

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110 KV DEL PROYECTO SOLAR “LA UNIÓN”
A LA SUBESTACIÓN DE NUEVA MONTERÍA 110kV.

CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ELABORADO POR



PRESENTADO POR



MONTERÍA - CÓRDOBA, JUNIO DE 2021

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS.....	3
LISTA DE FIGURAS	4
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	5
3.1. LOCALIZACIÓN	5
3.1.1. Localización político administrativa del área de estudio.....	5
3.1.2. Localización geográfica del área de estudio	7
3.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	11
3.2.1. Infraestructura existente.	14
3.2.1.1. Corredores viales.	14
3.2.1.2. Redes eléctricas.....	21
3.2.1.3. Acueductos.	26
3.2.1.4. Infraestructura Social.....	29
3.2.2. Fases y actividades del proyecto.....	31
3.2.2.1. Fase Preoperativa.....	31
3.2.2.2. Fase constructiva	32
3.2.2.3. Fase de operación y mantenimiento de la línea.....	40
3.2.2.4. Fase de desmantelamiento y abandono de la línea	41
3.2.3. Diseño del Proyecto.	42
3.2.3.1. Torres.....	43
3.2.3.2. Cimentaciones o fundaciones.....	47
3.2.3.3. Cables o conductores	48
3.2.3.4. Servidumbre	49
3.2.3.5. Cable de guarda.....	49
3.2.3.6. Manguitos de empalme.....	49
3.2.3.7. Empalmes de cables de guarda con fibras ópticas	50
3.2.3.8. Cadenas de aislamiento.....	50
3.2.3.9. Herrajes para cable de guarda con fibras ópticas	52
3.2.3.10. Dispositivos antivibratorios.....	53
3.2.3.11. Balizas de señalización, salvapájaros y disuasores de nidificación.....	53
3.2.3.12. Señalización e identificación de estructuras	53
3.2.4. Características técnicas.....	54
3.2.4.1. Adecuación y construcción.....	54



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

3.2.5.	Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación, construcción y demolición	82
3.2.6.	Residuos peligrosos y no peligrosos	82
3.2.6.1.	Sistemas y fuentes de generación de energía en las diferentes fases del proyecto	83
3.2.7.	Costos del Proyecto.....	83
3.2.8.	Cronograma del proyecto.....	87
3.2.9.	Organización del proyecto.....	89
BIBLIOGRAFÍA		90



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución veredal de la zona de estudio por base de datos.....	6
Tabla 2. Coordenadas del área de influencia del proyecto.	8
Tabla 3. Características generales de la línea de transmisión SOLARPACK.	11
Tabla 4. Clasificación de la red vial según INVIAS.	14
Tabla 5. Líneas eléctricas existentes en el área de influencia.	22
Tabla 6. Fases y actividades de la línea de transmisión.....	31
Tabla 7. Características generales del conductor de la línea.	48
Tabla 8. Características generales del cable de guarda con fibras ópticas de la línea.	49
Tabla 9. Características generales de los aisladores.	50
Tabla 10. Interceptación de vías con el trayecto de la línea de transmisión.	55
Tabla 11. Descripción general de accesos el trayecto de la línea de transmisión.....	56
Tabla 12. Características de la línea de conexión eléctrica (LCE).....	62
Tabla 13. Ubicación de las torres a lo largo de la línea de conexión eléctrica	64
Tabla 14. Identificación de cruces en el trazado de la línea	65
Tabla 15. Detalles y ubicación de cruzamientos en el trazado de la línea (1).	66
Tabla 16. Características a evaluar para el diseño de una cimentación tipo zapata	68
Tabla 17. Características a considerar en el diseño de una cimentación tipo pila	68
Tabla 18. Distancias mínimas de seguridad distintas situaciones.....	69
Tabla 19. Distancias mínimas de seguridad con otras líneas con una de 110 kV.	70
Tabla 20. Distancia horizontal entre conductores en la misma estructura	71
Tabla 21. Estimativo de agua para la elaboración del concreto en los sitios de torre.....	72
Tabla 22. Aprovechamiento forestal para la línea de transmisión.	74
Tabla 23. Estimativos de materiales pétreos para elaboración de concreto en los sitios de torre.	75
Tabla 24. Estimación de mano de obra para la construcción del proyecto.	75
Tabla 25. Cruces con otras líneas eléctricas existentes.	79
Tabla 26. Redes de acueducto que se cruzan con el trazado del proyecto.....	80
Tabla 27. Fuentes de Materiales Cercanas al Proyecto Jurisdicción CVS	80
Tabla 28. Volúmenes estimados de excavaciones y rellenos.....	82
Tabla 29. Costos de construcción del proyecto.....	83
Tabla 30. Cronograma de actividades programada para el proyecto.	88

