aceite, medias llenas de polvo, partes de cartuchos.
Filtros de aceite e hidráulicos	Filtros provenientes de equipos de construcción, maquinarias, bombas u otros equipos mecánicos.
Grasa no utilizada	Grasa sin utilizar, para mantenimiento de válvulas y equipos.
Aceite usado	Aceite de motores.
Baterías usadas	Baterías de vehículos y maquinaria.
Suelo contaminado con hidrocarburos	Derrames fortuitos de hidrocarburos (gasolina, diésel, etc.).
<b>DESECHOS DE OPERACION</b>	
Vegetación Cortada	Desbroce y poda del área de la SDP (mantenimiento)
Desechos de metal	Cambio de equipos eléctricos de subestación y LTE (cable, conductores, etc.)
Aceites	Aceites dieléctricos (transformadores)
<b>DESECHOS DOMÉSTICOS</b>	
Envases de Vidrio	Envases de bebidas y comida.
Envases de Metal	Envases de bebidas, comida, etc.
Desechos orgánicos	Restos de comida.
Papel usado	envoltorios de comida, periódicos, papel sanitario, etc.

### **13.5.3 Estrategias de Manejo de Desechos**

#### **13.5.3.1 Reducción de volumen de desechos**

En el caso del presente proyecto, los esfuerzos para la reducción de desechos se orienta hacia realizar las siguientes actividades:

1. Implementar técnicas adecuadas para el corte de vegetación, de tal manera que el corte se haga hacia adentro de la brecha de la (SDP) o del área a descombrar.
2. Minimizar el corte de vegetación en la medida de lo posible relacionada al reacondicionamiento de accesos, instalación de estructuras, etc.
3. Optimización de los recursos y materiales. En este aspecto la capacitación del personal de los contratistas y posteriormente de TRECSA, orientada a optimizar y hacer un mejor uso de los recursos, juega un papel clave en cuanto a generar menos desechos en el sitio y a disponer de la basura adecuadamente. Esto induce a una reducción de costos de almacenamiento, menor tiempo empleado en el manejo y clasificación de los desechos y la reducción del riesgo inherente de contaminación por desechos.

#### **13.5.3.2 Minimización**

La minimización es la reducción del volumen de desechos en el punto donde se produce el desecho, es decir realizando una buena planificación de los trabajos y seleccionando proveedores, etc. Cada área de trabajo aplicará técnicas propias para la minimización de desechos con los materiales que habitualmente utiliza.

#### **13.5.3.3 Reutilización**

Se buscará la reutilización de materiales para desempeñar otras labores, sin alterar su estructura. Por ejemplo, el manejo adecuado del material producto de las excavaciones y o restos de construcción pueden ser utilizados como material de relleno (desechos inertes), los toneles pueden ser utilizados para para transportar tierras, o basura, aceites usados, etc., siempre y cuando lo permitan las especificaciones del fabricante del producto original, y que no sean utilizados para almacenar agua o algún material para consumo.

#### **13.5.3.4 Procedimientos para el Manejo de Desechos**

Esta sección describe las normas a seguir durante el transporte, almacenamiento y disposición de desechos, cuyo cumplimiento es obligatorio tanto para el personal de TRECSA como por los contratistas en servicio. En el caso de los desechos generados por

contratistas, éstos están en la obligación de cumplir con el manejo y disposición adecuada, reservándose TRECSA el derecho de supervisar el cumplimiento de los procedimientos señalados bajo pena de sanción al contratista.

- **Registro del Volumen de Desechos Generados**

El contratista a cargo de la construcción del sistema de transporte de energía eléctrica, como parte de su control ambiental, llevará registros de su disposición final. De manera particular, sobre la vegetación cortada, dado que este control se deberá hacer de acuerdo a los lineamientos que establezca el INAB para el efecto y de acuerdo al procedimiento de compensación económica por daños a cultivos y vegetación arbórea en la SDP.

- **Disposición de Vegetación Cortada**

Como ya se mencionó anteriormente, el corte de la vegetación forestal en la SDP deberá regirse por los lineamientos y recomendaciones establecidas en el ECUT y el Plan de Aprovechamiento Forestal presentado al INAB y de acuerdo a la licencia que extienda el INAB, teniéndose que implementar los controles (notas de envío) establecidos de acuerdo a la regulación vigente.

Las secciones del SDP que no sea utilizado para propósitos de siembra de cultivos estarán sujetas a la poda, clareo, limpieza, etc. La vegetación cortada proveniente de esta actividad deberá ser dispuesta dentro de la SDP como incorporación de materia orgánica para la regeneración de suelos y como barrera muerta para evitar el proceso de erosión. En el caso de la madera y/o leña, esta queda a criterio del propietario del terreno si desea extraerla para el uso que más le convenga, utilizando para el transporte las notas de envío autorizadas por el INAB.

- **Otros Desechos**

Durante la construcción, otros desechos incluyen los residuos de materiales de construcción; los cuales pueden servir de material de relleno, estabilización de taludes, etc. En todo caso, la disposición se realizará de acuerdo a las directrices establecidas por TRECSA para su disposición.

Durante la operación, por la naturaleza del Proyecto, los desechos que se generen, fuera de la limpieza y poda de la SDP, generarán volúmenes mínimos, dado que su fuente de origen serán los trabajos de mantenimiento preventivo a lo largo de su vida útil.

- **Desechos de Aceites Dieléctricos**

Debe indicarse que con relación al cambio de aceites dieléctricos para los transformadores, éstos no contienen PCB's. Así también, debe indicarse que la frecuencia de cambio es muy esporádica. La experiencia indica que regularmente, el cambio se realiza cada 20 años o más. En el momento en que deba hacerse, los aceites serán almacenados, tratados

y dispuestos de acuerdo a las normas establecidas en las Hojas de Seguridad (MDS, por sus siglas en inglés).

#### ▪ **Etiquetado**

El etiquetado de los contenedores de desechos (cajas de madera y toneles) buscará facilitar la identificación y clasificación de desechos, para su manejo y disposición final. Esta medida tiene por objeto reducir riesgos en la manipulación, embalaje y transporte de desechos, de modo que cada tipo de desecho pueda ser fácilmente reconocible y manipulado de acorde al grado de peligrosidad.

Aquellos desechos que requieran análisis o pruebas adicionales para verificar su grado de peligrosidad serán etiquetados como "desechos peligrosos" con carácter temporal y manipulados como tales para todo efecto, hasta que los resultados de las pruebas permitan su recategorización definitiva.

#### ▪ **Recolección, Manipuleo y Transporte de Desechos**

Durante el desarrollo de la construcción, cada jefe de cuadrilla será responsable por la recolección y transporte de desechos, que no sean resultado del corte de vegetación. Se emplearán contenedores adecuados para la recolección y transporte de basura (doméstica e industrial). El programa debe incluir las siguientes medidas para prevenir potenciales impactos adversos al medio ambiente, así como a la Salud y Seguridad de los operarios y de las personas en general:

- Proveer a los frentes de trabajo de bolsas para depositar los desechos.
- Transportar fuera de la SDP los desechos orgánicos e inorgánicos generados, peligrosos o no. En el caso de la madera cortada, el transporte y disposición se registrará por los lineamientos que establezca el INAB para el efecto. En el caso de los desechos inertes (grava, suelos removidos), estos serán esparcidos en el sitio, evitando afectar el drenaje natural.
- Evitar la pérdida de desechos durante el transporte.

#### ▪ **Disposición final**

Prevía evaluación, se utilizarán aquellos rellenos sanitarios (regulares) habilitados en botaderos locales, autorizados por las municipalidades, para la disposición final de los desechos inertes y no peligrosos. Los desechos peligrosos y especiales deberán ser manejados por empresa autorizada.

#### ▪ **Otras Alternativas de Disposición**

La empresa contratista encargada de la construcción del Proyecto, es la responsable por el manejo y disposición de desechos. Sin embargo, TRECSA realizará una labor de supervisión de esta actividad, a efecto de verificar el cumplimiento a sus políticas de

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

protección ambiental En el Cuadro XIII-10, se resumen las alternativas de disposición con las que se cuenta.

Cuadro XIII-10 Resumen de Alternativas de Disposición Final de Desechos

DESECHO	ANÁLISIS	ALTERNATIVAS* DE DISPOSICIÓN
Materiales de construcción (concreto, grava, balasto)	Ninguno	Trituración y reutilización en vías de acceso o disposición en un relleno
Envases de vidrio	Ninguno	Trasladarlos hacia centros de reciclaje, en caso de cercanía de los mismos, de lo contrario disponerlos en vertedero autorizado por la municipalidad.
Envases plásticos	Ninguno	Disposición en un relleno sanitario.
Grasa no utilizada	Ninguno	Almacenar para uso futuro

\* Estas alternativas son una referencia pues en cada sitio específico se deberá de buscar una forma práctica de disposición, siempre buscando causar la menor afectación posible

#### ▪ Capacitación en el Manejo de Desechos

##### a. Capacitación Básica

Se proveerá inducción y capacitación del personal en las prácticas de manejo y clasificación de desechos es esencial para la correcta aplicación del Plan de Manejo de Desechos Sólidos. La frecuencia y alcances de la capacitación dependerán de las actividades específicas a ser ejecutadas por el personal. La capacitación general, debe incluir como mínimo, pero no exclusivamente los siguientes aspectos básicos:

- Importancia del Manejo Adecuado de Desechos.
- Alcances del Plan de Manejo de Desechos.
- Clasificación y separación de desechos.
- Reducción del volumen de desechos.
- Normas de Seguridad.

Todo el personal de TRECSA y sus contratistas o subcontratistas deberán recibir información básica sobre el manejo de desechos, enfatizando la importancia del tratamiento y la clasificación de los mismos. Es conveniente enfatizar la importancia de la separación de los desechos reciclables.

Para el caso de la fase de construcción, el Supervisor ambiental de la empresa constructora será el responsable de difundir las instrucciones específicas al personal.

#### ▪ Monitoreo y Mejora Continua

Los elementos para verificar la eficiencia de desempeño con relación a este plan están integrados por las siguientes acciones:



- a. Supervisión e inspecciones de rutina a los frentes de trabajo durante la construcción y durante las actividades de mantenimiento del presente proyecto, a efecto de verificar el cumplimiento en el manejo de los desechos generados.
- b. La realización de verificaciones considerando el ciclo completo del proceso de manejo de residuos, desde su generación hasta su disposición final, incluyendo la revisión a los contratistas, las empresas privadas encargadas del transporte, manejo y disposición final de los residuos
- c. La implementación de acciones para corregir desviaciones del manejo o disposición de desechos

### **13.6. PLAN DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LAS ÁREAS INTERVENIDAS**

Este Plan pretende reducir, cambiar la condición y/o compensar los impactos relacionados con las áreas intervenidas por la remoción de la cobertura vegetal y la pérdida o afectación a la calidad de los suelos, en aquellas áreas que han estado sujetas a las actividades del proyecto, así como de las que en el futuro puedan serlo y posteriormente sean abandonadas.

Sin embargo, debe indicarse que la aplicabilidad de este plan dependerá del uso de la tierra que los propietarios, usuarios y arrendatarios de las tierras definan para el área del servidumbre de paso, considerando los presentes usos compatibles las instalaciones del tendido eléctrico, dado que TRECSA no es propietaria de los terrenos de la SDP. En otras palabras, los futuros cambios de uso del suelo dependerán estrictamente de lo que planifiquen los propietarios de las tierras, siempre que sean compatibles con el uso industrial que se tiene planificado a través del presente Proyecto.

El presente plan está orientado en el concepto de la reducción de impactos visuales durante el desarrollo de los trabajos, promoviendo la regeneración natural, donde sea aplicable de acuerdo a los contratos individuales suscritos con los propietarios de las tierras por donde atraviesa la el SDP.

En el caso de la subestación Las Cruces, no se podrá desarrollar tareas de restauración al menos que se dé el abandono cierre del proyecto.

#### **Objetivos**

- Promover la regeneración natural de la cobertura vegetal en los sitios intervenidos por las actividades de construcción en la medida de lo posible, siempre y cuando así

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

lo permitan los propietarios de las tierras, los arrendatarios y los usuarios que desarrollen actividades compatibles con la de transmisión de energía.

- Recuperar la estructura paisajística, reduciendo al mínimo las áreas intervenidas, a través de un manejo integrado de vegetación (MIV).

### **13.6.1 Recuperación de la Cobertura Vegetal**

Este componente está dirigido a la regeneración de la cobertura vegetal, si es aplicable y que concuerde con el uso actual, a través del establecimiento de criterios de manejo integrado de la vegetación, respetando los criterios de seguridad para este tipo de instalaciones. Cabe indicar que esta es una actividad condicionada a lo que los propietarios establezcan como uso del suelo, siempre y cuando sea compatible con el uso industrial (por ejemplo, no se podrá implementar un uso forestal en la SDP para recuperar la cobertura arbórea que sea cortada).

## **XIV. ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA**

El presente capítulo constituye un análisis de las probabilidades de exceder las consecuencias sociales, ambientales o económicas en el Proyecto de PET-1- 2009, en los segmentos actualizados de los Lotes A y F, así como de la actualización de la ubicación de la subestación Las Cruces, en particular. Se describe la vulnerabilidad de cada uno de los componentes del sistema de transmisión de electricidad que pudiesen estar expuestos, así como los riesgos que pueden ser provocados, tanto por acción humana como por la naturaleza.

### **▪ Introducción**

Un evento de desastre es de carácter repentino que conlleva daño, pérdida o destrucción, que puede clasificarse de acuerdo a la fuente de origen:

- Los que resultan de la ocurrencia de sucesos naturales como terremotos, erupciones volcánicas, tormentas tropicales, huracanes y tornados.
- Los que provienen de riesgos o amenazas provocadas por la actividad humana, ya sea tecnológicos (fallas en los sistemas de seguridad, accidentes, fallas estructurales de infraestructura, explosiones, incendios), o de carácter social, conflictos armados, terrorismo, vandalismo y sabotaje.

Sin embargo en muchas situaciones se suscita una interacción entre los fenómenos naturales y la acción humana como en el caso de los deslizamientos (erosión, obstrucción del drenaje natural, asentamientos en zonas inestables), inundaciones (deforestación de las riberas de los ríos, acarreo de sedimentos y materiales en las cuencas hidrográficas, epidemias de origen hídrico (por deficientes condiciones sanitarias); enfermedades infecto-contagiosas, enfermedades transmitidas por vectores, afecciones, etc.

Otro criterio aplicable a la clasificación de desastres es de acuerdo a su forma de ocurrencia:

- **Comienzo súbito** - terremotos, tsunamis, inundaciones de alta pendiente, tormentas tropicales, erupciones volcánicas y algunos tipos de deslizamientos, explosiones e incendios.
- **Comienzo lento** - sequías, hambrunas, degradación ambiental, desertificación, deforestación, inundaciones de planicie, algunos tipos de deslizamientos.

Sin embargo, a pesar de tener muchos elementos en común, existen particularidades para cada amenaza que deben conocerse ya que caracterizan cada evento.

#### ▪ **Rasgos Generales del área del Proyecto**

El presente proyecto de la actualización de los segmentos de los Lotes A y F, se encuentra ubicado en la parte central del país, en la parte central de las tierras altas volcánicas del país. Las principales formaciones y rasgos geológicos de la región son: Hacia el sur, los volcanes de Agua y Fuego y el complejo de la caldera de Atitlán y sus volcanes Atitlán, Tolimán y San Pedro hacia el SE. En la parte central, un extenso depósito de materiales Cuaternarios volcánicos constituidos por flujos piroclásticos, paleosuelos, cenizas lapillis y líticos. Bajo esta descripción, el AID se ubica en una zona de riesgo sísmico, riesgo volcánico, vulnerable a inundaciones y deslizamientos en las secciones dependientes moderadas a abruptas. El área ha estado sujeta a los eventos naturales indicados; los cuales han moldeado sus características fisiográficas.

En la actualidad los usos de la tierra en el área son principalmente para propósitos de agricultura de subsistencia, café, y forestal. Las actividades agrícolas han cambiado notablemente el ecosistema original y han hecho más vulnerable la región a los efectos físicos causados por estos eventos naturales.

En general, desde el punto de vista social, se puede indicar que el área del proyecto no presenta características que pudieran representar algún riesgo que se deba considerar, dado que toda la trayectoria de la servidumbre de paso, se ubica en su mayor parte en tierras privadas que han permanecido bajo ese régimen de propiedad, con población muy dispersa. Los centros poblados se encuentran fuera del área de influencia directa de la servidumbre de paso. Derivado de ello, se concluye que la vulnerabilidad desde el punto de vista social no es significativa.

#### ▪ **Propósito y objetivo**

El presente análisis representa el esfuerzo por identificar los riesgos asociados a las estructuras de transmisión y subestación, y a la vez prever de la manera más realista y práctica posible, los efectos potenciales que un desastre puede generar en la infraestructura de transmisión, en la vida humana de trabajadores y/o pobladores del AP.

#### **Objetivo**

El objetivo del desarrollo del presente análisis es:

- La definición, desarrollo e implementación de un Plan de Contingencia que permita construir la capacidad de operar al mínimo de aviso de emergencia; obteniendo la

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

información necesaria del evento con suficiente anterioridad, para permitir la activación oportuna del mismo.

- Definir la estructura de respuesta, a efecto de poder responder ante las emergencias que puedan suscitarse por los efectos de los eventos que originen la condición de emergencia.

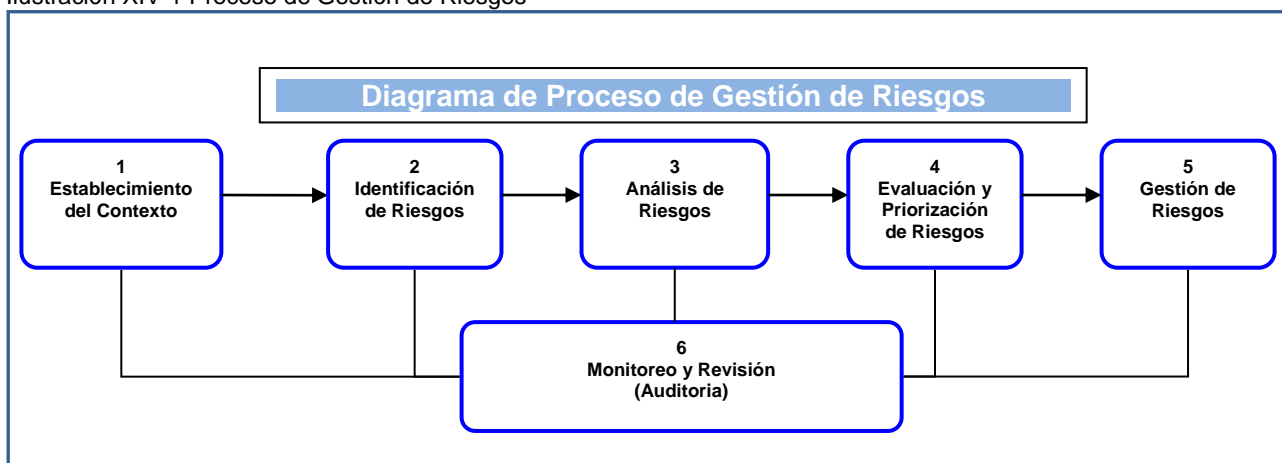
#### ▪ **Proceso de Gestión del Riesgo y Definiciones**

En general, la gestión de riesgo se puede definir como “el proceso de toma de decisiones en un ambiente de incertidumbre sobre una acción que va a suceder y sobre las consecuencias que existirán si esta acción ocurre”. Queda entendido, entonces, que la gestión de riesgos es un proceso dinámico y como tal implica el desarrollo de los siguientes pasos o etapas:

1. Establecimiento del Contexto
2. Identificación de los riesgos
3. Análisis de riesgos
4. Evaluación y Priorización
5. Gestión de los riesgos (plan de gestión)
6. Monitoreo y revisión (auditoría)

Esquemáticamente, en el siguiente diagrama se establece la secuencia en el desarrollo del proceso de gestión de riesgos aplicados a la infraestructura y a la transmisión de energía eléctrica del proyecto propuesto.

Ilustración XIV-1 Proceso de Gestión de Riesgos



Fuente: Geoambiente, 2010



#### ○ **Definición del Contexto**

Esta primera etapa se refiere a la identificación de las características de la actividad que se evalúa o analiza. En este caso, para propósitos de la evaluación del riesgo, se tomó como base la descripción del Proyecto previsto y del contexto ambiental y social donde se propone desarrollar el mismo. En el caso del presente proyecto de transmisión de energía eléctrica, la identificación de riesgos se realizó de manera cualitativa, con base en el análisis de factores tecnológicos, normativos, organizacionales y ambientales, de acuerdo a la información disponible provista y recabada a través de:

- La descripción del proyecto
- Las actividades a desarrollar como parte de su ejecución en sus diferentes fases.
- La normativa aplicable
- Las condiciones ambientales y sociales del área donde se desarrollará el Proyecto.

#### ○ **Identificación de Riesgos**

Esta etapa se refiere a la identificación de los riesgos a través de la revisión a todas las posibles fuentes de generación de los mismos, ya sean internos o externos. Una adecuada identificación depende de la buena calidad de la información disponible, así como del entendimiento de cómo y dónde pueden estos riesgos alcanzar su mayor efecto.

Dado que el presente proyecto se encuentra en una fase de planificación para los segmentos objeto de esta actualización, el nivel del riesgo se estimó con base en criterios de tipo cualitativos, relacionados a la descripción e información disponible.

#### ▪ **Riesgos inherentes**

En este sentido, con base en la evaluación de los componentes evaluados, se estima que los riesgos propios del desarrollo de la actividad de transmisión de energía eléctrica en sus diferentes fases de ejecución, más relevantes, se refieren principalmente a:

##### **Fase de Construcción:**

- Accidentes por trabajos en altura
- Accidentes por manejo de cargas pesadas
- Accidentes viales
- Incendios (forestales)
- Electrocución por trabajo en áreas con líneas vivas y equipo energizado (trabajos en las Subestaciones, o la servidumbre de paso en la infraestructura de transmisión).
- Accidentes por caídas y trabajos en altura

##### **Fase de Operación:**

- Accidentes por trabajos en altura

- Electrocutación por trabajo con líneas vivas.
- Exposición a campos electromagnéticos
- Incendios (forestales), explosiones
- Exposición a aceites dieléctricos

▪ **Identificación de riesgos por la potencial ocurrencia de eventos naturales por la ubicación geográfica del presente**

A continuación se describen los fenómenos naturales que con mayor probabilidad pueden afectar la región:

**a. Terremotos / Movimientos Sísmicos**

Una de las formas estructurales más relevantes en la región es la discontinuidad de la Falla del Motagua, la cual es un sistema de fallas de desplazamiento lateral izquierdo, que forma parte del sistema de fallas existente entre las placas de Norte América y Caribe, siendo parte del límite Norte de la Placa del Caribe. La zona de fallas del Motagua es fuente de eventos sísmicos someros, de intensidades mayores a V (en Escala Mercalli modificada), con períodos largos de recurrencia (60 años o más). Con los sismos a esperar en la región, se espera que ocurran aceleraciones máximas del terreno de 2.2 a 2.4 m/s<sup>2</sup> en por lo menos una vez en un siglo.

Son fenómenos oscilatorios en los cuales se libera energía por la colisión, subducción y deslizamiento paralelo de las placas tectónicas que conforman la corteza de la tierra y/o del movimiento de los sistemas de fallamiento primario y secundario, así como resultado del vulcanismo asociado. De acuerdo a la intensidad de la energía liberada puede ocasionar grandes daños a las estructuras y por ende a las personas localizadas en el área afectada.

Existen dos escalas para medir la intensidad de estos fenómenos: la escala de Mercalli, basada en los efectos causados a las personas y cosas. La escala Richter, que mide la cantidad de energía liberada desde el epicentro del sismo y es revelada a través del sismógrafo. El Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología-INSIVUMEH mantiene un monitoreo permanente de éstos eventos en el país.

**b. Amenaza Volcánica**

La cadena volcánica del país queda relativamente cerca del proyecto, a unos 26 km al SO del Volcán de Fuego, a unos 29 km al SSE del Volcán de Pacaya y a unos 95 km al O del Volcán Santiaguito, todos estos activos en territorio guatemalteco. Un poco más lejano se encuentra el Volcán Izalco en territorio de El Salvador, a unos 144 km al ESTE del área,

Dada la relativa cercanía a los volcanes Fuego y Pacaya, podría pensarse que sean factores de riesgo. Sin embargo, la actividad, los productos y las emisiones de ambos volcanes generalmente son desplazada hacia el Sur de ambos volcanes, favorecidas esencialmente por el flujo predominante de los vientos en el país. Dadas esas distancias, los productos más probables a llegar a la región donde se encuentra el proyecto son cenizas y arenas, pero con muy baja frecuencia.

### **c. Huracanes y Ciclones**

El huracán es un tipo de ciclón tropical o fenómeno meteorológico conformado por fuertes vientos que circulan en forma de espiral y que recogen humedad de las cálidas aguas de mar y descargan sobre la superficie terrestre. Generalmente corresponde a un centro de baja presión atmosférica y de temperatura más alta que la que hay inmediatamente alrededor. Tiene una circulación cerrada alrededor de un punto central.

Con relación al Proyecto, los efectos derivados por un evento de este tipo derivan de la intensidad de lluvias y vientos fuertes provenientes de este tipo de fenómenos, una vez atraviesan tierra adentro.

### **d. Deslizamientos, Movimientos de Masa**

Estos son movimientos geodinámicos que provocan el desprendimiento pendiente abajo, lento o súbito de una ladera, formada por materiales naturales, roca, suelo, vegetación o bien rellenos artificiales. Sus causas naturales son: por actividad sísmica, por composición del suelo y subsuelo, por la orientación de las fracturas o grietas en la tierra, por la intensidad de lluvia en el área o por erosión del suelo.

Debido a las condiciones de deforestación, el riesgo de actividad sísmica y la ocurrencia de lluvias torrenciales, es probable la ocurrencia de deslizamientos, mayormente en las secciones de la servidumbre de paso con pendientes como;

Las pendientes en el área generalmente son moderadas a fuertes, aunque el proyecto en sí toma contacto con la superficie del suelo en sitios puntuales, donde se asientan las torres de conducción.

Las áreas del proyecto (AP) (que son las que efectivamente estarán cercanas a las obras de torres y subestación) con pendientes moderadas (hasta 26%) son 65.88 Ha, áreas con pendientes entre 26 y 55% son 67.02 Ha y mayores de 55% son 35.11 Ha.

### **e. Erosión**

La fuerte intervención que ha sufrido esta región, la hace susceptible a procesos de erosión como consecuencia de la evidente deforestación, por la poca conservación de suelos que

se observa en la región y por el poco control existente en cuanto al uso y ordenamiento de la tierra en general. De acuerdo a las pendientes que hay en esta región, se observan mayores probabilidades de erosión en el sector Sur-Suroeste del proyecto y en el extremo Norte del mismo.

#### **f. Incendios**

Los incendios son uno de los riesgos relevantes por el uso intensivo de varias formas de energía, así como por la práctica de tala y quema de tierras para propósitos de siembra. Por la naturaleza de las actividades en torno al Proyecto (corte y poda de la servidumbre de paso) y el riesgo de acumulación de vegetación cortada (material combustible) y de las prácticas de preparación de tierras de cultivo (roza), el riesgo de incendio se concentra a lo largo de la servidumbre de paso. Sin embargo, la acumulación de vegetación provoca que este riesgo sea generalizado a lo largo de la servidumbre de paso, por las prácticas de agrícolas.

##### **▪ Identificación de riesgos por la potencial ocurrencia de condiciones sociales**

Como se mencionó aquí se incluyen los riesgos originados por las condiciones sociales que pudieran potencialmente afectar al Proyecto.

#### **Inestabilidad Social e Inseguridad**

Otra situación que podría representar un riesgo para el Proyecto es la ocurrencia de actos de vandalismo o sabotaje, los cuales son directamente provocados por las personas y sus consecuencias pueden ser graves si no se manejan de una manera rápida y pacífica. La región en la que se ubica la servidumbre de paso del Proyecto (AP), no se considera una región de conflicto, por cuanto la tenencia de la tierra es privada. No hay población en el AP.

##### **○ Análisis del Riesgo**

Los riesgos se califican y evalúan de acuerdo a los efectos potenciales que pueden producir, la severidad de tales efectos y su probabilidad de ocurrencia (frecuencia). En ese entendido, el proceso de calificación de los riesgos para el presente Proyecto, se realizó a través de los siguientes criterios y su interrelación:

- **Severidad:** califica el riesgo de acuerdo a las lesiones, pérdidas económicas, daños materiales y pérdida en la oportunidad de exportación. La valoración de la potencial pérdida y daños es una condición inherente a cada caso particular.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- **Frecuencia, Probabilidad de Ocurrencia:** probabilidad de que ocurra el riesgo. Las probabilidades pueden variar entre alta, media, baja o muy baja/ninguna. Nuevamente, esta calificación depende de los criterios que se apliquen en cada caso particular.

Bajo estos términos, los riesgos se clasifican de acuerdo a la interrelación entre el impacto o efecto causado (potencial del riesgo) y la probabilidad de que tal efecto suceda. En el Cuadro XIV-1; se muestra esta interrelación de manera genérica para clasificar los riesgos, aplicada al caso del Proyecto de transmisión de energía eléctrica.

Cuadro XIV-1 Clasificación del Riesgo: Frecuencia vrs. Severidad

IMPACTO: Frecuencia vrs. Severidad					
Severidad					
Frecuencia	1	2	3	4	5
4	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto
3	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
2	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto
1	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Alto

#### - **Análisis del Riesgo**

Para el caso del presente Proyecto se optó por la metodología de What if? (¿Qué pasa si?), para las acciones de tipo humano que puedan desencadenar riesgos y para los eventos naturales bajo el criterio de la probabilidad de ocurrencia, con base en las condiciones y potenciales amenazas identificadas en el entorno ambiental donde se desarrollará el Proyecto.

#### - **“¿Qué pasa si?” (What if?)**

Esta es la técnica más apropiada durante la etapa de diseño, dadas las incertidumbres sobre el arreglo final de la servidumbre de paso, e instalaciones auxiliares, entre otros factores.

#### o **Evaluación y Priorización de Riesgos**

Esta etapa se refiere a establecer o decidir si los riesgos son aceptables o no aceptables a partir del impacto potencial derivado de los mismos, a efecto de identificar las prioridades de gestión.

**Consecuencia o Impacto:** es la pérdida que ocasiona el riesgo y la consecuencia de los problemas asociados con el riesgo. Los factores que afectan al impacto son:

- a. La naturaleza: problemas potenciales que se pueden producir en caso de ocurrir.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- b. El alcance: Combina la severidad con su distribución global.
- c. La duración: Combina el momento en el que se sentirá su impacto y la duración del mismo, así como el marco de tiempo en el que es posible mitigar el mismo.
- d. Los efectos de los riesgos pueden ser: catastróficos, serios/críticos, tolerables, insignificantes / marginales.

En el siguiente cuadro, se muestra la calificación de los riesgos, con base en las consecuencias generadas por su ocurrencia.

Cuadro XIV-2 Evaluación y Priorización del Riesgo: Consecuencia o Impacto

ATRIBUTO	VALOR	DESCRIPCION DE LA CONSECUENCIA O IMPACTO
Consecuencia o Impacto	Catastrófico	Pérdida del Sistema >50%
	Crítico	Recuperación de la Capacidad Operativa. Pérdida >20% <50%
	Tolerable	Capacidad operativa mermada. Pérdida >10%<20%
Probabilidad de Marco de Tiempo	Muy baja	< 10%
	Baja	> 10%, < 25%
	Moderada	> 25%, < 75%
	Alta	> 75%, < 90%
	Muy Alta	> 90%
Marco de Tiempo	Improbable	Menor del 30%
	Corto Plazo	30 días
	Mediano Plazo	1 a 6 meses
	Largo Plazo	> 6 meses

#### ▪ Escalas de la amenaza por fenómenos meteorológicos

Con el propósito de poder tomar las decisiones y medidas preventivas apropiadas, de acuerdo a la evolución o comportamiento de las condiciones meteorológicas, se han establecido cinco niveles o condiciones. Estas condiciones deberán ser monitoreadas constantemente y el flujo de información hacia la gerencia deberá ser de manera permanente.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Nivel 1 ó Condición blanca: condiciones meteorológicas favorables en todo el país, no se esperan cambios en las próximas 72 horas. No se ha registrado ningún fenómeno meteorológico.

Nivel 2 ó Condición verde: condiciones meteorológicas variantes en el país, las áreas de interés externas pueden verse afectadas; el clima varía en lapsos de hasta 48 horas.

Nivel 3 ó Condición amarilla: condiciones meteorológicas limitantes en el área inmediata al Proyecto. Se pueden esperar lluvias abundantes, vientos de hasta 84 Km. /h. Sismos o deslizamientos ocurren en un radio de 250 Km.

Nivel 4 ó Condición naranja: las condiciones meteorológicas son especialmente adversas. El agua o los vientos han afectado en grado moderado las áreas aledañas.

Nivel 5 ó Condición roja: Las área del Proyecto se encuentran bajo influencia directa de un fenómeno meteorológico mayor como una tormenta tropical, huracán o similares. Se han registrado temblores hasta de grado 5 y superiores en la escala de Mercalli o su equivalencia en Richter.

#### ▪ Criterios de Evaluación

Los criterios utilizados para la evaluación de los riesgos en base a las escalas de amenazas descritas anteriormente, se muestran en las siguientes matrices, que se utilizarán posteriormente para crear una matriz de evaluación para visualizar los resultados.

**Criterio de Frecuencia:** para la aplicación de este criterio se toma en cuenta la probabilidad de ocurrencia, el Cuadro XIV-3 ilustra el criterio de evaluación según frecuencia.

Cuadro XIV-3 Frecuencia

NIVEL	PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
A	10-1	Frecuente	Ocurrirá frecuentemente
B	10-2	Probable	Puede ocurrir varias veces en la vida del Proyecto
C	10-3	Ocasional	Puede ocurrir alguna vez en la vida del Proyecto
D	10-4	Remoto	Infrecuente pero probable
E	10-5	Improbable	Tan infrecuente que no hay referencias

**Criterio de Severidad:** para la aplicación de este criterio se toma en cuenta el grado de severidad de los riesgos con respecto al personal, al medio ambiente y operación del sistema de generación. El Cuadro XIV-4, ilustra el criterio de severidad de riesgos.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro XIV-4 Severidad

CATEGORÍA	GRADO	PERSONAL	MEDIO AMBIENTE	OPERACIÓN
I	Menor	Sin potencial de lesiones	Sin potencial de efectos perdurables	Falla funcional sin potencial de daños
II	Crítico	Lesiones leves	Efectos sobre área inmediata/Mitigación inmediata	La falla ocurrirá sin daños mayores/Trabajo restringido
III	Mayor	Lesiones potencialmente graves	Efectos en área inmediata y local/Mitigación corto plazo	Daños mayores/Incidente con pérdida de tiempo
IV	Catastrófico	Lesiones potencialmente fatales	Daños masivos al medio ambiente local y regional/ Recuperación a largo plazo	Falla o paro completo del sistema

#### ▪ Gestión de Riesgos

La gestión de los riesgos se plantea de acuerdo a las características de importancia y significancia de la actividad. De esa cuenta, como pauta general se consideran los siguientes criterios de gestión o administración de riesgos:

- ✓ **Riesgos de Bajo nivel**  
Son aquellos que pueden ser aceptados y sugieren la posibilidad o no de implementar una acción adicional a los mecanismos que ya tienen control sobre ellos.
- ✓ **Riesgos de Nivel Moderado**  
Son los riesgos que deben ser parte de un proceso de gestión y/o tratamiento, a través de procedimientos de trabajo (disciplina operativa).
- ✓ **Riesgos de Nivel Alto**  
Son riesgos que requieren de una cuidadosa administración o gestión y de la preparación de un plan formal.

Para los eventos naturales, se identifican las áreas vulnerables que pudieran ser más susceptibles al efecto de tales fenómenos. De esa cuenta, el diseño del Proyecto ha tomado en cuenta las diferentes normas internacionales para infraestructuras industriales de este tipo. Sin embargo no está exenta al impacto de un desastre natural. Se ha considerado que las áreas vulnerables según el tipo de desastre podrían ser, así:

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro XIV-5 Gestión de Riesgos: Áreas Vulnerables Según Tipo de Desastre

Fenómeno	Área o Estructura vulnerable
Huracanes y ciclones	Línea de transmisión y subestación por ser estructuras de mayor altura.
Sismos / Terremoto	Subestación y línea, por su vulnerabilidad por su altura, tomando en cuenta que representa su criticidad por las líneas de alta tensión.  Accesos al paso de servidumbre, carreteras, puentes.
Movimientos en masa/deslizamientos	Accesos a la servidumbre de paso, puentes, laderas.
Incendios	al paso de servidumbre, Subestación
Actos de vandalismo y sabotaje / Disturbios	Subestación y línea de transmisión.