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa veredal utilizado para el estudio de impacto ambiental.....	6
Figura 2. Localización geográfica del área de estudio para la Línea de transmisión eléctrica Parque Solar “La Unión”.....	7
Figura 3. Línea de Transmisión de la estación de la planta solar La Unión a la subestación Nueva Montería.....	13
Figura 4. Ruta 23 entre Montería y Planeta Rica.	15
Figura 5. Localización Ruta 23 entre Planeta Rica y Montería.	15
Figura 6. Variante de Mocarí – terminal de Transporte.....	16
Figura 7. Localización variante de Mocarí – Terminal de Transportes.....	16
Figura 8. Localización vía terciaria el Kilómetro 12 – El Cerrito.	17
Figura 9. Vía terciaria el Kilometro Doce – El Cerrito.....	18
Figura 10. Vía Terciaria Caño Viejo – Las Lamas.....	19
Figura 11. Localización vía terciaria Caño Viejo – Las lamas.....	20
Figura 12. Vía terciaria Los Pericos – Las Lamas:.....	20
Figura 13. Localización vía terciaria los Pericos – Las Lamas.	21
Figura 14. Subestación eléctrica Montería 230 kv (ISA) y la subestación Nueva Montería.	21
Figura 15. Trazado de las redes eléctricas en el área de influencia.	22
Figura 16. Tipos de infraestructura eléctrica existente en el área de estudio.	23
Figura 17. Redes de acueducto urbano en el barrio Villa Cielo.	26
Figura 18. Acueducto del corregimiento el Kilometro Doce.	27
Figura 19. Localización del canal de aguas lluvias el Purgatorio.	28
Figura 20. Canal de aguas lluvias el Purgatorio.....	28
Figura 21. Infraestructura Social y/o Productiva.	30
Figura 22. Cimentación de torres.....	34
Figura 23. Ensamble y montaje de torres.....	37
Figura 24. Ensamble y montaje de cables.....	38
Figura 25. Esquema tipo de partes y materiales de una torre.....	43
Figura 26. Torre tipo “A”.....	44
Figura 27. Torre tipo “B”.....	45
Figura 28. Torre tipo “C”.....	46
Figura 29. Torre tipo “D”.....	47
Figura 30. Cadena de suspensión para cable 795 ACSR.....	51
Figura 31. Cadena de Tensión para cable 795 ACSR.....	52
Figura 32. Conjunto de suspensión para cable de guarda con fibras ópticas.	52
Figura 33. Conjunto de tensiones para cable de guarda con fibras ópticas.....	53
Figura 34. Interceptación de vías con el trayecto de la línea de transmisión.	55
Figura 35. Trazado de la línea de transmisión de energía eléctrica de 110 kV.....	61
Figura 36. Trazado de la línea de conexión eléctrica (LCE).....	63
Figura 37. Franja de seguridad de la línea de conexión eléctrica.....	69
Figura 38. Tipos de baños portátiles a usar en los frentes de obra.	73
Figura 39. Infraestructura eléctrica interceptada con el proyecto.....	77
Figura 40. Líneas eléctricas existentes.....	79
Figura 41. Estructura Organizacional SOLARPACK COLOMBIA S.A.S. E.S.P.....	89