Las opciones para el tratamiento de los riesgos se ilustran a continuación. De tal manera que en orden de prioridad, se busca que a través de una adecuada gestión se promueva:

**a. Eliminación del Riesgo**

A través de esta acción se pretende evitar los factores que promueven la ocurrencia del riesgo y con ello eliminar la posibilidad de exposición al mismo. Este tipo de acción regularmente se aplica a aquellos riesgos que no son inherentes a la actividad evaluada, pero más bien pueden ser generados por riesgos "accesorios" que no influyen en directamente en los objetivos del Proyecto.

**b. Reducción del Riesgo (Mitigación)**

Esta acción se refiere a reducir la probabilidad de ocurrencia y/o a mitigar las consecuencias o ambas a la vez. La probabilidad puede reducirse a través del desarrollo de los controles de gestión, planes, programas y procedimientos; así como a través de un adecuado arreglo organizacional (supervisión, capacitación, documentación) que promuevan la reducción de la frecuencia o la oportunidad de que ocurra una falla en el sistema. Las consecuencias pueden reducirse asegurando o garantizando que los controles de manejo y de otro tipo o bien, que las barreras físicas estén en el lugar apropiado para minimizar cualquier consecuencia adversa tales como las planificaciones de contingencia. Esta acción de mitigación del riesgo a un nivel manejable tomando en consideración los siguientes criterios:

**- Evitar el Riesgo**

En este caso el riesgo ya existe y puede provocar efectos negativos. En este caso, la aplicación de procedimientos, prácticas y medidas de mitigación deben aplicarse a efecto de evitar que el riesgo provoque tales efectos. Evitar el riesgo no es lo mismo

que eliminarlo. Evitar el riesgo significa que el mismo amenazará permanentemente el sistema y por ende debe evitarse que se generen los efectos negativos. Este principio puede aplicarse a la gestión de riesgos por causas naturales, a través de un diseño de ingeniería, por ejemplo.

- **Aceptación y Retención del Riesgo**

Generalmente, la mayoría de los riesgos que se identifican en un Proyecto no es posible eliminarlos. La retención del riesgo es la asunción de que el riesgo existe; no se puede eludir ni transferir y por lo tanto hay que convivir con él y está sujeto a un adecuado proceso de gestión, a través de la aplicación de criterios de diseño, tecnología, normativa, organización, etc.

- **Transferencia del Riesgo**

Esto significa el cambiar la responsabilidad de un riesgo de la organización, sistema a otra, o bien aplica a la transferencia de responsabilidades a otra entidad, organización, de una manera acordada entre las partes.

- **Monitoreo y Revisión**

El monitoreo y la revisión es una etapa esencial e integral en el proceso de gestión de riesgos. Es necesario monitorear: los riesgos, la efectividad de los sistemas, planes y programas de control de riesgos, a efecto de garantizar que las circunstancias y condiciones originales en las que se desarrolló el estudio, como cambios en la operación y administración, variaciones ambientales, sociales, económicas, etc., no alteren la evaluación y las prioridades de los riesgos. Debe tomarse en cuenta que los riesgos, su ocurrencia y control, obedecen a procesos dinámicos. Es extremadamente raro que un riesgo permanezca estático.

Por tal razón, sistemáticamente, como parte de la disciplina operativa del sistema de gestión de seguridad industrial, salud y medio ambiente de la actividad, deben mantenerse documentados los cambios, a efecto de re-evaluar los riesgos inherentes a los mismos para re-ajustar su control y mitigación, así como para mantener actualizados los planes de contingencia.

- **Evaluación de Riesgos**

- **Evaluación de Riesgos por Fenómenos Naturales**

- **Huracán / Ciclón**

El siguiente cuadro muestra la evaluación de riesgos para huracanes y/o ciclones:



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro XIV-6 Evaluación de Riesgos, Huracán/Ciclón

Condición	Blanca	Verde	Amarilla	Naranja	Roja
Descripción	No hay cambio de clima. Condiciones normales	Velocidad de viento de 63 Km/h	Velocidad de viento de 84 Km/h	Velocidad del viento de 118 Km/h	La velocidad del viento es de 119 Km/h o mayor
Frecuencia	A	B	B	B	B
Severidad	I	I	I	II	III

- Inundación

El siguiente cuadro muestra la evaluación de riesgos para inundación:

Cuadro XIV-7 Evaluación de Riesgos, Inundación

Condición	Blanca	Verde	Amarilla	Naranja	Roja
Descripción	No se registran cambios de clima. Condiciones normales.	Invasión de agua en áreas normalmente seca	Desarrollo de una depresión tropical, indicada por CONRED	Presencia de una tormenta tropical, indicada por CONRED	Huracán de tipo 3 a 5 indicado por CONRED
Frecuencia	A	A	B	B	B
Severidad	I	I	II	III	IV

- Terremoto

El siguiente cuadro muestra la evaluación de riesgos para riesgos por sismos:

Cuadro XIV-8 Evaluación de Riesgos, Sismos

Condición	Blanca	Verde	Amarilla	Naranja	Roja
Descripción	3.5 en escala de Richter. Generalmente no se siente, pero es registrado.	3.5 – 5.4 escala de Richter. Se siente levemente y causa daños menores	5.5 – 6.0 escala de Richter. Ocasiona daños ligeros a edificios	6.1 – 6.9 escala de Richter. Puede ocasionar daños severos.	7.0 – 7.9 escala de Richter. Terremoto mayor, causa graves daños.
Frecuencia	A	B	C	D	D
Severidad	I	II	III	III	IV

- Movimientos en Masa /Deslizamiento

El siguiente cuadro muestra la evaluación de riesgos para riesgos por deslizamientos:

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro XIV-9 Evaluación de Riesgos, Movimientos en Masa

Condición	Blanca	Verde	Amarilla	Naranja	Roja
Descripción	No hay indicios de deslizamientos. Condición normal	Desplazamiento de suelos aledaños al Proyecto	Desprendimiento de pequeñas cantidades de suelos y rocas en áreas del Proyecto	Agrietamiento del terreno. Desprendimientos con volúmenes apreciables	Desprendimientos masivos, grietas o fracturas muy anchas, desplazamiento de la masa del terreno.
Frecuencia	A	B	B	A	B
Severidad	I	II	II	III	IV

- Incendio

El siguiente cuadro muestra la evaluación de riesgos para riesgos por incendios:

Cuadro XIV-10 Evaluación de Riesgos, Incendios

Condición	Blanca	Verde	Amarilla	Naranja	Roja
Descripción	No hay anomalías en el área del Proyecto	Presencia de alguna actividad de riesgo (quema de residuos)	Incendio forestal a un radio de 800 m del Proyecto	Incendios forestales a un radio de 300 m de las estructuras del Proyecto	Incendio en el área en donde se ubican las estructuras del Proyecto
Frecuencia	A	B	B	D	D
Severidad	I	I	I	I	III

## CONCLUSIONES

Con fundamento en la evaluación de riesgos y los registros históricos de este tipo de eventos en el área, se puede concluir que:

- La mayor posibilidad de ocurrencia de un huracán o ciclón es probable con un grado de severidad bajo, con manifestación de intensidad de lluvias.
- La posibilidad de ocurrencia de una inundación es poco probable y el grado de severidad puede ser bajo.
- La probabilidad de ocurrencia de un sismo mayor o terremoto con consecuencias catastróficas para el área del Proyecto es crítica.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- 
- La ocurrencia de deslizamientos en el área es crítica en las partes con las pendientes abruptas.
  - Los incendios forestales es probable que ocurran con cierta frecuencia derivado de las prácticas agrícolas para la preparación de los terrenos.

- **Evaluación de Riesgos, por condiciones inherentes al Proyecto**

A continuación, se presentan los riesgos más relevantes inherentes al Proyecto, con base en la información disponible al momento. Este análisis tiene carácter preliminar.

- **Riesgos de Nivel Alto**

Son aquellos que, de no administrarse adecuadamente, pueden provocar consecuencias catastróficas, en el sentido de provocar una pérdida del 50% del sistema, o bien provocar accidentes incapacitantes<sup>15</sup>, pérdida de vidas humanas y/o daños ambientales severos que pueden implicar compensación de los mismos. Sin embargo, debe indicarse que la aplicación de criterios de diseño, buenas prácticas de ingeniería (GIIP), implementación de criterios de disciplina operativa, promoverá el control del riesgo, de tal manera que puede reducirse y controlarse como riesgos críticos. En el siguiente cuadro se muestran los riesgos considerados de nivel alto.

---

<sup>15</sup> Lesión Incapacitante. Es un término ampliamente utilizado en materia de seguridad industrial y salud ocupacional y establece la limitación física por condición de accidente que involucra pérdida de días de trabajo

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro XIV-11 Resumen de los Riesgos de Nivel Alto

Área	Riesgo	Tipo Riesgo	Frecuencia	Severidad	Clasificación	Priorización del Riesgo
Subestación Línea transmisión	Falla en sistemas de protección /acciones inseguras /electrocución/ descargas electro atmosféricas	operativo/ material /lesiones incapacitantes/ pérdida de vidas humanas /	1	5	alto	Catastrófico
Subestación /Línea transmisión	Accidentes en trabajos de altura / cargas pesadas / actos inseguros/ condiciones inseguras	lesiones incapacitantes /pérdida de vidas humanas	1	5	alto	Catastrófico
Subestación /Línea transmisión	Ocurrencia de Eventos Sismos Extremos	Operativo/material/ ambiental/lesión	1	5	alto	Catastrófico

Estos riesgos requieren prioridad en su administración y por lo tanto, se deben aplicar estándares de diseño, construcción, operación y mantenimiento, así como de la implementación de procedimientos de operación, mantenimiento y seguridad industrial específicos (Permiso de trabajo, EPP y herramienta de trabajo específica), así como el desarrollo de las operaciones por personal capacitado y entrenado para el efecto. De la misma manera, requiere de la planificación de contingencia y de medidas de protección, a límites manejables.

#### ➤ **Riesgos de Nivel Moderado**

Estos son riesgos que, de no ser administrados adecuadamente, pueden provocar pérdidas del sistema entre el 20-50%, con capacidad de recuperación, pueden ocurrir accidentes incapacitantes y/o con pérdida de tiempo, daños ambientales críticos pero recuperables. En el siguiente Cuadro, se resumen los riesgos bajo esta categoría.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Cuadro XIV-12 Resumen de los Riesgos de Nivel Moderado

Área	Riesgo	Tipo Riesgo	Frecuencia	Severidad	Clasificación	Priorización del Riesgo
Subestación/cuarto de control/	Accidentes con electricidad/fallas	material / lesión	2	4	Medio	Crítico
Línea transmisión/ servidumbre de paso	Incendios derivados de prácticas agrícolas no controladas, acumulación de vegetación /sabotaje	Ambiental / operativo /lesión	3	2	Medio	Crítico/Tolerable
Accesos a la servidumbre de paso /subestación	eventos sísmicos moderados /vulcanismo moderado	Operativo	3	2	Medio	Crítico/ Tolerable
Subestación/ Línea transmisión/ acceso	Golpes y caídas /cortaduras / picaduras de animales ponzoñosos / accidentes con pérdida de tiempo	Lesión /operativo	3	2	Medio	Crítico
Camino de acceso	Accidentes vehiculares/ daños a infraestructura vial	material / lesión con pérdida de tiempo	4	2	Medio	Crítico
Todas las Áreas (Línea transmisión , subestación, accesos, servidumbre de paso)	Falla en el uso de herramienta y equipo adecuado de operación y mantenimiento	operativo / material / lesión / ambiental	3	3	Medio	Crítico
subestación/ Línea transmisión	Fallas críticas por descargas electro atmosféricas	operativo / material / lesión / ambiental	2	3	Medio	Crítico

Estos riesgos para su gestión requieren de la implementación de disciplina operativa como una herramienta de gestión de seguridad proactiva y reactiva (si suceden accidentes), a efecto de implementar las acciones correctivas necesarias para mitigar la probabilidad de ocurrencia del riesgo y su severidad al nivel más bajo posible, así como la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, capacitación y entrenamiento y sistemas de seguridad y de alerta.



### ➤ Riesgos de Nivel Bajo

Estos son los riesgos donde su ocurrencia establecen una capacidad operativa mermada y necesidad de reparaciones del 10%-20% del sistema operativo y daños ambientales menores, así como la ocurrencia de lesiones menores (casos de primeros auxilios). Este tipo de riesgo requiere de un buen seguimiento al programa de disciplina operativa y una seguridad proactiva, a través de la implementación de un adecuado mantenimiento preventivo y control operativo, una adecuada selección de personal capacitado y el establecimiento de manuales de operación, etc. En el siguiente cuadro se resumen tales riesgos generales.

Cuadro XIV-13 Resumen de Riesgos de Nivel Bajo

Área	Riesgo	Tipo Riesgo	Frecuencia	Severidad	Clasificación	Priorización del Riesgo
Instalaciones en general: subestaciones, LTE, accesos, servidumbre de paso	Tropezones, pequeñas cortaduras, pequeños golpes contusos /primeros auxilios/ accidente vehiculares menores	Lesiones menores	4	1	Bajo	Tolerable
Cuarto de Control en subestación /Línea	Fallas de instrumentación sin paro	operativo	4	1	Bajo	Tolerable
Subestación y Línea transmisión	Exposición a radiación no ionizante (Campos Electromagnéticos)	Incierto	4	1	Bajo	Tolerable
Subestación / Línea transmisión	Ruido de corona	menor	4	1	Bajo	Tolerable

#### ▪ Lineamientos para Gestión de Riesgos

##### ○ Medidas Preventivas y Mitigatorias

Para poder mitigar cualquiera de los riesgos anteriormente analizados, se propone la implementación de un conjunto de planes y programas que han sido descritos en el EIAS sobre Medio Ambiente y Seguridad Ambiental, Salud Ocupacional y Contingencia. Tanto en la etapa de planificación como en la etapa de construcción, operación y abandono. De la misma manera se han tomado en cuenta los criterios de seguridad para la etapa de diseño, construcción y operación.

El Plan de Seguridad, Salud Ocupacional y Protección Ambiental tiene como objetivo proveer información, dirección y procedimientos sobre los aspectos de seguridad industrial,

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

salud ocupacional y protección ambiental, a efecto de prevenir, evitar y reducir los riesgos de nivel alto y nivel moderado y que por lo tanto requieren un proceso de gestión específico a efecto de prevenir, controlar y mitigar las consecuencias o impactos. Véase Sección XIII. Plan de Gestión Ambiental.

#### ✓ **Medidas Preventivas**

Se adoptarán las siguientes medidas:

Implementación de las Buenas Prácticas Internacionales de Ingeniería (GIIP) en el diseño de las instalaciones, construcción y operación.

Implementación de las normas y lineamientos de seguridad industrial, protección ambiental y salud ocupacional definida en el presente estudio.

Implementación del Plan de Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional: EPP, permiso de trabajo, equipos, prácticas y procedimientos.

Capacitación permanente del personal de la empresa, así como a los contratistas involucrados en el desarrollo del Proyecto en sus diferentes etapas Proyecto.

Mantenimiento preventivo de las instalaciones, equipos, paso de servidumbre y accesos.

Sistema de prevención de incidentes en base a las capacitaciones planificadas, que incluyen los procedimientos y controles orientados a la mitigación de incidentes, referentes a los aspectos de seguridad ocupacional y responsabilidad con el medio ambiente de acuerdo a los sub planes (módulos) descritos que forman parte del Plan de Gestión Ambiental.

#### ✓ **Medidas Mitigatorias**

En caso de ocurrencia de un evento que genere una situación de emergencia, se procurarán los siguientes medios de mitigación:

- Equipo de respuesta ante los eventos (huracán/ciclón, inundación, sismo/terremoto, deslizamiento, incendio), etc.
- Señalización preventiva (alto Voltaje, peligro, etc.).
- Planes de contingencia con participación de otras instituciones relacionadas.
- Coordinación para ayuda mutua con entidades gubernamentales u otras empresas en la zona para apoyo en caso de desastres.

## **14.1. PLAN DE CONTINGENCIA<sup>16</sup>**

### **14.1.1. Introducción**

El Plan de Contingencia establece las acciones que se deben ejecutar para prevenir y/o controlar riesgos ambientales o posibles accidentes y desastres que se puedan producir en el Área de Influencia Directa (AID) del Proyecto en todas sus etapas.

Este Plan también tiene como propósito ayudar a contrarrestar los efectos que se puedan generar por la ocurrencia de eventos asociados a fenómenos de orden natural y a emergencias producidas por alguna falla de las instalaciones de seguridad o error involuntario en la operación y mantenimiento de equipos e infraestructura.

Un evento de desastre es de carácter repentino que conlleva daño, pérdida o destrucción que puede catalogarse en dos grandes grupos:

- Los que resultan de la ocurrencia de fenómenos naturales como terremotos, erupciones volcánicas, tormentas tropicales, depresiones tropicales; y
- Los que provienen de incidentes (provocadas por la actividad humana), ya sea tecnológicos-operacionales (fallas en los sistemas de seguridad, accidentes, derrames, explosiones, incendios operacionales y forestales), o de carácter social, conflictos armados, terrorismo (al igual que consecuencias derivadas como desplazados y refugiados).

Sin embargo, en muchas situaciones se suscita una interacción entre los fenómenos naturales y la acción humana como en el caso de los deslizamientos (erosión, fallas en la canalización de aguas, asentamientos en zonas inestables). Para tal efecto, el presente Plan de Contingencias incluye diversos escenarios de siniestros que pudieran ocurrir durante la vida útil del Proyecto. Además, incluye planes de respuesta ante estos eventos, procedimientos para implementar dichos planes (guías de acción), coordinaciones, materiales, equipos a utilizar, sistema de comunicaciones, etc.

### **Definición**

El Plan de Contingencia es el procedimiento escrito que provee de las guías básicas de acción, información, notificación, dirección y procedimientos ante riesgos existentes o potenciales que se originen por alguna situación de emergencia, respondiendo en forma colectiva, coordinada, adecuada y oportuna con criterios de seguridad, eficiencia y rapidez. En el caso del presente Proyecto, estos riesgos se refieren principalmente a la potencialidad de ocurrencia de fenómenos naturales que puedan afectar la integridad del

---

<sup>16</sup> PLAN DE GESTION AMBIENTAL MODIFICACIONES AL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO PET 01-2009, PLAN DE EXPANSIÓN DE TRANSPORTE 2008-2018 LOTE A. TRECSA, 2015

sistema de transmisión de energía y de aquellos riesgos de accidentes inherentes a la naturaleza de los trabajos y operación propia del Proyecto.