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. LOCALIZACIÓN

De acuerdo con lo establecido en los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA para proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica según radicado No 20212100197 expedido por la Corporación Autónoma Regional de Los Valles del Sinú y Del San Jorge - CVS, que proyecten operar con tensiones iguales o superiores a 110 kV, se desarrolla en esta sección la descripción de las principales características técnicas del proyecto, el cual contempla la construcción y operación de la línea de transmisión eléctrica a 110 kilovoltios (kV) entre las subestaciones de Nueva Montería con resolución de licencia ambiental No 2-2837 del 02 de diciembre de 2016 a nombre de la empresa ENERGÍA DEL PACIFICO S.A. E.S.P y la del parque solar fotovoltaico La Unión con resolución de licencia ambiental No 2-7823 del 04 de febrero de 2021 a nombre de la empresa SOLARPACK COLOMBIA S.A.S. E.S.P.

Dado que una de las subestaciones ya existe (Celsia – Nueva Montería) y la otra está contemplada dentro de la fase de construcción del proyecto solar fotovoltaico La Unión¹, y ambas ya cuentan con instrumentos propios de manejo y seguimiento ambiental, de modo que el presente proyecto incluye únicamente para su proceso de licenciamiento ambiental las actividades y obras correspondientes a la construcción y operación de la línea de transmisión a 110 kV y su llegada al espacio disponible al interior del edificio GIS de la subestación Nueva Montería de Celsia.

En este sentido, en el presente capítulo se presenta la descripción de las características técnicas del proyecto incluyendo sus diferentes etapas de desarrollo, así como los procesos de construcción y operación, las estructuras, maquinaria y equipos a utilizar; asimismo, se relaciona la descripción de accesos e infraestructura existente y de forma resumida, se plantean las necesidades de uso y aprovechamiento de recursos naturales.

3.1.1. Localización político administrativa del área de estudio.

La localización político administrativo del área de influencia, se genera a partir del ejercicio de revisión de fuentes de información secundarias (Tabla 1). En atención a lo definido por el artículo 12 de la Ley 388 de 1997, en donde el municipio es la principal autoridad en el ordenamiento territorial, el estudio de impacto ambiental de la línea de transmisión de energía eléctrica de 110 kv del proyecto solar “PV La Unión” a la subestación de Montería asume como localización político administrativa el resultado del ejercicio de validación de fuentes oficiales como el Borrador del Plan de Ordenamiento Territorial (Alcaldía de Montería, 2020), y las planchas 611C4, 611IIA2, 611IIB3, 611IIB4 y 611IIB1 de las bases cartográficas departamentales de Colombia (IGAC, 2018) por lo que la unidad análisis del documento a nivel de localización político administrativo es veredal, por lo que en el área de influencia hace parte las veredas Los Piojos, Los Pericos y el Cerrito, tal como se muestra en la Figura 1.

¹ Licencia ambiental otorgada por la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge mediante Resolución No 2-7823 del 4 de febrero de 2021.