### **14.1.2. Objetivos y alcance**

#### **Objetivos**

- Prevenir o controlar, lo posibles incidentes y/o emergencias operativas, desastres naturales o posibles accidentes industriales que puedan presentarse en las obras e instalaciones de del Proyecto.
- Establecer los procedimientos y planes de respuesta para atender en forma oportuna, eficiente y con los recursos necesarios, incendios, accidentes, desastres naturales, atentados y cualquier otra situación de emergencia que se presente.
- Realizar un control permanente sobre los equipos e instalaciones que forman parte del Proyecto, mediante inspecciones periódicas y el cumplimiento de los programas de mantenimiento.
- Capacitar al personal involucrado en el Plan de Contingencias en técnicas adecuadas para controlar en forma oportuna cualquier emergencia, evitando o minimizando impactos al medio ambiente, así como daños al personal y a las instalaciones.

### **14.1.3. Alcance**

El Plan está diseñado para hacer frente a las situaciones de emergencia de magnitud considerable. Sin embargo, cuando la emergencia amenace superar la capacidad de respuesta del personal de la empresa, se debe solicitar el apoyo externo a las entidades públicas correspondientes.

El Plan de Contingencias contiene:

- El procedimiento de notificación para reportar el incidente y establecer una comunicación entre el personal ubicado en el sitio de emergencia, el personal fuera de la instalación y las autoridades competentes.
- Procedimientos para el entrenamiento del personal en técnicas de emergencia y respuesta.
- La descripción general del área en operación.
- Una lista de los tipos de equipos a ser solicitados para hacer frente a las emergencias.
- Una lista de las entidades públicas a quienes se deberá contactar en casos de emergencia.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

Se tendrá en cuenta el siguiente orden de prioridades:

- Garantizar la integridad física de las personas.
- Evitar la ocurrencia de daños sobre el ambiente y su entorno.
- Garantizar la seguridad de las obras y su área inmediata.

#### **14.1.4. Organización del Proyecto**

##### Descripción de los Recursos

Como se indica en el análisis de riesgos realizado, los recursos con los que es necesario contar para el caso de ocurrencia de una eventualidad son los siguientes:

##### Equipo de información y control de emergencias

Constituido por el equipo permanente que lleva registro del mantenimiento de las estructuras del Proyecto. El equipo debe monitorear la situación para conocer su evolución o desarrollo; y debe funcionar como canal de comunicación entre el personal que labora en la empresa y las agencias o instituciones relacionadas con la situación.

Se debe contar con el siguiente equipo: radio enlace, equipo de televisión y radio para el monitoreo de noticias y comunicados, acceso a telefonía celular y un directorio actualizado con los números de emergencia de todas las agencias estatales y personal clave de la empresa.

##### Comité de emergencias (COMEM)

La organización y nombramiento de este grupo está determinado principalmente por el Gerente de Proyecto. El grupo no deberá tener más de 5 miembros para facilitar la toma de decisiones. Una vez activado el Comité, toda la dirección del Proyecto durante una emergencia recaerá sobre este grupo, es decir el Gerente de Proyecto delegará la autoridad al COMEM durante la emergencia.

##### Grupos de acción de emergencia

Deberán estar integrados por personal operativo a cargo de la construcción y mantenimiento del Proyecto. Estos grupos deben ser capacitados y entrenados en control de incendios y primeros auxilios. El número de personas que integren este grupo será determinado por el COMEM.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

#### Fondo de equipo de emergencia

La administración deberá asignar un fondo de emergencia suficiente para cubrir las siguientes necesidades: alimentación y compra especial de equipo que sea necesario de acuerdo a las circunstancias, como puede ser: capas, botas de hule, herramientas manuales, linternas y baterías, entre otros.

Además de este fondo, la empresa debe contar con el siguiente equipo, sin esperar hasta el momento de la emergencia para adquirirlo: vehículos de emergencia (preferiblemente para todo terreno), equipo de atención médica de emergencia (dispensario).

#### **14.1.5. Procedimientos de Notificación para Reportar el Incidente y Establecer Comunicación con el Personal de la Empresa y la Población.**

Toda contingencia deberá ser informada inmediatamente después de ocurrida por el supervisor del área donde se produce el hecho. Asimismo se comunicará a las autoridades correspondientes.

#### **14.1.6. Lista de Equipo a ser Utilizado frente a Emergencias**

- a) Maquinaria pesada: Durante la etapa de construcción el Contratista contará con la maquinaria para las labores de remoción de tierras en casos sea necesario. Se considera que la probabilidad de requerir este tipo de maquinaria es baja. Esta maquinaria constará de retroexcavadoras, tractores, motoniveladoras y camiones de volteo.

Durante la etapa de operación se deberá coordinar con las autoridades competentes la remoción de derrumbes que afecten las vías de acceso y/o infraestructura del Proyecto.

- b) Equipos e Instrumentos de primeros auxilios y de socorro: Estos equipos deben estar a disposición en cada una de los frentes de trabajo y deben ser fácilmente transportables. Se recomienda contar con medicamentos para tratamiento de primeros auxilios, cuerdas, cables, camillas, vendajes, gasas y tablillas.

La compra de implementos y medios de protección personal se hará conforme a las especificaciones técnicas formuladas por la oficina de seguridad de TRECSA y el Contratista.

#### **14.1.7. Procedimiento para el entrenamiento del personal en técnicas de emergencia y respuesta**

- a) El Contratista de construcción establecerá las brigadas especializadas, con responsabilidades definidas en los frentes de trabajo.
- b) La designación de los miembros de las brigadas deberá ser comunicada a todo el personal, así como, las responsabilidades de cada una de ellas en los casos de emergencias.
- c) En todo programa de trabajo de seguridad y salud ocupacional deberán incluirse actividades de capacitación y entrenamiento de primeros auxilios para caso de accidentes eléctricos y demás riesgos comunes de la empresa.
- d) Se designará a un funcionario quién se encargará de la supervisión del Plan de Contingencia, debidamente aprobado por la empresa.

#### **14.1.8. Tipos de Contingencias**

La contingencia de siniestros que pueden presentarse en el Proyecto depende de varios factores, entre ellos: La ubicación geográfica, condiciones climáticas, y causas originadas por el vandalismo y/o sabotaje. Estas se clasifican de la siguiente manera:

- a) Fenómenos naturales, como sismos, deslizamientos, etc.
- b) Emergencias operativas o incidentes normalmente originados por las operaciones, incendios, caída de cables energizados, etc.
- c) Accidentes industriales del personal propio o contratistas, normalmente producidos por procedimientos inapropiados, condiciones inseguras o como consecuencia de los fenómenos naturales o emergencias operativas anteriormente enunciadas, incluyendo también a los habitantes del entorno, siempre y cuando los accidentes hayan ocurrido como consecuencia de las operaciones del transporte de energía eléctrica.
- d) Fenómenos sociales como sabotajes, vandalismo, robos, etc.

##### **14.1.8.1. Accidentes Industriales.**

A continuación se amplía el análisis relacionado con los accidentes industriales.

- a) En las Líneas de Trasmisión de Energía Eléctrica podrían ocurrir caídas de altura: El montaje de redes, así como las operaciones de mantenimiento de las estructuras que se realizan a grandes alturas, pueden originar accidentes por caídas de personal desde diferentes niveles. Usualmente, estos son causados por actos y procedimientos inapropiados o desconcentración en el trabajo y/o no utilizar el

- 
- Equipo de Protección Personal (EPP) apropiado (arnés de seguridad, escaleras, etc.).
- b) Heridas corto-punzantes: Ocurren por actos inseguros de los trabajadores durante el montaje, mantenimiento y operación, así como por no usar el EPP adecuado.
  - c) Electrocución: Los accidentes industriales por electrocución ocurren normalmente por incumplimiento de las normas de seguridad, así como por el uso inadecuado del EPP, de los reveladores de tensión, de las tierras portátiles o de los procedimientos para autorizar la energización de equipos luego de su mantenimiento o permisos de trabajo.
  - d) Quemaduras: Los accidentes industriales por quemaduras son ocasionados generalmente por contacto con superficies calientes o como consecuencia de contacto con fluido eléctrico.

#### **14.1.8.2. Falla de Equipo o Infraestructura.**

Ocurren accidentes por fallas mecánicas de equipos o en instalaciones por causa de la corrosión, en ambos casos por fatiga del material y falta de mantenimiento, así como de control de la corrosión.

- a) Caída de cables energizados: Emergencias por caída de cables energizados, debido a fatiga del material o agentes externos que provocan la rotura del cable, como consecuencia de falta de mantenimiento preventivo y correctivo.

#### **14.1.9. Estrategias de Respuestas para Accidentes Industriales y Fenómenos Naturales**

##### **➤ Caídas de altura, heridas punzo-cortantes, electrocución, quemaduras**

##### **a) Concepto de operación**

Proteger al personal accidentado mediante la prestación de primeros auxilios en el lugar de los hechos y su traslado de inmediato a un hospital o clínica para su atención médica.

##### **b) Tareas y responsabilidades**

##### **Antes**

- Capacitación a todo el personal de la empresa y contratistas en temas de seguridad industrial, a fin de evitar procedimientos inadecuados de trabajo y fomentar el uso adecuado del EPP correspondiente. El EPP mínimo incluye casco, botas, anteojos

de seguridad, arnés de cuerpo entero, guantes, entre otros, según la actividad y el riesgo que esta implica.

- 
- Dotación de EPP a todos los trabajadores de operaciones y mantenimiento.
- Preparación de procedimientos de trabajo y obligatoriedad de su cumplimiento, así como la supervisión minuciosa de los trabajos de riesgo.

#### Durante

- Auxiliar de inmediato al accidentado de acuerdo a las guías de acción elaboradas para cada caso.
- Notificar al COMEM sobre el incidente.

#### Después

- Analizar las causas del accidente y las acciones tomadas para auxiliarlo en el lugar, así como la demora en el arribo de la ambulancia o auxilio médico.
- Finalmente preparar el Informe preliminar de accidente industrial, de acuerdo al formulario oficial del COMEM dentro de un plazo de 24 horas.

#### a) Cómo actuar en caso de un accidente

En caso de ocurrir un accidente de este tipo en las instalaciones, el personal actuará de la siguiente forma:

- De tratarse de un accidente leve, aplicar primeros auxilios al accidentado y trasladarlo de inmediato a la clínica u hospital más cercano para que sea visto por un médico.
- De tratarse de una caída de altura con síntomas de gravedad, abrigar al accidentado y solicitar una ambulancia para su traslado inmediato a un centro de asistencia.
- Si presenta síntomas de asfixia, darle respiración artificial boca a boca y de igual forma solicitar una ambulancia para atención médica de urgencia.
- En caso de quemadura, no aplicar remedios caseros al accidentado sólo agua fría y solicitar una ambulancia para su traslado a la brevedad a una clínica u hospital.
- De tener hemorragia por herida punzocortante, sujetar una gasa en el lugar para evitar la pérdida de sangre. Se está ubicada en las extremidades, hacer un torniquete para cortar la pérdida de sangre, aflojando el torniquete cada 10 minutos para evitar gangrena y hacer trasladar al accidentado a un centro asistencial cercano.
- De quedar atrapado con peso encima del pecho, palanquear el elemento pesado y retirarlo para que el accidentado no se asfixie, hasta la llegada de la ambulancia.
- En caso de haber sufrido el accidentado una descarga eléctrica, cuidar que respire, de otra forma darle respiración boca a boca para reanimarlo, simultáneamente

---

solicitar asistencia médica o traslado a una clínica o al centro de asistencia más cercano.

- La atención inmediata al accidentado mediante conocimientos de Primeros Auxilios puede salvarle la vida, así como su traslado rápido a un centro de atención médica.

➤ **Falla de Equipos e Infraestructura**

Caída de Cables Energizados

a) Concepto de operación

La caída de un cable puede ocasionar interrupciones de la operación de las redes.

A pesar que por lo general si hay caída de cables, la línea o equipo sale inmediatamente del servicio y deja de estar en operación se debe contar con la distribución de tareas y responsabilidades para contrarrestar este tipo de incidentes.

Antes

- Capacitación del personal para actuar en forma rápida y racional ante emergencias de este tipo.
- Proveer al personal de equipos de protección para cubrir la posibilidad de accidentes industriales leves o fatales por electrocución.
- Finalmente, el mantenimiento adecuado de los sistemas de protección y equipos en general. Por ejemplo el reemplazo de cables fatigados o en mal estado.

Durante: La aplicación inmediata de los planes de respuesta por el Plan de Contingencia, ante el aviso de la emergencia (este se explica en el inciso c) a continuación.

Después: La evaluación de los daños al medio ambiente, personal e instalaciones de las redes, para informar a las entidades gubernamentales en forma correcta y oportuna.

b) Cómo actuar en caso de caída de un cable

En caso de ocurrir la caída de un cable en las instalaciones de las redes, el personal actuará de la forma siguiente:

- La persona que detecte la falla, avisará de inmediato a Supervisor o Jefe de Operaciones identificándose e indicando el lugar y el tipo de emergencia.
- Tratará en lo posible de aislar la zona o de impedir que se acerquen vehículos o personas al cable caído.
- El responsable de mantenimiento de redes accionará la alarma para alertar al COMEM y se dirigirá a la zona del problema.
- Mientras tanto se habrá procedido a aislar completamente la zona para evitar el paso de vehículos y personas.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- 
- Luego de superarse el problema, se analizará las causas de la caída del cable y de la falla del Interruptor de Energía de protección, de ser el caso.
  - De haber ocurrido algún accidente industrial, se actuará de acuerdo al procedimiento correspondiente.
  - Se cumplirá con los informes preliminares y finales a las autoridades gubernamentales en forma correcta y oportuna.
  - Finalmente, el COMEM analizará las causas de la emergencia y la actuación de los integrantes de su organización, a fin de sugerir las mejoras correspondientes.

#### **14.1.10. Estrategias de Respuestas para Contingencias Naturales**

##### **➤ Sismos**

##### **a) Concepto de operación**

La presencia de movimientos telúricos puede perjudicar las operaciones de los equipos de las redes.

El propósito de esta estrategia es actuar en forma inmediata para resguardar la integridad física de toda persona presente en el sitio afectado. Al mismo tiempo, se pretende cuidar del equipo e infraestructura, implementando las acciones de protección de los equipos.

##### **b) Tareas y responsabilidades**

##### **Antes**

- El personal operativo de la empresa y sus contratistas deberá ser capacitado para actuar ante emergencias por temblores o terremotos,
- La señalización vertical y horizontal de las rutas de evacuación en casos de sismos y su facilidad de tránsito, así como de los extintores para control de conatos de incendio como consecuencia de los sismos

##### **Después**

- Luego de terminado el sismo, se debe evaluar los daños a los equipos instalaciones de la empresa, así como preparar los informes requeridos, en la forma recomendada y en los plazos fijados.
- Llevar a cabo una inspección de las LT para determinar el grado de daño sufrido, así como las acciones correctivas a implementar.
- Finalmente, de acuerdo a la política de la empresa, se deberá analizar las acciones tomadas para proteger los equipos, así como la actuación del personal durante la

---

evacuación de las instalaciones, a fin de aprovechar la experiencia obtenida para corregir errores y mejorar la eficiencia de las acciones de protección de las máquinas.

c) Qué hacer en caso de un sismo

#### Almacenes y otras instalaciones

Al ocurrir un sismo, el personal de las instalaciones administrativas, almacenes y talleres, actuará de acuerdo al procedimiento siguiente:

- Mantener la calma.
- Alejarse de las Líneas de Transmisión.
- En caso se encuentre al aire libre trate de no colocarse cerca de las torres y/o Líneas de Transmisión y árboles.
- Alejarse de taludes o sitios con pendientes muy marcadas, ya que existe el riesgo de que se produzcan derrumbes.
- Luego de terminada la emergencia se deberá evaluar los daños al personal y a las instalaciones para preparar el Informe Preliminar.
- Asimismo, el COMEM deberá analizar la actuación del personal y de los coordinadores de la evacuación, de ser conveniente, tomar las acciones correctivas a que hubiere lugar.

#### En trabajo de mantenimiento de las Líneas de Transmisión

En caso de ocurrir un sismo, el personal a cargo del mantenimiento de las LT y servidumbre, deberá proceder de la siguiente manera:

- Mantener la calma.
- El personal que se encuentre en el ambiente de trabajo que percibe el sismo, abandonará de inmediato la zona de trabajo.
- De inmediato el personal técnico deberá reportarse a la oficina para salir a las zonas donde requieran con urgencia el apoyo técnico.
- De inmediato el personal técnico deberá hacer un recorrido de las redes de su jurisdicción para tomar nota de los posibles daños.
- Luego de terminada la emergencia se deberá evaluar los daños al personal o a las instalaciones y preparar, de ser necesario, el Informe Preliminar.
- Asimismo, el Comité Central de Seguridad deberá analizar la actuación del personal y de los coordinadores de la evacuación, de ser conveniente, tomar las acciones correctivas a que hubiere lugar.

➤ **Atentados y Sabotaje.**

a) Concepto de Operación

El Plan de Contingencias incluye acciones oportunas y enérgicas de control, para contrarrestar este tipo de incidentes. Aunque este tipo de incidentes ya no suele ser común, hay que prever y actuar en caso de presentarse este tipo de emergencias. En la actualidad, este tipo de incidentes suele presentarse por descontentos entre la población ubicada en los alrededores de cualquier proyecto.

b) Tareas y Responsabilidades

Antes

- Socializar la ubicación de las estructuras y obras del Proyecto con las autoridades de seguridad pública.
- Supervisión constante del personal de mantenimiento en las zonas estratégicas.

Durante

Durante la emergencia, la principal prioridad es el resguardo de la integridad física de los trabajadores y subcontratistas de TRECSA y en segundo plano se encuentra el resguardo de las instalaciones y equipo del Proyecto.

Después

Luego de controlada la emergencia y evaluado los daños al personal, medio ambiente e instalaciones, preparar el informe preliminar y final en forma correcta y oportuna a las autoridades gubernamentales.