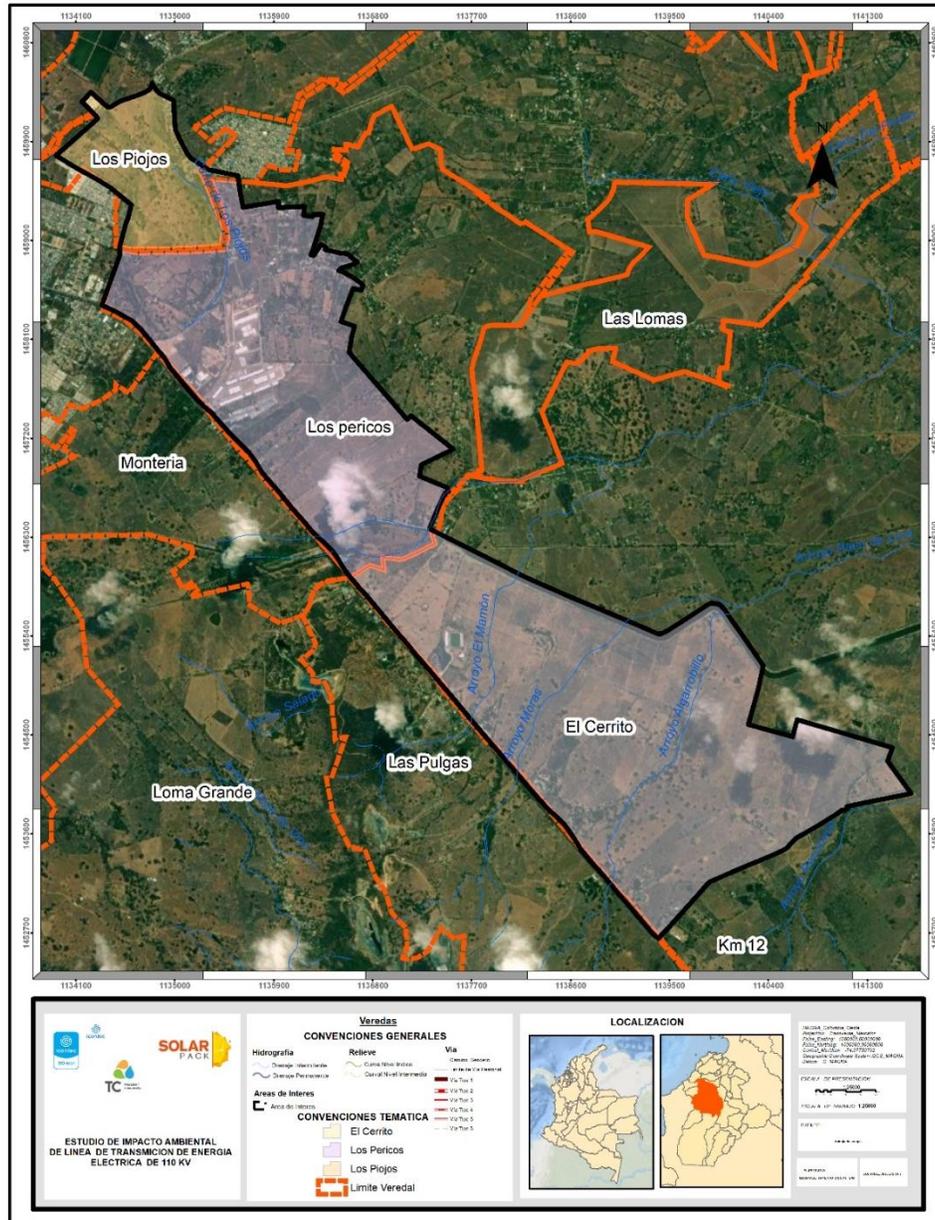
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 1. Distribución veredal de la zona de estudio por base de datos.

Fuente de información	Documento o plataforma	Municipio	Veredas
IGAC, 2018	Cartografía Base de datos abiertos del IGAC (2020), POT Montería (2021)	MONTERÍA	Los Piojos
			Los Pericos
			El Cerrito

Fuente: Elaboración consultora a partir de información IGAC 2020 y Alcaldía de Montería, 2021.

Figura 1. Mapa veredal utilizado para el estudio de impacto ambiental



Fuente: Elaborado por consultor.