En reunión del COMEM, analizar las causas de la emergencia y el comportamiento de las brigadas de respuesta a los eventos ocurridos, así como de la estrategia utilizada, a fin de sacar conclusiones provechosas para mejorar las acciones de respuesta.

c) Cómo actuar en caso de atentado

- En caso de atentado o sabotaje la persona que lo detecte, avisará de inmediato al supervisor de turno de la emergencia indicando el lugar y el equipo afectado.
- De detectarse personal ajeno a la empresa y que estuviera armado, el personal se cubrirá para salvaguardar su integridad física.
- No exponerse al tratar de solucionar el conflicto o involucrarse en la situación.
- El jefe de turno informará de inmediato a la oficina de seguridad de TRECSA para que se tomen las respectivas determinaciones.
- Cumplida esta acción, el COMEM se constituirá en el área afectada, procediendo a evaluar la situación para activar el Plan de Contingencias, de considerarlo necesario.

- Según sea el evento originado por el atentado, el contratista de construcción determinará la estrategia de respuesta al tipo de emergencia específico y dará instrucciones a las unidades de apoyo externo para actuar, como se describe en las guías de acción para incendios, derrames, caída de cables, etc. Durante la etapa de operación deberá ser TRECSA quien determine las acciones a seguir.
- Se cumplirá con la entrega del informe preliminar y final a las autoridades gubernamentales correspondientes en forma correcta y oportuna.
- Finalmente el COMEM analizará las causas de la emergencia y la actuación de los integrantes de su organización, a fin de sugerir las mejoras correspondientes.

#### **14.1.11. Organización del Equipo de Respuesta**

##### **14.1.11.1. Organización**

A continuación se expone la organización propuesta para el Plan de Contingencias:

- Coordinador General: Usualmente se asigna el cargo al Gerente del Proyecto, aunque podrá designarse según se determine más conveniente.
- Otros integrantes: Jefe de Oficina de Seguridad, Jefes de Oficina de Mantenimiento de Líneas de Transmisión, Jefe de Oficina de Gestión Social y Jefe de Oficina de Gestión Ambiental.
- Brigadas de combate de las emergencias, ya sea contra incendio, contra derrames, contra desastres entre otros; integrada por personal operador, de mantenimiento y miembros de la seguridad de las instalaciones.

##### **14.1.11.2. Apoyo logístico con que cuenta el Equipo de Respuesta**

###### Personal

Es el recurso humano constituido por ingenieros, técnicos y trabajadores de la Empresa, que se encuentran en disponibilidad absoluta para atender cualquier contingencia.

###### Equipo

Aquí se encuentran los vehículos así como equipos y herramientas disponibles, para cualquier tipo de contingencia.

###### Materiales

Son los materiales disponibles en las bodegas para atender cualquier tipo de contingencia.

## **1. Procedimiento de Comunicación de Emergencias**

### Notificación de la contingencia

Ocurrido el siniestro, la persona que lo detecta informa de inmediato al supervisor de turno de acuerdo a las instrucciones recibidas al respecto (identificación, lugar, tipo de evento, magnitud etc.). El supervisor de turno acciona u ordena accionar la alarma para que de ser necesario los integrantes del COMEM se constituya de inmediato en el lugar.

Automáticamente, con la activación del Plan de Contingencias, previa evaluación de la gravedad del evento, se activa el Plan de Llamadas, por lo que un equipo de personas procede a realizar las comunicaciones necesarias.

### Plan de Llamadas

El plan de llamadas consta de tres tipos de comunicaciones: internas, externas y de apoyo.

### Llamadas Externas

Consiste en la comunicación de la emergencia a las Autoridades Gubernamentales involucradas con la supervisión de las actividades de la empresa, dependiendo del tipo de ocurrencia.

### Llamadas de apoyo

Para el control de las emergencias se contará con el apoyo de cuerpos de socorro (bomberos) y seguridad pública (PNC).

## **2. Funciones Específicas para la Contingencia**

### Del Coordinador General

- Recibir la información de la contingencia presentada.
- Contactar con el Coordinador de Operaciones para actualizar la información.
- Actuar como punto de contacto con las entidades de apoyo externas.
- De acuerdo con la naturaleza de la contingencia, preparar las notificaciones a las entidades reguladoras, sobre el desarrollo de las operaciones de contingencia, y a las autoridades ambientales (MARN).
- Coordinar las gestiones a seguir al nivel local y regional para dar cumplimiento al Plan de Contingencia en casos de gran magnitud.
- Recibir y revisar el informe de investigación de la emergencia para evaluar la efectividad del Plan de Contingencias, efectuar las recomendaciones y/o ajustes en el Plan.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- 
- Prestar asesoramiento técnico en aspectos de su competencia, a todas las áreas que lo soliciten; manteniendo una coordinación permanente con las áreas técnicas, a fin de canalizar sugerencias y evaluar condiciones inseguras.
  - Es el vocero oficial de la Empresa ante la opinión pública, quien divulgará cualquier información oficial; proporcionada por el Presidente del Plan de Contingencia y la respectiva coordinación con la asesoría legal.
  - Mantener actualizado el Plan de Contingencias.
  - Impulsar la divulgación del presente Plan entre todo el personal y contratistas.
  - Establecer los medios adecuados para capacitar al personal para hacer frente a emergencias.
  - Hacer cumplir el mantenimiento preventivo de los equipos.
  - Coordinar con el COMEM para las prevenciones de los riesgos inherentes a los trabajos en casos de emergencia.

*Del Coordinador de Operaciones*

- Asumir la responsabilidad en caso que el Coordinador General del Plan de Contingencia esté ausente.
- Verificar la operatividad de las unidades móviles, equipos y materiales para hacer frente a la emergencia.
- Mantener un seguimiento completo del evento para estar bien informado y comunicar oportunamente al Coordinador General del Plan de Contingencia.
- Si es necesario solicitar al Coordinador General la intervención de las entidades externas de apoyo.
- Evaluar, revisar y aprobar los informes de la contingencia, luego disponer las acciones necesarias para evitar su repetición y/o mitigación.
- Coordinar directamente con el Gerente General las acciones a tomar en la emergencia.
- Evaluar los incidentes y tomar la acción administrativa apropiada para minimizar su impacto sobre la empresa.

*Del Personal Operativo*

- Aplicar los procedimientos establecidos de acuerdo al tipo de contingencia que se presente.
- Coordinar con el Coordinador de Operaciones las acciones a realizar.

*Del Personal de Apoyo*

- Dentro de este equipo se encuentran todos los trabajadores profesionales, técnicos y otros que participaran en este Plan de acuerdo a funciones especiales asignadas según el tipo de eventos que se presente.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

### **3. Informes de las Contingencias**

El siguiente paso será la preparación del Informe Preliminar y final de la Contingencia a las Entidades Gubernamentales de acuerdo al tipo de evento.

## **14.2. PLAN DE SEGURIDAD HUMANA E INDUSTRIAL**

### **Introducción**

Como parte del aseguramiento del bienestar de los empleados y contratistas involucrados en la ejecución de actividades durante las etapas del Proyecto implementará el Sistema de Gestión de Medio Ambiente, Salud y Seguridad Industrial que ya tiene definido a nivel corporativo, integrado al establecido para la central de generación.

Dicho Sistema de Gestión incluye lineamientos específicos que se implementarán al desarrollo integral del Proyecto PET-1-2009, para que las actividades, en las diferentes etapas y componentes, se realicen de manera segura y confiable; se puedan prevenir los daños a la salud de los trabajadores, se protejan las instalaciones y se eviten accidentes que puedan provocar daños a terceros.

Para el propósito del presente EIA para el Proyecto de transporte de energía eléctrica, se presentan los lineamientos en materia medioambiental, salud ocupacional y de seguridad industrial pertinentes al sistema de transporte de energía eléctrica.

### **Objetivos del Plan**

El principal objetivo del Plan incluido en este estudio es la prevención de accidentes. Al mismo tiempo, persigue brindar al trabajador un lugar seguro y saludable para la realización de sus tareas. El plan es complementario a los planes de contingencia que forman parte del manejo de la seguridad industrial del Proyecto.

#### **14.2.1. Contenido del Plan**

Este Plan comprende medidas de carácter general, medidas directas de prevención para la salud, medidas de protección contra el ruido, desarrollo de trabajos en altura, manejo de cargas pesadas, seguridad vial, protección contra electrocución, etc.; los cuales forman parte de los lineamientos corporativos ya establecidos por TRECSA para el desarrollo de sus operaciones. .

El presente plan toma como base los lineamientos de los diferentes procedimientos corporativos de TRECSA. Estos lineamientos incluyen:

- a. Manejo de Materiales. El propósito de este lineamiento es proveer de los requerimientos mínimos de seguridad y de las mejores prácticas para el manejo seguro y confiable de materiales. Este lineamiento clasifica el manejo de materiales en tres categorías: manejo manual, manejo asistido (equipo) y manejo de cargas (grúas).
- b. Comportamiento de Contratistas. El principal objetivo de este documento es proveer de la visión, organización y herramientas que deben contribuir al mejoramiento continuo de la empresa con relación al desempeño ambiental, de salud ocupacional y seguridad industrial, a todos los contratistas y subcontratistas con el propósito de que cumplan con el nivel de desempeño esperado por la compañía.
- c. Sustancias Prohibidas. TRECSA ha definido este lineamiento con el propósito de comunicar su filosofía y sus expectativas mínimas sobre la prohibición del uso de químicos peligrosos por los empleados en los sitios de operación de la empresa. Las sustancias químicas prohibidas incluyen sustancias manufacturadas y elementos de ocurrencia natural que están internacionalmente reconocidos por sus impactos sobre la salud humana o el ambiente. Esto químicos pueden ser persistentes al ambiente, se pueden bio-acumular y generan impactos de tipo cancerígeno y /o mutagénicos y/o de fertilidad.
- d. Sistema de Análisis y Gestión de Riesgos. Tiene el objetivo de asegurar que se aplicará un análisis sistemático aplicado a la gestión de riesgos para todas las actividades operativas y de medio ambiente, salud y seguridad que se desarrollen. El sistema debe asegurar que la legislación local se cumpla. Uno de los objetivos principales es el establecimiento de los controles apropiados en el sitio para todas las actividades que son identificadas como de alto riesgo. Esto implica que se deberán integrar barreras múltiples de protección para cada actividad para asegurar que los niveles apropiados de seguridad se cumplen.
- e. Seguridad Física. Estos lineamientos se refieren a que todos los empleados, contratistas, subcontratistas y colaboradores deben conocer las políticas de TRECSA y deben el fiel cumplimiento e implementación de todas las políticas y estándares corporativos de la empresa. TRECSA, velará por la implementación de los mismos; los cuales serán parte de los instrumentos contractuales que se acuerden.

El proceso deberá ser documentado con suficiente detalle para proveer asegurarse que todos los objetivos arriba indicados han sido cubiertos.

- f. Manejo de Crisis. El propósito de este lineamiento es proveer de una guía para el manejo eficiente de una situación de crisis. El plan está diseñado para involucrar las disciplinas e individuos de la empresa que sean necesarios para el manejo de la

situación de crisis, con el propósito de favorecer la probabilidad de manejar dicha condición de la mejor manera posible tratando de que las operaciones se desarrollen tan normal como sea posible.

Durante el manejo de la crisis, se deberán tener los siguientes objetivos:

- Evitar o minimizar la posibilidad de muerte o heridas
- Concluir el incidente de crisis lo antes posible.
- Evitar que un incidente relativamente menor se convierta en uno mayor.
- Minimizar los daños comerciales y a la reputación empresarial como resultado de un incidente mayor.
- Recuperar las condiciones de operación rápida y efectivamente.

El Sistema de Gestión de Medio Ambiente, Salud y Seguridad Industrial establece que TRECSA desarrollará revisiones de rutina sobre el desempeño del sistema para asegurarse de la efectividad y eficiencia en la aplicación de todas las políticas, estándares, procedimientos y objetivos. Estas revisiones deberán incluir:

- Cumplimiento a todas las leyes y reglamentos aplicables.
- Cumplimiento a las políticas, lineamientos y procedimientos de la empresa.
- Cumplimiento con los procedimientos operativos, de medio ambiente, salud ocupacional, seguridad industrial (EHS) y los compromisos sociales, así como los requerimientos de las entidades financieras.
- Lecciones aprendidas de los incidentes relacionados al medio ambiente, salud ocupacional, seguridad industrial y aspectos sociales.
- Lecciones aprendidas de los incidentes relacionados a la operación.
- Desempeño de medio ambiente, salud ocupacional, seguridad industrial.
- Indicadores de desempeño operativo, de medio ambiente, salud, seguridad, así como sociales
- Anticipar cambios de reglamentación, así como de aquellos que surjan derivados de los aspectos de medio ambiente, salud, seguridad y sociales que puedan afectar a TRECSA.

#### **14.2.2. Gestión de Medio Ambiente, Salud y Seguridad Industrial de TRECSA**

Para la implementación se han definido indicadores de gestión; los cuales se describen a continuación.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

---

#### **a) Política Ambiental Corporativa<sup>17</sup>**

*Se compromete a orientar su gestión hacia un desarrollo ambientalmente sostenible, incorporando objetivos de eco eficiencia en su desempeño energético, gestión de residuos y consumo de agua, así como la protección de la biodiversidad y gestión del cambio climático.*

#### **b) Compromiso Gerencial y Liderazgo**

Se refiere al compromiso de la gerencia para atender prioritariamente todos aquellos asuntos relacionados con las operaciones y aspectos de medio ambiente, salud ocupacional, seguridad industrial y aspectos sociales, como parte de la agenda ejecutiva; involucrándose directamente con el cumplimiento a las políticas y la revisión del sistema de gestión, los procesos de revisión y evaluación del desempeño.

*"La empresa proponente planea, diseña, construye, mantiene y desmantela su infraestructura administrativa y operativa en armonía con el medio ambiente, cumpliendo con la normatividad aplicable, los acuerdos voluntarios adoptados y el desarrollo de estrategias de comunicación, innovación y relacionamiento con sus grupos de interés."*<sup>18</sup>

#### **c) Objetivos Estratégicos y de la Organización**

Se refiere al compromiso de la gerencia por proveer los recursos necesarios para la implementación del sistema; establecer las líneas de responsabilidad y de comunicación en la organización; identificar los roles, actividades y proceso relacionados a la operación, en este caso, del sistema de transporte de energía eléctrica, y los aspectos de medio ambiente, salud y seguridad industrial; contar con la disponibilidad de las políticas, lineamientos procedimientos y manuales; promover la generación de conciencia; verificar que se desarrollen los procesos de investigación de incidentes, entre otros.

#### **d) Planificación**

Se refiere al desarrollo de análisis de riesgos para todas las actividades de la compañía desarrolle; identificando aquellas que resulten críticas que requieran la implementación de planes de acción, de acuerdo a las prioridades. También, se refiere a los planes de emergencia que deben estar disponibles en los diferentes lugares.

#### **e) Control de Implementación**

Este componente se refiere a la disponibilidad de planes operativos y procedimientos definidos con base al análisis de riesgo; la comunicación de los mismos a toda la organización, así como su revisión de manera regular; la comunicación de los reportes de

---

<sup>17</sup> Política Ambiental Corporativa del Grupo Energía de Bogotá, 2015

<sup>18</sup> Declaración de Compromiso de la Política Ambiental de TRECSA, 2015.



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

incidentes; el establecimiento de metas específicas y el monitoreo del desempeño, a través de mecanismos de control de acuerdo a la responsabilidad de línea.

### 14.2.3. Actividades que Requieren de Procedimientos Específicos

Las actividades de trabajo y condiciones que requieren de procedimientos y consideraciones específicas que deben atenderse como parte de la planificación de tales actividades, a efecto de prevenir la ocurrencia de accidentes. De esa cuenta, a continuación, se presenta un resumen de las actividades y los elementos críticos que deben ser considerados para su evaluación y/o desarrollo e implementación de procedimientos en materia de seguridad industrial y salud ocupacional, aplicables al Proyecto de transporte de energía eléctrica. Véase **Cuadro XIV-14**.

**Cuadro XIV-14** Resumen de Actividades y Procedimientos de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional

ACTIVIDAD	ELEMENTOS CRÍTICOS
Investigación y reporte de accidentes y lesiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aviso y reporte de accidente</li> <li>- Procedimiento de investigación</li> </ul>
Seguridad básica para trabajos eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de riesgos y etiquetado</li> <li>- Procedimiento de rescate</li> <li>- Inspección y reemplazo de cables eléctricos e instalaciones de iluminación</li> <li>- Conexiones a tierra</li> </ul>
Seguridad para trabajos en Subestación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permisos de trabajo y análisis de riesgo del trabajo</li> <li>- Conexiones a tierra</li> <li>- Verificación y pruebas</li> <li>- Conexión a cables en tierra</li> <li>- Estableciendo condición de seguridad</li> </ul>
Seguridad para trabajos eléctricos en áreas con equipo energizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procedimiento para minimizar lesiones debidas arcos eléctricos</li> <li>- Procedimientos de conexión a tierra y desconexión</li> <li>- Procedimientos de seguridad</li> <li>- Inspección, prueba y almacenamiento de equipo de protección personal</li> </ul>
Seguridad para trabajos eléctricos en líneas aéreas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguridad de trabajos en altura</li> </ul>
Seguridad para trabajos eléctricos en instalaciones subterráneas /enterradas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Movilización de equipo (manejo de cargas)</li> <li>- Trabajo con líneas energizadas</li> </ul>
Seguridad para trabajos eléctricos, pruebas de ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procedimiento de pre-chequeo de las condiciones de seguridad.</li> <li>- Conexiones a tierra</li> </ul>

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Seguridad con el manejo de equipos y herramientas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación, fuera de servicio, reemplazo, reparación, destrucción de herramientas inseguras.</li> <li>- Manejo, limpieza y almacenamiento de herramientas.</li> <li>- EPP indicado para la operación de herramientas especiales</li> </ul>
Excavación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conformación, protección de taludes.</li> <li>- Clasificación de suelos</li> </ul>
Prevención de caídas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección, inspección, manejo y almacenamiento de arneses y líneas de vida.</li> <li>- Protección personal para trabajos en altura a partir de los 6 pies.</li> <li>- Medidas de seguridad específicas al sitio de trabajo (sobre agua, por ejemplo).</li> </ul>
Extintores de Fuego portátiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección, distribución, ubicación, montaje e inspección de extintores portátiles.</li> <li>- Mantenimiento y pruebas</li> <li>-</li> </ul>
Primeros Auxilios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- entrenamiento.</li> <li>- Ubicación, almacenamiento y chequeo de equipo contra fuegos.</li> <li>- Mantenimiento de suministros de primeros auxilio en los lugares designados y de fácil acceso Planes de evacuación</li> </ul>
Comunicación de Peligros y Hojas de Seguridad (MSDS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceso a la información y comunicación</li> <li>- Procedimientos de etiquetado</li> </ul>
Protección Auditiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requerimientos de uso de equipo de protección auditiva para niveles de ruido iguales o superiores a los 70 dBA.</li> <li>- Medición de niveles de presión sonora</li> <li>-</li> </ul>
Operaciones con camiones de volteo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspección antes del uso</li> <li>- Supervisión de operación</li> </ul>
Bloqueo y Etiquetado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requerimientos del equipo</li> <li>- Procedimiento de Shut-down</li> <li>- Verificación de aislamiento y des-energizado</li> <li>- Puesta en marcha /operación.</li> </ul>
Manejo de cargas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar procedimientos de levantamiento de cargas</li> <li>- Equipo de levantamiento hidráulico</li> </ul>
Equipo de Protección Personal, EPP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requerimientos de protección auditiva, respiratoria y de la cabeza.</li> <li>- Uso de cinturón de seguridad, chalecos y líneas de vida.</li> </ul>
Andamios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requerimientos de equipo</li> <li>- Construcción y uso</li> </ul>
Señalización	<ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> <li>- Ubicación de la señalización</li> </ul>
Área de trabajo en zona de tráfico vehicular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación de conos</li> <li>- , señales de mano</li> <li>- Direcciones con banderillas</li> </ul>

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

Inducción sobre Seguridad industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requerimientos de EPP</li> <li>- Comunicación de riesgos, peligros.</li> <li>- Recorrido a las instalaciones y áreas de operación</li> </ul>
Seguridad del Contratista	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requerimientos de EPP</li> <li>- Comunicación de riesgos, peligros.</li> <li>- Recorrido a las instalaciones y áreas de operación.</li> </ul>
Seguridad vehicular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspección, operación y mantenimiento de los vehículos.</li> <li>- Uso obligatorio de cinturón de seguridad.</li> <li>- Restricciones para el uso de celulares mientras se conduce.</li> <li>- .</li> </ul>
Manejo de Crisis: Planes de Respuesta a Emergencias y Contingencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procedimientos para responder a potenciales emergencias y crisis, incluyendo detalles de la estructura y responsabilidades</li> <li>- Planes de evacuación</li> <li>- Planos de ubicación, con rutas de evacuación, puntos de reunión.</li> <li>- Listado de recursos, equipo de emergencia y servicios.</li> <li>- Notificación y comunicación de los procedimientos, incluyendo los contactos clave.</li> </ul>

**Cuadro XIV-15** Resumen de Actividades y Procedimientos de Protección Ambiental

ACTIVIDAD	ELEMENTO CRITICO/PROCEDIMIENTO
Aproximación a elementos vivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distancias mínimas de seguridad para protección laboral</li> </ul>
Campos Electromagnéticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplir con límites de exposición laboral y exposición al público</li> <li>- Descripción de las fuentes</li> <li>- Monitoreo y reportes</li> </ul>
Niveles de Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento a los límites permisibles requeridos.</li> <li>- Descripción de las fuentes de emisión</li> <li>- Monitoreo y reportes</li> </ul>
Manejo de Desechos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento a los requerimientos</li> <li>- Almacenamiento</li> <li>- Transporte</li> <li>- Disposición</li> <li>-</li> </ul>
Derrames y fugas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reporte y notificación</li> <li>- Especificaciones de tanque de almacenamiento</li> <li>- Manejo de tanque de almacenamiento y contenedores.</li> <li>- Procedimientos de carga y descarga</li> <li>- Planes para el control de derrames</li> </ul>
Sistemas de Gestión	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Designación de responsabilidades</li> <li>- Identificación de aspectos claves para la empresa</li> <li>- Gestión de revisión y comunicación</li> </ul>

#### **14.2.4 Medidas de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional Específicas**

Las medidas de seguridad industrial y salud ocupacional específicas incluyen:

- a. Utilización de escudos protectores en todas las fajas, poleas, engranajes o partes en movimiento.
- b. Utilización de superficies antideslizantes en todas las plataformas elevadas, escaleras rampas y andamios, así como línea de vida.
- c. Trabajo en líneas vivas:
  - ✓ Disponer que la instalación, mantenimiento o reparación de equipos eléctricos sean realizados únicamente por trabajadores capacitados y calificados.
  - ✓ Desactivar y conectar a tierra en la debida manera las líneas vivas de distribución de energía eléctrica antes de realizar trabajos en las líneas o en sus proximidades.
  - ✓ Asegurarse de que todo trabajo relacionado con cables vivos sea llevado a cabo por obreros capacitados y cumpliendo estrictamente las normas específicas de seguridad y aislamiento. Los obreros calificados o capacitados que realicen tareas en sistemas de transmisión o distribución deben estar en condiciones de:
    - Diferenciar entre los elementos vivos y los otros elementos del sistema eléctrico,
    - Determinar el voltaje de los elementos vivos.
    - Entender las distancias mínimas de aproximación estipuladas para voltajes específicos en líneas vivas,
    - Garantizar el uso adecuado de equipos y procedimientos de seguridad especiales cuando el trabajo se realice cerca de o en las partes electrizadas expuestas de un sistema eléctrico.
  - ✓ Los trabajadores, incluidos aquéllos que hayan recibido capacitación adecuada, no deben aproximarse a un elemento expuesto, electrizado o conductor a menos que:
    - Empleen guantes u otro aislante aprobado para protegerse debidamente del elemento electrizado; o
    - El elemento electrizado esté debidamente aislado del trabajador y de cualquier otro objeto conductor; o
    - El obrero esté debidamente aislado y protegido de cualquier otro objeto conductor (trabajo en líneas vivas).

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

- ✓ Cuando las tareas de mantenimiento y operación deban realizarse a una distancia mínima, de acuerdo a la normativa recomendada OSHA. Véase **Cuadro XIV-16**.

**Cuadro XIV-16** Distancias Mínimas de Aproximación en el Trabajo para Empleados Capacitados, IFC, 200719

Corriente alterna – Distancias mínimas Operativas para Empleados Capacitados <sup>a</sup>	
Rango de Tensiones (Fase a Fase - KV)	Distancia Mínima Operativa y Distancia Mínima de Seguridad (metros)
2.1 - 15	0.6
15.1 - 35	0.71
35.1 - 46	0.76
46.1 - 72.5	0,91
72.6 - 121	1,01
138 - 145	1,06
161 - 169	1,11
230 - 242	1,5
345 - 362	2,13 <sup>b</sup>
500 - 552	3,35 <sup>b</sup>
700 - 765	4,5 <sup>b</sup>
<sup>a</sup> OSHA	
<sup>b</sup> Nota: de 345-362 kV y 700-765kv., la distancia operativa mínima y la distancia mínima de seguridad pueden acortarse siempre que tales distancias no sean inferiores a la distancia mínima entre un componente vivo y una superficie puesta a tierra.	

- ✓ Los trabajadores que no participen directamente en las actividades de transmisión y distribución de electricidad y que operen en las proximidades de las líneas o subestaciones eléctricas deben cumplir con la legislación, normativa y guías locales relacionadas con las distancias mínimas de aproximación para excavaciones, herramientas, vehículos, poda y demás actividades.
- ✓ Las distancias mínimas de aproximación se reducirán sólo cuando la distancia restante sea mayor que la distancia comprendida entre los elementos vivos y las superficies puestas a tierra.
- ✓ Mantener todos los equipos eléctricos conectados a tierra, bien aislados y debidamente identificados con señalización preventiva cuando sea el caso.

<sup>19</sup> Los lineamientos del IFC para líneas de transmisión son referenciales. Sin embargo, resumen lineamientos generales de amplia aplicación en el sector eléctrico.



- ✓ Previo a realizar cualquier tarea de mantenimiento se deberá des-energizar el sistema y colocar bloqueo y etiquetado.

d. Trabajos en Altura:

Comprobar la integridad de las estructuras antes de llevar a cabo los trabajos;

- ✓ Implementar un programa de protección contra caídas que incluya, entre otras cosas, capacitación en técnicas de subida y uso de medidas de protección contra caídas; inspección, mantenimiento y reemplazo de los equipos de protección contra caídas y rescate de trabajadores que han quedado suspendidos en el aire.
- ✓ Establecer criterios respecto del uso de sistemas que ofrecen total protección contra caídas (generalmente, cuando las actividades se realizan a más de dos metros de altura sobre la superficie de trabajo; dependiendo de la actividad, la altura puede llegar a los siete metros). El sistema de protección contra caídas debe adecuarse a la estructura de la torre o poste y los movimientos necesarios, que incluyen ascenso, descenso y traslado de un punto a otro.
- ✓ Los conectores de los sistemas de posicionamiento deben ser compatibles con los componentes de la torre a los que van enganchados.
- ✓ Los equipos de elevación se revisarán y mantendrán adecuadamente.
- ✓ Los cinturones de seguridad deben ser reemplazados antes de que comiencen a observarse señales de desgaste o ruptura de las fibras, y cuando utilizan herramientas mecánicas en trabajos de altura, los trabajadores deben usar dos correas de seguridad (una de ellas, de respaldo).
- ✓ Se retirarán las señales y otros obstáculos de postes y estructuras antes de iniciar las labores.
- ✓ Se utilizará una bolsa de herramientas aprobada para elevar o bajar herramientas y materiales hasta los trabajadores en las estructuras.

e. Campos Electromagnéticos:

- ✓ Identificación de niveles de exposición potenciales en el lugar de trabajo.
- ✓ Formación de los trabajadores en materia de identificación de los niveles y riesgos de exposición ocupacionales a CEM.

- ✓ Implementación de planes de acción para abordar los niveles de exposición que excedan los niveles de referencia para exposición ocupacional establecidos por el Ministerio de Energía y Minas de Guatemala, según Acuerdo Gubernativo 313-2011.
- f. Proporcionar a los trabajadores del equipo de protección personal apropiado a las tareas que realiza y que incluya, como mínimo, ropa protectora adecuada, cascos, calzado de seguridad, guantes, anteojos, etc., equipo protector para trabajos con electricidad, herramienta específica, siendo condicionante de empleo portar todo el EPP completo.
- g. Ejecutar el proceso de mantenimiento incluyendo:
  - i. Mantenimiento de la SDP y del sistema eléctrico.
  - ii. inspección regular de los equipos y maquinaria, así como su mantenimiento periódico.
- h. Utilizar señalización preventiva, velocidad máxima en caminos de terracería y otras prohibiciones.

#### **14.2.5. Salud**

- a. Proporcionar servicios médicos de emergencia a los trabajadores, si los servicios públicos a que tienen derecho no se encuentran al alcance o son poco eficientes.
- b. No permitir bebidas alcohólicas de ningún tipo.
- c. No permitir narcóticos de cualquier tipo, excepto los prescritos por el médico tratante.
- d. Cumplir con las normativas de exposición a niveles de ruido ocupacional (ruidos mayores de 70 dBA) y en caso de ser más altos, dotar al personal de equipo de protección auditiva.
- e. Cumplir con las normas de seguridad para el desarrollo de trabajos en altura, utilizando el equipo aprobado con línea de vida.
- f. Con relación a los campos electromagnéticos, respetar los límites de exposición laboral establecidos en el Acuerdo Gubernativo 313-2011.

- g. Velar por el cumplimiento de las distancias mínimas operativas para empleados capacitados en áreas de alto voltaje (subestaciones y líneas de transmisión (OSHA). Véase **Cuadro XIV-16**
- h. Implementar rotulación preventiva en áreas de riesgo en subestaciones (alto voltaje, rutas de evacuación, etc.)
- i. Disponibilidad de plan de contingencia para la atención de emergencias y evacuación.
- j. Trabajo en excavaciones:
  - Se deberá asegurar de una adecuada ventilación antes de entrar y durante la ocupación de estos espacios (áreas de excavación estructuras de la línea de transmisión).
  - Observadores asistentes deberán ser colocados fuera del espacio confinado para proveer asistencia de emergencia, si fuera necesaria, para el personal
- k. Químicos
  - No se deberá permitir la acumulación de trapos aceitosos, y otros residuos. Toneles de aceites, pinturas, etc., deberán estar completamente cerrados, aun cuando estén en uso.
  - Aplicar rotulación preventiva en todas las áreas de riesgo.
  - Rotular todo recipiente (tonel, contenedor plástico, etc.) con el nombre del producto y con su rombo de seguridad.
- l. Ruido
  - Los niveles de ruido máximo en las áreas de trabajo deberá ser de 70 dB(A); si este nivel es excedido, deberá dotarse al personal de los equipos de protección auditiva correspondientes.
  - Supervisar el uso de los equipos de protección en las áreas de mayores niveles de exposición (cualquiera que tenga presión sonora arriba de 70 dB(A).

#### m. Calidad del Aire en el área de trabajo

- Equipo de protección respiratoria deberá ser utilizado por los empleados cuando los niveles de exposición a polvo, presentes en el área de trabajo excedan estándares aceptados internacionalmente, o los siguientes límites máximos (Threshold Limit Values, TLVs):

Cuadro XIV-17 TLVs Niveles de Exposición a Gases

Contaminante	Concentración (mg/m3)
Material Particulado inerte o Polvo Respirable	10

#### 14.2.6. Entrenamiento

- Los empleados deberán ser entrenados para administrar riesgos, seguridad industrial y salud ocupacional, así como en procedimientos de trabajo con líneas vivas, campos electromagnéticos, trabajos en altura, uso de equipo de protección personal, manejo de cargas pesadas, , control de incendios, entre los más relevantes.

#### 14.2.7. Primeros Auxilios

Durante la construcción se deberá contar con un botiquín de primeros auxilios por frente de trabajo. Es la responsabilidad del Gerente de Proyecto en campo por parte de la empresa constructora saber cómo establecer contacto con los hospitales o centros de salud cercanos (Hospital Regional, IGSS) para hacer los arreglos en caso de emergencia para transportar al paciente o herido que así lo requiera.

Después de un accidente o una enfermedad seria que ha requerido contacto con las autoridades médicas, se debe informar al inmediato superior y a las oficinas centrales, detallando lo siguiente:

- Datos del herido o de la persona enferma, nombre, edad, ocupación, dirección de su casa y religión.
- Una breve descripción del accidente, si se aplica.
- Naturaleza de la enfermedad o herida
- Acción tomada, la cual debe incluir la hora, nombre y cantidad de medicamentos administrados.
- Si el paciente requiere o no ser trasladarlo al hospital.
- Si se requiere que el médico lo espere a su arribo al hospital.

Los pacientes que sean enviados a tratamiento médico deberán llevar una carta (en formato estándar) con la siguiente información:

- Datos del paciente, nombre, edad, ocupación y dirección de su casa.
- Detalles del accidente (en caso de enfermedad, los síntomas no deberán escribirse con calificaciones abiertas).
- Las acciones tomadas de primeros auxilios, incluyendo la hora del percance, hora en que fue atendido, nombre de quién le suministró los primeros auxilios, medicamento administrado, si alguno, etc.
- Pacientes que sean alérgicos a medicinas.
- Nombre del Gerente de Campo del Proyecto (para permitirle a las autoridades médicas contactarlo en caso de necesitarse mayores detalles del incidente).

Todas las heridas reportadas, aunque se consideren "insignificantes", se deben registrar. El formulario de Reporte de Accidentes debe ser completado cuando la persona herida no puede regresar a sus actividades y consecuentemente no puede continuar con sus tareas. Todos los registros deben indicar el nombre, naturaleza del accidente, descripción de la herida y disposición. Copias del Reporte de Accidente deben distribuirse, en todos los casos, como sigue:

- Oficinas centrales de TRECSA en la ciudad de Guatemala. .
- Copia en la Oficina de Regional de la empresa o en su defecto al Gerente del Proyecto TRECSA y al Gerente de EHS de TRECSA.
- Otras copias pueden ser emitidas para los requisitos individuales de la compañía.

#### **14.2.8. Monitoreo, Indicadores y Mejora Continua**

Las actividades de monitoreo y mejora continua está definidas a través de las siguientes herramientas:

- Inspecciones periódicas
- Índices de Desempeño: número de accidentes incapacitantes, número de días perdidos (tiempo perdido de trabajo), condiciones inseguras reportadas, entre otros.

La mejora continua deriva de la aplicación de medidas correctivas de las condiciones inseguras y la concientización sobre la implementación del sistema de seguridad industrial y salud ocupacional.



## **XV. ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO**

De acuerdo a los estudios realizados para caracterizar el AID del Proyecto, a lo largo de la servidumbre de paso, el 31% tiene cobertura forestal, principalmente secundario. El resto de la servidumbre de paso, el 69%, está dedicado a actividades agrícolas con cobertura de cultivos de subsistencia, café y hortalizas.

En lo que corresponde al componente físico, cabe indicar que los segmentos actualizados de los Lotes A y F, así como la subestación Las Cruces, se ubica en la en estribaciones de la Cordillera Central y en las cercanías de la cadena volcánica del país, en su región central. El ambiente geológico está muy influenciado por la actividad sísmica y el vulcanismo. En las partes bajas, se han formado áreas de valles y sobre los cuales se han desarrollado suelos fértiles.

Con relación al componente de calidad del agua, los cuerpos de agua superficial, reflejan condiciones de fuertes cargas de sedimentos, contaminación por actividades antropogénicas de diverso tipo; lo cual es lo característico de las cuencas de la hidrografía regional.

En cuanto a calidad del aire del AP, los resultados reflejan ambientes no degradados por la industria; típicos del área rural del país. En todo caso, la calidad de aire se verá afectada temporalmente y puntualmente por las emisiones fugitivas por el tránsito vehicular en los caminos vecinales; los cuales comúnmente no están asfaltados y puntualmente por las prácticas agrícolas (roza), el uso de leña para la cocción de alimentos y la quema de desechos domésticos.

Con relación al paisaje, puede indicarse que este ya posee elementos relacionados con este tipo de infraestructura por la continuidad de los Lotes A y F, así como de las líneas del tendido eléctrico. Por lo que los efectos se consideran de tipo acumulativo.

Respecto a las características socioeconómicas de las comunidades, estas son las mismas que predominan a nivel nacional en áreas rurales. Sacatepéquez muestra la segunda tasa más baja de analfabetismo en adultos, siendo de 12.8%, superada sólo por el departamento de Guatemala (7.3%). Como en la mayoría de los departamentos del país, el analfabetismo es superior en las mujeres, de las cuales en Sacatepéquez el 16.2% es analfabeta, en contraste con los hombres que representan el 9.1%. Los niveles de desnutrición en Sacatepéquez son particularmente altos, en los indicadores de desnutrición crónica (baja talla para la edad) y de desnutrición global (bajo peso para la edad), los cuales presentan el 43.9% y el 19.3% respectivamente, de los niños de entre 3 a 59 meses de edad. Según una estimación del Producto Interno Bruto (PIB) per cápita del año 2008, los habitantes de

Sacatepéquez tenían un ingreso promedio mensual de Q.1, 813, siendo este el sexto más alto a nivel país. Este también estaba por encima del salario mínimo mensual de los trabajadores no agrícolas de dicho año, incluida la bonificación de ley (Q.1, 475 + Q.250 de bonificación = Q.1, 725). Los poblados, excepto las cabeceras municipales, cuentan con acceso limitado a servicios básicos. Las enfermedades prevenibles no son atendidas. Las calles y caminos entre las comunidades, en su mayor parte, son de terracería y tienen poco mantenimiento, derivando en relaciones directas con las enfermedades respiratorias agudas (IRA).