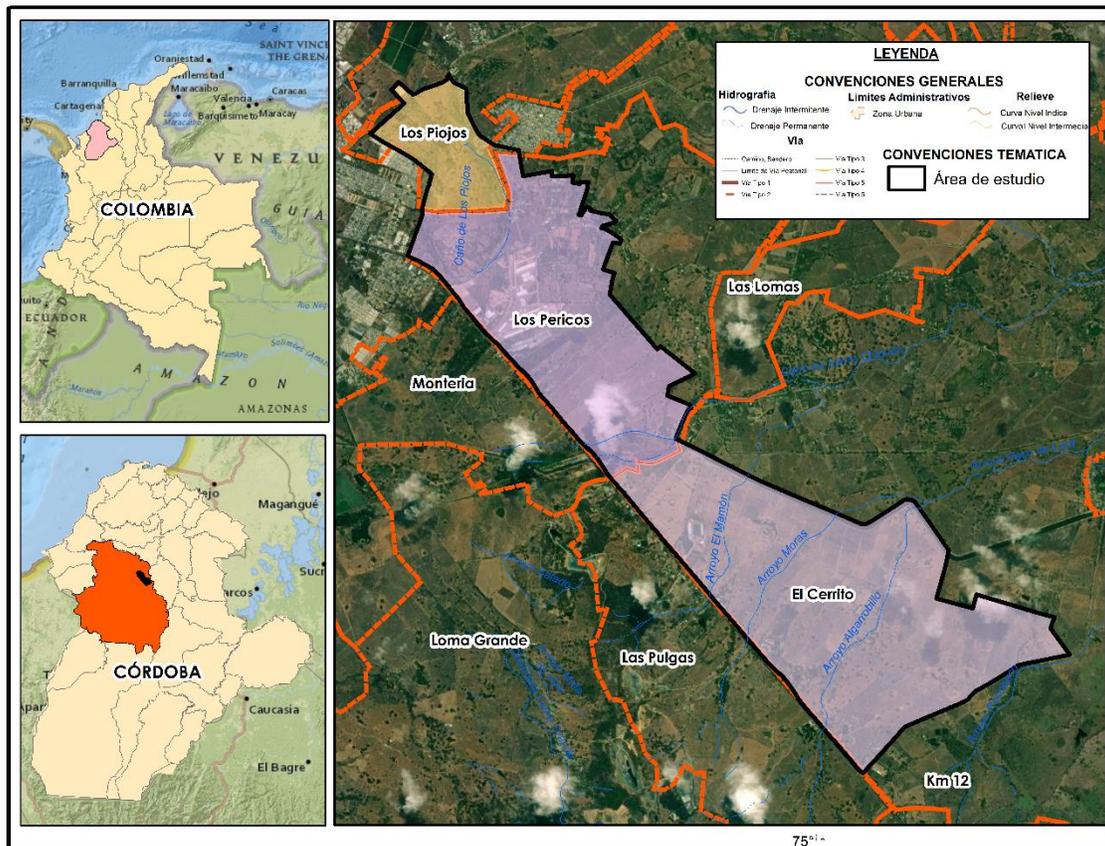


	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

3.1.2. Localización geográfica del área de estudio

El área de estudio se localiza en la región Caribe Colombiana, en el departamento de Córdoba, municipio de Montería, en jurisdicción ambiental de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y de San Jorge (CVS), al sur del casco urbano, en inmediaciones del corregimiento el Kilometro Doce y el Cerrito, a 10 kilómetros del perímetro urbano, contiguo a la vía Nacional: Ruta 23, tramo 23-10 Planeta Rica – Montería (Figura 2).

Figura 2. Localización geográfica del área de estudio para la Línea de transmisión eléctrica Parque Solar "La Unión".



Fuente: Elaborado por consultor.