Para el Departamento de Sacatepéquez, alrededor del 15% de sus habitantes vive en áreas rurales. La mayor actividad en la zona es la agricultura, aunque existen todavía áreas boscosas en las partes altas de la serranía. Por la naturaleza del Proyecto, no se prevén cambios culturales que puedan afectar las condiciones étnicas de la región.

Desde el punto de vista arqueológico, en el AP no se ubicaron sitios o vestigios arqueológicos. En todo caso, los sitios y vestigios existentes se ubican fuera y alejados de dicha área de influencia.

Para detalles sobre la línea base del Proyecto, refiérase al numerales 8. Descripción del Ambiente Físico, 9. Descripción del Ambiente Biótico y 10. Descripción del Ambiente Socioeconómico y Cultural de este informe.

En el área de influencia del Proyecto, las principales fuentes de ingreso económico provienen de la demanda de trabajo local en labores dedicadas a la agricultura y comercio; actividades que proveen de sustento económico a jornaleros, administradores y transportistas, así como de materiales de construcción (grava, arena).

Con base en este entorno ambiental y social, a continuación se discuten los cambios que serán introducidos por el Proyecto en su área de influencia directa (social y ambiental).

## **15.1 PRONÓSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AREA DE INFLUENCIA**

### **15.1.1. Componente Geoesférico**

En la fase de construcción, por la naturaleza de las actividades y las condiciones fisiográficas a lo largo del AP, no se prevé la modificación en el relieve de los predios donde se desarrollará la construcción de la subestación. En todo caso, en los sitios donde se desarrollarán las obras se prevén cambios localizados de tipo físico con respecto a las características texturales de los suelos y rocas y pérdida del suelo orgánico; los cuales no se consideran significativos.

Existe la posibilidad de que ocurra arrastre de sedimentos hacia los cauces por el drenaje natural, por los procesos erosivos derivados de la remoción de vegetación en algunas secciones del AP, implicando cambios en las tasas de sedimentación que pueden generar impactos sobre la flora y fauna acuáticas. Sin embargo, estos impactos se prevén no significativos a menores. En la fase de operación no se prevén impactos adicionales relacionados con esta componente.

### **15.1.2. Componente Ruido y Vibraciones**

El Proyecto durante la fase de construcción tiene la potencialidad de generar ruido y de afectar a receptores potenciales por el tránsito vehicular, principalmente, cuando las cuadrillas de construcción se trasladen hacia los frentes de trabajo, durante el corto tiempo que se utilice cada acceso, dependiendo del avance de la actividad. Estos cambios son muy puntuales y de corta duración, así como acumulativos al ruido ya generado en las poblaciones cercanas.

La generación de ruido por la operación de maquinaria y equipo no se considera que sobrepasen los niveles establecidos como norma de referencia (IFC, 2007; OMS, 2005) para áreas residenciales, dado que los receptores cercanos se encuentran a más de 200 m de distancia de donde se realizarán las obras de construcción; por lo cual, se considera que estos impactos no serán significativos y en todo caso se mantendrán bajo el umbral de incremento de 3 dBA. Tal situación, se verificará a través de monitoreo de ruido en puntos estratégicos ubicados de acuerdo al avance de la construcción de la subestación.

Durante la operación del sistema de interconexión, se generarán ruidos derivados de la operación de las líneas de transmisión; estos incluyen: ruido de corona, ruido del aislante y ruido eólico. Estos tipos de ruido son generados a lo largo de toda la ruta de la línea y por lo tanto puede afectar a receptores sensitivos. Los cambios se consideran de tipo acumulativo.

Con base en la distancia a la que se encuentran los receptores más cercanos al AP (>200 m), el ruido generado por el efecto de corona, aislantes y por el viento, asociados a las líneas de transmisión, se prevé que sus niveles se mantengan por debajo de la normativa para día y noche del IFC, 2007 (OMA, 2005) mencionadas como normas de referencia.

### **15.1.3. Cambios por exposición a campos electromagnéticos**

De acuerdo a la comunidad científica, la exposición a los campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial generados por las instalaciones eléctricas de alta tensión no supone un riesgo para la salud pública. Por lo que, los cambios derivados de la presencia de esta nueva infraestructura no se consideran significativos, tomando en cuenta que el AP y la instalación eléctrica no atraviesa núcleos de población.

#### **15.1.4. Componente Calidad del Aire**

Los cambios derivados de las variaciones puntuales y de corta duración sobre el componente de calidad del aire derivarán de las actividades de construcción principalmente y de tránsito de vehículos. Generalmente se producirán emisiones fugitivas de polvo (PM10 y PM2.5) y emisiones de combustión de fuentes móviles (maquinaria, equipo y vehículos). Sin embargo, estos cambios, la corta duración de las actividades, no se prevén significativos. Durante la operación, no se prevén impactos y si ocurren serán no significativos.

#### **15.1.5. Componente de Cuerpos Hídricos Superficiales**

Durante la construcción se requerirá un caudal de agua mínimo para el desarrollo de estas tareas. El agua a utilizar para las obras civiles, se obtendrá de sistemas de agua entubada de fincas y comunidades a través de un acuerdo con el propietario y/o se suministrará por medio de cisternas. En casos en los que no se pueda abastecer el agua de las formas mencionadas anteriormente, se recurrirá a las fuentes superficiales (ríos y quebradas locales) cercanas a los frentes de trabajo. Por lo que no se prevén impactos significativos que deriven en cambios al hábitat acuático o a la dinámica hidrológica del AID. Impactos menores a la calidad del agua podrían ocurrir por el arrastre de sedimentos por la escorrentía natural, derivado de la remoción de vegetación, ocurrencia de accidentes, etc. Sin embargo, estos cambios tendrían un carácter puntual y de corta duración.

Durante la operación no se prevé la ocurrencia de cambios en este componente.

#### **15.1.6. Componente Biótico**

Es evidente que los hábitats asociados al AP presentan modificaciones a sus condiciones naturales en un grado severo, no solo por la directa intervención humana, sino también indirectamente, por la obstrucción de los corredores biológicos debido a la sumatoria de la actividad antropogénica regional. De esa cuenta, los cambios a este componente se consideran acumulativos de severidad y sensibilidad moderada, dado que aún los remanentes de bosque que hay (31%), están intervenidos y han sufrido destrucción por tala e incendios descontrolados de las rozas.

El Proyecto promueve la implementación de prácticas de corte y poda que minimizarán el volumen de corte de vegetación, en lo práctico y seguro posible, a través del corte selectivo basado en el plan de manejo forestal aprobado por INAB.

El proceso de regeneración vegetal, una vez el proyecto se encuentre en operación será parte del programa de mantenimiento del derecho de vía, toda vez que la misma sea compatible con el uso del suelo que le dé el propietario a la tierra del AP y/o sea compatible con el proceso de regeneración vegetal (vegetación arbustiva).

Estos cambios acumulativos, obviamente, representan cambios en la vida silvestre, dado que la acción contribuye a una mayor fragmentación del hábitat y por ende al alejamiento temporal de especies, generación de nuevas asociaciones como resultado del cambio de cobertura vegetal, el acomodamiento de ciertas especies con la infraestructura de transmisión (generación de sitios de anidación), etc.

Este tipo de estructuras también tienen la potencialidad de generar cambios muy puntuales en las poblaciones de aves migratorias y rapaces, así como murciélagos, derivado del riesgo de colisión y electrocución. Sin embargo, estos cambios son inciertos derivado de la falta de registros sobre este tipo de eventos.

### **15.1.7. Componente Socioeconómica y Cultural**

Con relación los cambios directos asociados a la actividad, de manera relevantemente moderada resulta el cambio en el uso del suelo de agrícola a industrial, principalmente y de forestal a industrial, en menor porcentaje. Sin embargo, debe indicarse que el uso agrícola, dependiendo del cultivo, regularmente son compatibles con el nuevo uso industrial, con excepción del cultivo de café.

Adicionalmente, es posible que derivado de la demanda de trabajo y servicios, localmente, el Proyecto, aunque por corto tiempo genere cierto bienestar económico, por los ingresos adicionales que la mano de obra que se contrate en el lugar. Debe recordarse que la mayor parte de la población del AID (social) subsiste del empleo asalariado y las nuevas oportunidades de trabajo resultan ser bien aprovechadas, así como la demanda de servicios; por lo que, localmente el Proyecto tiene la potencialidad de mejorar la economía de algunos hogares, aunque temporalmente, como ya se mencionó.

Adicionalmente, dado que a través del Proyecto se mejorará algunos accesos de parcelas y fincas, esto promoverá una mejor condición vial para el traslado de personas y transporte de bienes y servicios.

Cambios en el sentido negativo pueden surgir de la generación y disposición de desechos durante la construcción, dado que existe la potencialidad de que se genere un impacto acumulativo o bien tenga un efecto directo sobre la calidad de los recursos que utiliza la población del lugar. Otro cambio que puede generar impactos adversos, es el incremento de tránsito vehicular por los accesos de las propiedades y fincas rústicas, el riesgo de ocurrencia de accidentes que representen daños económicos, pérdida de bienes y daños a



la integridad física; así como la intervención en los patrones sociales y culturales de estas comunidades rurales.

Como paliativo a estos potenciales impactos y efectos consecuentes, cabe indicar que se debe promover la política de buen vecino con los pobladores del lugar (participación, divulgación pública y relaciones comunitarias, etc.).

Respecto al patrimonio natural y cultural, la servidumbre de paso no atraviesa áreas arqueológicas que hayan sido identificadas durante el desarrollo de la línea base para este estudio. De tal manera que no se prevén cambios que generen impactos adversos a la arqueología de superficie. De todas maneras, a efecto de prever futuros hallazgos fortuitos, el PGA propone la el monitoreo de posibles hallazgos de este tipo. La SDP tampoco atraviesa áreas protegidas de la zona.

Desde la perspectiva nacional, este proyecto se integrará al Proyecto de transporte de energía para la expansión del SIN y derivará en cambios positivos dado representa la oportunidad de incrementar la oferta de energía para el desarrollo del país.

Como parte del Proyecto no se prevé reasentamientos humanos, dado que a lo largo del AP previsto, no hay viviendas ni asentamientos humanos. Ello deriva de la aplicación del criterio de evitar atravesar núcleos poblacionales, como base para la definición de la servidumbre de paso.

Debe indicarse que las negociaciones sobre el derecho de paso y pago de daños a propietarios, arrendatarios y usuarios de la franja de la servidumbre de paso, se basará en un procedimiento que permitirá transacciones transparentes y equitativas; de tal manera que se mantendrá un registro documental de todas las transacciones realizadas.

Finalmente, los cambios al paisaje serán, de alguna manera, moderadamente significativos, acumulativos, dado que ya existe infraestructura de este tipo en la zona.

### **15.1.8. Conclusiones**

El estudio de EIA ha permitido la identificación de las condiciones ambientales prevalecientes en el área del Proyecto de actualización de los segmentos de los Lotes A y F y de la reubicación de la subestación, referidos en este estudio. Los impactos han sido evaluados aplicando una metodología que permite considerar la interacción entre las distintas acciones del mismo con las componentes/receptores ambientales y sociales, tomando en consideración la valoración de dicha interacción (impacto) sin las medidas de mitigación y con las medidas de mitigación, a efecto de identificar los impactos residuales y/o acumulativos. Los impactos potenciales evaluados fueron calificados con base en la sensibilidad de los componentes/receptores y la severidad derivada de sus características de frecuencia, carácter, etc.

A efecto de mitigar los impactos potenciales definidos, se han propuesto medidas de mitigación que han sido integradas en el denominado Plan de Gestión Ambiental (PGA), a través del cual se establece la viabilidad técnica, ambiental y social del Proyecto. Con esta base, la implementación y supervisión del plan es prioritaria a lo largo de la vida útil del Proyecto, integralmente. Tomando esta base, los pronósticos sobre la situación ambiental del área del presente proyecto y de su área de influencia directa, posterior a las distintas fases del mismo, pueden resumirse de la siguiente manera:

- **Componente Geoesférico**

En general, en la fase de construcción, las medidas de mitigación propuestas permitirán el desarrollo de las acciones de la actualización propuestas con incidencias menores sobre el entorno. Las características de suelos y rocas dominantes en el área del Proyecto, no imponen limitaciones para el desarrollo del mismo. Los impactos previstos para la fase de construcción serán localizados (sitios de obras), no significativos y fundamentalmente sobre la geomorfología y las relaciones texturales de suelos y rocas.

En la fase de operación no se prevén impactos significativos sobre este componente.

- **Componente de Ruido y Vibraciones, Campos Electromagnéticos**

Sobre estas componentes, no se considera que en la etapa de construcción se generen modificaciones significativas en la calidad ambiental del área, por la naturaleza de las actividades, la dinámica de la permanencia en los diferentes frentes de trabajo, y sobre todo del hecho de que no hay receptores sensibles inmediatamente vecinos al AP. Se implementará un monitoreo periódico durante la fase de construcción de los niveles sonoros en la subestación a efecto de verificar el cumplimiento a la norma de referencia.

Durante la fase de operación, estos componentes modificarán la calidad ambiental de manera menor e incierta (campos electromagnéticos), dado que tendrá un efecto acumulativo de menor significado. Ello derivado de la ubicación de la servidumbre de paso en un corredor donde no hay asentamientos humanos inmediatos. Componente Calidad del Aire

Para la fase de construcción, los impactos potenciales derivarán de la generación de material particulado por el incremento de tránsito vehicular, movimiento de tierras, etc. y se prevén impactos menores, puntuales y de corta duración. Sin embargo, con la implementación de las medidas de mitigación descritas en el PGA, los impactos residuales se prevén menores a no significativos, dado que se prevé que los valores del material particulado, no exceda los límites permisibles de la norma de referencia (OMS, 2005), durante la construcción.

#### ▪ **Componente Hidrología**

En la componente hídrica no se prevé la ocurrencia de impactos significativos que afecten la calidad ambiental del AP del Proyecto relacionada a este componente, básicamente porque:

- La demanda de uso del recurso hídrico es poco significativa en comparación con la disponibilidad de caudal de los cuerpos hídricos de las cuencas.
- La temporalidad de la fase de construcción.
- La baja frecuencia del tránsito vehicular
- La implementación de las mejores prácticas para la disposición de desechos, corte de vegetación y prácticas de protección ambiental que se implementarán.

#### ▪ **Componente Biótico**

Dada las características del AID del presente proyecto y sabiendo que las aéreas donde se desarrollará el mismo, corresponden a áreas intervenidas para uso de agricultura extensiva en un 69% del área, los impactos sobre el componente biótico derivados de las actividades de construcción se prevén moderados, básicamente por los trabajos de corte de vegetación en los sitios donde se desarrollarán las obras, con el consecuente alejamiento temporal de las especies de fauna. Para el 31% del SDP, con cobertura boscosa, los impactos serán de mayor severidad y sensibilidad para la fauna terrestre, particularmente la arbórea. Sin embargo, estos efectos serán temporales, dado que una vez entre en operación el sistema de transmisión, el hábitat intervenido se regenerará en la medida que resulte compatible con el uso industrial. En cuanto a la prognosis de la fauna acuática no se prevé alteraciones a la calidad ambiental como consecuencia del Proyecto.

#### ▪ **Componente Socioeconómica y Cultural**

De acuerdo a lo argumentado en la modificación del escenario socioeconómico y cultural, es imperante que para reducir los impactos potenciales definidos para el área de influencia del Proyecto, se implemente el plan de gestión ambiental para el Proyecto que tiene establecido TRECSA.

En la fase de construcción se generarán los impactos temporales más significativos, tanto positivos como adversos de severidad menor a moderada, desde el punto de vista socioeconómico y cultural, tal como fue discutido en la sección anterior. En la etapa de operación, no se prevé la generación de cambios locales, con excepción del cambio de uso del suelo.

Los impactos al paisaje, se prevén de carácter permanente, acumulativos desde la fase misma de construcción y la operación del sistema de transporte e interconexión eléctrica. En lo que corresponde a la componente de patrimonio histórico y cultural, no se prevén cambios más allá de los que se detecten si en caso se modificara la ruta del Servidumbre Paso. Sin embargo, se implementará supervisión de obras para identificación de estructuras arqueológicas que requieran ser investigadas.

Uno de los aportes socioeconómicos más importantes del proyecto, es la contribución a la expansión del transporte de energía para el país, con base en el crecimiento de la oferta energética, dado el pronóstico de déficit que ha resultado del análisis de la demanda futura. Derivado de ello, el desarrollo del Proyecto implicará un beneficio a la economía y al desarrollo futuro.

## 15.2. SÍNTESIS DE PROPUESTA DE MEDIDAS AMBIENTALES, MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DE CONTINGENCIA

En el Capítulo XII, en los Cuadros XII-8 y XII-10, se incluyen las matrices de Evaluación del Impacto Ambiental y Social que se desarrollaron para valorar y calificar los impactos potenciales, determinando la fuente generadora (componente del Proyecto), el medio y el componente ambiental receptor de dicha acción y la interacción (impacto resultante). Así también, se describieron las medidas de mitigación correspondientes a cada impacto y se revaloraron los mismos, tomando en consideración la mitigación aplicada. Con ello, se identificaron los impactos residuales que pudieran tener una naturaleza acumulativa, a efecto de implementar las medidas de control pertinentes, incluyendo la normativa aplicada para cada caso.

La normativa aplicada a la implementación del PGA, responde a la legislación local vigente y a la internacional aplicada para este tipo de Proyectos; la cual se describe en la Sección VI, Marco Legal del Sector Ambiental. A continuación, se presenta el

Cuadro XV-1, de manera complementaria, se presenta una síntesis los compromisos ambientales establecidos a través del PGA, que posteriormente se discuten.

Cuadro XV-1 Síntesis de Propuesta de Medidas Ambientales y Sociales del PGA

PLAN DE GESTION AMBIENTAL	PROPUESTA DE MEDIDAS AMBIENTALES
1. Plan de Medidas de Mitigación	Ejecutar medidas indicadas en el Plan de medidas ambientales de Prevención, Control, Mitigación y /o rehabilitación de acuerdo a lo establecido.
2. Plan de Manejo de Desechos	Implementar los procedimientos de manejo
	Ejecutar requerimientos para el cuidado del ambiente
	Capacitar a los trabajadores y contratistas
3. Plan de Seguimiento y Vigilancia Ambiental	Verificación de medidas ambientales de prevención, mitigación, control y/o rehabilitación establecidas en el Plan de Medidas de Mitigación
	Implementación del Programa de Monitoreo Ambiental durante las diferentes fases del Proyecto

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur– Las Cruces perteneciente al Lote F"*

PLAN DE GESTION AMBIENTAL	PROPUESTA DE MEDIDAS AMBIENTALES
4. Plan de Contingencia	Organización operativa del plan de contingencia
	Entrenamiento y capacitación del personal
	Evaluación del Plan de Contingencias
PLAN DE GESTION AMBIENTAL	COMPROMISOS AMBIENTALES
5. Plan de Seguridad Industrial	Desarrollo de procedimientos de seguridad, salud y ambiente.
	Aplicación de las Medidas de Seguridad Industrial indicadas en el Plan.
	Observar y aplicar las recomendaciones respecto a la salud ocupacional indicadas en el plan
	Observación de los valores de exposición a ruido, y distancias de aproximación a elementos vivos (energizados)
	Realización y verificación de exámenes médicos por parte del contratista en caso de accidentes.
	Entrenamiento del personal en procedimientos de seguridad, control de incendios y en el uso de equipos de emergencia y utilización del equipo de protección personal
	Atención de los casos que requieren primeros auxilios con la diligencia debida
ANALISIS DE RIESGOS	
6.Derrames de químicos, incendios o explosiones, acciones terroristas catástrofes	TRECSA realizará el análisis de las probabilidades de ocurrencia de eventos contingentes asociados a la operación del sistema de transporte de energía eléctrica, considerando los riesgos inherentes a la naturaleza del Proyecto.
	Análisis de riesgo por la ocurrencia de eventos naturales como sismos, fenómenos atmosféricos y actividad volcánica.
	Se deberán indicar los puntos de control
	Evaluación sistemática del Plan

### 15.2.1 Costos de Implementación del Plan de Gestión Ambiental, PGA

Con base en las medidas de mitigación adicionales a las establecidas ya por el diseño del Proyecto, el desarrollo de los diferentes planes, sub-planes y programas, se tiene previsto que los costos de implementación de estas medidas de mitigación, asciendan a Q1,442,145.00, ver detalles en siguiente cuadro los costos estimados.Cuadro VII-2

Cuadro XV-1.1 Costos de Mitigación para el Proyecto



*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

DESCRIPCIÓN	COSTO (Q)
Monitoreos de ruido y pm10	Q450,000.00
Compensación por cambio de uso del suelo	607,145.00
Costo de implementación de rescates arqueológicos	320,000.00
Perturbación de Fauna	40,000.00
Seguimiento al PGA (salario a personal en inspecciones de campo)	25,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>1,442,145.00</b>

## 15.3. POLÍTICA AMBIENTAL DEL PROYECTO

### 15.3.1 Declaración de la Política Ambiental.

#### Introducción

Transportadora de Energía de Centroamérica S.A. hace parte del Grupo Energía de Bogotá, en consecuencia la política ambiental a implementar en el desarrollo de sus actividades, corresponde a la declarada para el todo el Grupo Empresarial.

La Política Ambiental del Grupo Energía de Bogotá establece los lineamientos con los que las empresas del Grupo se comprometen a orientar su gestión ambiental para generar calidad ambiental.

La gestión ambiental de las empresa que conforman el Grupo Energía de Bogotá se enmarca dentro de la iniciativa del "Pacto Global" de las Naciones Unidas que busca promover un enfoque preventivo, fomentar la responsabilidad ambiental y favorecer las tecnologías respetuosas con el medio ambiente.

La Política ambiental responde a propósitos de la responsabilidad social corporativa del Grupo Energía de Bogotá que establece los compromisos con sus grupos de interés y las partes interesadas.

*La política Ambiental Corporativa del Grupo Energía de Bogotá establece los lineamientos con los que se compromete a orientar su gestión hacia un desarrollo ambientalmente sostenible incorporando objetivos de eco eficiencia en su desempeño energético, gestión de residuos y consumo de agua, así como la protección de la biodiversidad y gestión del cambio climático.*

*El Grupo Energía de Bogotá entiende que la operación de sus negocios genera riesgos e impactos ambientales, para lo que establece herramientas de gestión alineadas al desarrollo sostenible en los países donde opera<sup>20</sup>.*

<sup>20</sup> Enunciado de Política Ambiental del Grupo Energía de Bogotá, al cual pertenece TRECSA, 2013.

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

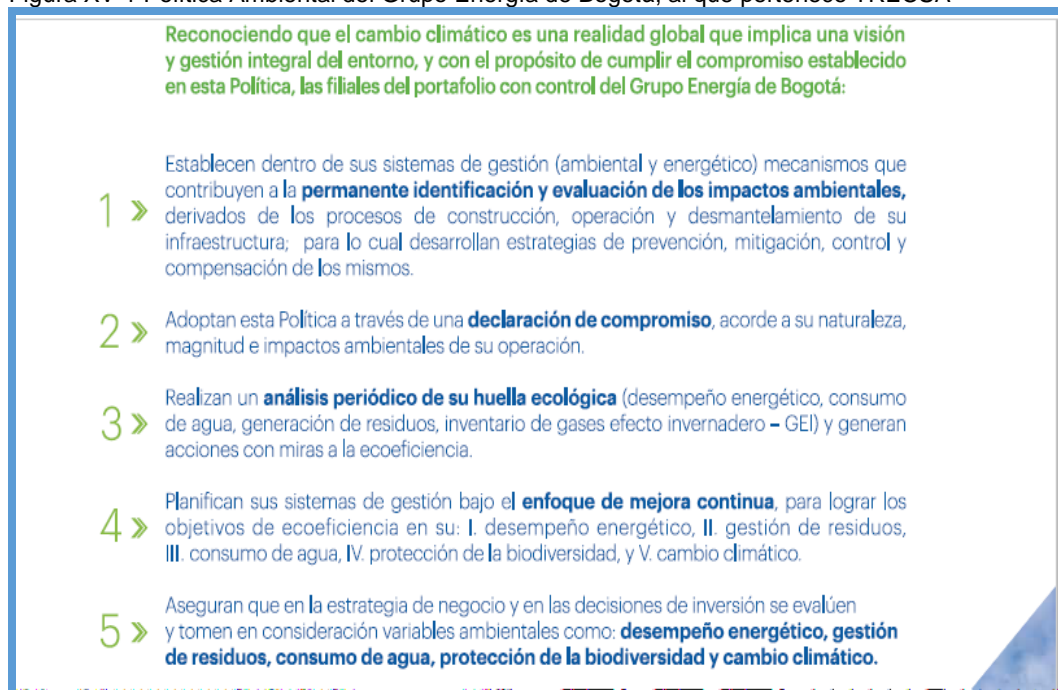
### 15.3.2 Alcance

*"El Grupo Energía de Bogotá declara su compromiso ambiental para lo cual planea, diseña, construye, mantiene y desmantela su infraestructura administrativa y operativa en armonía con el medio ambiente, cumpliendo con la normatividad aplicable, los acuerdos voluntarios adoptados y el desarrollo de estrategias de comunicación, innovación y relacionamiento con sus grupos de interés"*<sup>21</sup>

### 15.3.3 Marco de actuación

En el siguiente Cuadro, se aprecia el marco de actuación de la política ambiental del Grupo Energía de Bogotá, al cual pertenece TRECSA.

Figura XV-1 Política Ambiental del Grupo Energía de Bogotá, al que pertenece TRECSA



Fuente: Trecca

<sup>21</sup> Declaración de Compromiso de GEB, 2013

---

## **XVI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **16.1 CONCLUSIONES**

Las conclusiones generales del estudio fueron las siguientes:

1. El Proyecto del PET-1-2009, forma parte “*Plan de Acción para Resolver la Crisis de Generación, Transporte y Distribución de Energía Eléctrica*”, planteados para suplir el crecimiento de la demanda de energía eléctrica 2008-2022 y para el cambio de la matriz de generación, de acuerdo al análisis de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).
2. Los Lotes A y F cuentan con instrumentos ambientales aprobados, EIA-18-2011 y EIA-10-2011, aprobados a través de las resoluciones 933-2011/DIGARN/ECM/cmus y 2090-2011/ECM/arg, respectivamente y por lo tanto la modificación planteada por medio del presente instrumento ambiental formará parte del expediente del PET-01-2009.
3. El presente estudio corresponde a la Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto “PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate sur–Las Cruces perteneciente al Lote F.
4. Con fundamento en el EIA realizado se concluye que las actividades planificadas para desarrollar el proyecto de actualización de los segmentos de los Lotes A y F y de la reubicación de la subestación Las Cruces, objeto del presente estudio, durante las fases de Pre-operación -Movimiento de Tierras, y Construcción-; Operación y Abandono del Sitio, tienen el potencial generador de impactos que se han calificado de acuerdo a la sensibilidad del receptor o componente ambiental y social, y la severidad del efecto, benéfico o adverso. De acuerdo a tal evaluación, se formuló un Plan de Gestión Ambiental y Social complementario; el cual deberá ser implementado como parte inherente al desarrollo de la modificación planteada y que está orientado a la prevención, mitigación y control de los impactos evaluados. De tal manera que, a través de su implementación, se promueva la factibilidad ambiental y social del proyecto de interconexión, en la modificación propuesta, al mitigar adecuadamente los impactos potenciales de carácter adverso y a potenciar los impactos de carácter benéfico.
5. Derivado de los estudios de Línea Base realizados y de la evaluación de los impactos potenciales, se puede concluir que no existen limitaciones para el desarrollo de la modificación planteada en los segmentos indicados de los Lotes A y

- F, así como de la nueva ubicación de la Subestación Las Cruces; lo cual aplica a todas las actividades previstas y en particular a:
- a. La adquisición de los derechos de paso y compensación por daños,
  - b. Las actividades de construcción que tengan incidencia de tipo ambiental, social y en la salud humana,
  - c. El manejo de los desechos derivados de la construcción,
  - d. El cambio de uso de la tierra previsto y la compatibilidad con los principales usos de la tierra en el AP y AID del Proyecto.
  - e. La operación y mantenimiento del sistema de transmisión de energía.
6. El Plan de Gestión Ambiental -PGA- incluye las medidas de prevención, control, mitigación y rehabilitación tendientes a compatibilizar la construcción y operación de la modificación planteada para los Lotes A y F, así como de la Subestación Las Cruces, con la conservación ambiental y del entorno social, económico y cultural del área de influencia del mismo. El Plan de Gestión Ambiental incluye las medidas de mitigación que TRECSA ha incorporado al diseño de toda el Proyecto PET-01-2009, así como las adicionales propuestas en el presente estudio, basadas en las buenas prácticas de desempeño ambiental y social enmarcadas dentro de los lineamientos conceptuales de desarrollo sostenible aplicados al desarrollo de Proyectos de transmisión y distribución de electricidad, específicamente y de los lineamientos generales sobre medio ambiente, seguridad industrial y salud ocupacional del OMS, los vigentes en la legislación local, los de la industria de transmisión.
7. Parte fundamental del Plan de Gestión Ambiental indicado en este estudio lo constituye el Plan de Monitoreo Ambiental. Su objetivo básico es el de mantener control sobre los impactos definidos y de la eficiencia en la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y rehabilitación, recomendadas en cada caso, a lo largo de las distintas fases de la modificación evaluada.
8. El desarrollo del EIA cumplió con todos los requisitos y términos de referencia para Proyectos categoría A, establecidos por la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, con base en el reglamento 60-2015; habiéndose implementado el proceso de participación y divulgación pública requerido desde el inicio del desarrollo del presente EIA.

## **16.2 RECOMENDACIONES**

Derivado de la Evaluación del Impacto Ambiental y Social de la modificación planteada en este instrumento y con fundamento en las conclusiones del mismo, la empresa consultora recomienda:

*Modificación al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto "PET-01-2009, que incluye las obras reubicación de la Subestación Las Cruces, así como la actualización de segmentos de Líneas de Transmisión Eléctrica a 230kV, Las Cruces–Palestina perteneciente al Lote A y Guate Sur–Las Cruces perteneciente al Lote F"*

1. Que se apruebe, por parte de la autoridad competente, el estudio de EIA de la modificación de ubicación de los segmentos indicados de los Lotes A y F, así como de la subestación Las Cruces, con base en:
  - a. Los resultados de la calificación y evaluación de impactos ambientales y sociales potenciales identificados y su correspondiente mitigación,
  - b. La demostrada factibilidad ambiental y social a través del ejercicio del presente estudio, con base en las metodologías e instrumentos de investigación aplicados.
  - c. La ejecución bajo la responsabilidad de la empresa TRECSA, como desarrolladora de la modificación planteada dentro del Proyecto PET-01-2009, en particular del Plan de Gestión Ambiental complementario, incluido en este estudio.
  - d. La síntesis de compromisos ambientales y sociales definidos, a efecto de que se desarrolle la modificación propuesta de acuerdo al cronograma planteado para su ejecución.
  - e. La implementación de las propuestas de verificación del cumplimiento de dichos compromisos por parte de sus trabajadores, contratistas y otros colaboradores.
2. Evaluar periódicamente la eficiencia en la aplicación de las medidas del Plan de Gestión Ambiental y realizar las mejoras que sean necesarias, con base en los resultados de la evaluación realizada, como parte de un sistema de gestión de mejora continua.
3. Durante cualquier fase de ejecución, informar al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de cualquier situación que por su naturaleza pudiera afectar, significativamente, al entorno ambiental y social, indicando las medidas correctivas implementadas para corregir la desviación detectada.
4. Implementar el Programa de Monitoreo Ambiental de manera complementaria al que se haya aprobado a través de los instrumentos ambientales previos, desde el inicio de la construcción hasta completarse la misma.
5. Presentar, para su evaluación, las ampliaciones al presente EIA, como consecuencia de las modificaciones y/o ampliaciones significativas que pudieran surgir como resultado de modificaciones al diseño de la modificación.



## **XVII. Referencias Bibliográficas**

- Cruz de la R. 1976. Clasificación de zonas de vida de Guatemala basado en el Sistema Holdridge, Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 24 pp.
- DEMOPRE. Fichas de Registro, fichas de registro de los sitios arqueológicos ubicados en los departamentos de la Republica.
- Fauvet-Berthelot, Marie France - Marie Charlotte Arnauld. 1992 Nuestros Cerros, Nuestros Planes, Territorios Postclásicos, en *IV Simposio de investigaciones arqueológicas en Guatemala 1990 (editado por J.P. Laporte, H. Escobedo, y S. Brady)*, pp 262-268 Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- IFC Corporación Financiera Internacional. Procedimientos de Desempeño de EIA, 2008.
- IFC. Corporación Financiera Internacional. Guía Ambiental para Líneas de Transmisión Eléctrica. 2008.
- IFC. Corporación Financiera Internacional. Guía Ambiental General. 2008
- IGN Diccionario Geográfico Nacional, versión Digital. Francis Gall
- INAB (1998). Proyecto de monitoreo de la cobertura forestal de Guatemala. Guatemala. Documento de Proyecto. 19 p.
- INE. Estadísticas Censo 2002 y proyecciones.
- Recinos, Adrián. 2001 Crónicas Indígenas de Guatemala, Academia de Geografía e Historia de Guatemala.
- Acevedo, M., Ariano-Sánchez, D. & Johnson, J. 2013. *Abronia vasconcelosii*. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2015.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Revisado el 10 de agosto de 2015
- Alvarado, J. y Suazo, I. (2012). Técnicas de monitoreo de anfibios y reptiles. Metodología. Zoología integrativa. México: Instituto de investigaciones sobre los recursos naturales (UMSNH).
- Anderson, A. 2009. "Sturnira lilium" (en línea), Animal Diversity Web. Revisado el 05 de Agosto de 2015. Recuperado de : [http://animaldiversity.org/accounts/Sturnira\\_lilium/](http://animaldiversity.org/accounts/Sturnira_lilium/)
- Ariano-Sánchez, D., Campbell, J. & Muñoz-Alons, A. 2013. *Corytophanes percarinatus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2015.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Revisado el 11 August 2015
- Campbell, J.A. & Muñoz-Alonso, A. 2013. *Geophis rhodogaster*. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2015.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Revisado el 10 August 2015.

- 
- Campbell, J.A. & Muñoz-Alonso, A. 2013. *Sceloporus smaragdinus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2015.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Revisado el 10 August 2015.
  - Castañeda, C. (2008) Diversidad de Ecosistemas de Guatemala. Pp 181-229 en Guatemala y su Biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico (Azurdia, C., García, F. y Ríos, M., eds.) Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Oficina Técnica de Biodiversidad (OTECBIO). Guatemala
  - Chávez, S. (2012) Análisis de la relación de sexos de murciélagos (Chiroptera: Phyllostomidae) con la infestación de moscas ectoparásitas (Diptera: Streblidae) presentes en un área protegida privada del municipio de San Lucas Sacatepéquez. Informe final de EDC. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
  - Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP- (2001) Lista de especies de especies amenazadas de extinción -LEA- y listado de especies de fauna silvestre CITES de Guatemala. Guatemala: Proyecto ambiental regional para Centroamérica.
  - Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP- (2014) Plan maestro reserva forestal protectora de manantiales cordillera Alux (2010-2014) Guatemala: CONAP.
  - Davies, N. (2010) Cuckoos, Cowbirds and others cheats. UK: T & A D Poyser Ltd.
  - De la Cruz, J. (1981) Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Instituto Nacional Forestal. Guatemala
  - Dinerstein, E., Olson, D., Gram, D., Webster, A., Pim, S., Boobinder, M. *et al.* (1995) A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. Washington, D.C.: The World Bank and WWF.
  - Fenton, M., Acharya, L., Audet, D., Hickey, M., Merriman, C., & Obris, M. (1992). Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the neotropics. *Biotropica*. 24:440-446.
  - Flores-Villela, O., Köhler, G., Sunyer, J., Townsend, J.H. & Wilson, L.D. 2013. *Conophis lineatus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2015.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Revisado el 10 August 2015.
  - Fund, W. (2014). Central American pine-oak forests. Recuperado de <http://www.eoearth.org/view/article/151001>