Montería está ubicado al noroccidente del país en la región Caribe Colombiana, se encuentra a orillas del río Sinú, por lo que es conocida como la "Perla del Sinú". Es considerada la capital ganadera de Colombia; anualmente celebra la feria de la Ganadería durante el mes de junio. Es, además, un importante centro comercial y universitario, reconocida como una de las ciudades colombianas con mayor crecimiento y desarrollo en los últimos años y por impulsar el desarrollo sostenible.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

El municipio de Montería tiene, según datos de la proyección del DANE para 2018, una población total de 460 223 habitantes, de los cuales 357 746 viven en el casco urbano y 102 477 en el área rural (Dane, 2018), la cual se divide en 28 corregimientos, 168 veredas y 9 Unidades Espaciales de Funcionamiento (UEF) y el área urbana en 207 barrios. Estos barrios se agrupan en 9 comunas y en 5 piezas urbanas. Los corregimientos que conforman el municipio son Morindó Central, Santa Lucía, Santa Clara, Palotal, Nuevo Paraíso, Martinica, Leticia, Pueblo Bujo, Lomas Verdes, Jaraquiel, Las Palomas, Guasimal, El Sabanal, El Kilómetro Doce, El Cerrito, Patio Bonito, Calle barrida, La Victoria, Guateque, San Isidro, San Anterito, Nueva Lucía, Santa Isabel, Tres Palmas, Tres Piedras, Buenos Aires, La Manta, Nueva Esperanza y Garzones (Alcaldía Montería, 2016).

La topografía de Montería es básicamente plana, con algunas elevaciones de menor importancia. La parte occidental de la ciudad está surcada por la serranía de Las Palomas. Al norte limita con el municipio de Cereté, Puerto Escondido y San Pelayo; al este con San Carlos y Planeta Rica; al sur con Tierralta y Valencia; al oeste con el departamento de Antioquia y los municipios de Canalete, Puerto Escondido y Los Córdoba. La ciudad está surcada por numerosos caños y riachuelos, la principal fuente hídrica de Montería la constituye el río Sinú (Alcaldía Montería, 2016).

El clima de la ciudad de Montería es cálido tropical con una estación de sequía y una de lluvias a lo largo del año. La temperatura promedio anual de la ciudad es de 28 °C con picos superiores a 40 °C en temporada canicular. La humedad relativa promedio es de 78% (POT Montería, 2010).

Montería durante los últimos años ha recibido menciones y premios por su capacidad de ser una ciudad sostenible en materia ambiental. En 2014 fue seleccionada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Financiera de Desarrollo Territorial, Findeter, para ser parte del proyecto Ciudades Sostenibles por lograr dar a conocer su gran desarrollo y crecimiento natural. En 2014 fue seleccionada por World Wide Fund for Nature (WWF), como la Ciudad Sostenible Del Planeta, por lograr reducir el consumo y uso de la electricidad. En 2016 y por tercer año consecutivo, Montería ganó el título de Capital Nacional de la Hora del Planeta, otorgado por la WWF, la cual reconoce a la capital de departamento de Córdoba como un modelo para la acción climática; Montería tiene planes de reducir sus emisiones un 20% con inversiones en infraestructuras, el transporte sostenible y la reducción del consumo de energía. Además, fue elegida entre las 10 ciudades más sostenibles del planeta en La Conferencia Mundial Habitat III, realizada en Quito, en octubre del 2016; a nivel latinoamericano solo se encuentran Montería y Quito entre estas diez.

A continuación, en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se describen las coordenadas del área de influencia del proyecto.

Tabla 2. Coordenadas del área de influencia del proyecto.

PUNTO	ESTE	NORTE	PUNTO	ESTE	NORTE	PUNTO	ESTE	NORTE
1	4691765	2521550	71	4687221	2523359	141	4687635	2525770
2	4691717	2521342	72	4687177	2523436	142	4687625	2525691
3	4691622	2521015	73	4687149	2523479	143	4687706	2525676
4	4692025	2520901	74	4687109	2523532	144	4687715	2525698



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS						Código: MI-AYC-F-INFT	
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL						Versión: 01	
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO						Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019	

5	4692068	2521055	75	4687079	2523566	145	4687801	2525697
6	4692933	2520791	76	4687030	2523613	146	4687783	2525604
7	4692886	2520669	77	4686978	2523665	147	4687715	2525404
8	4693077	2520403	78	4686911	2523740	148	4687704	2525363
9	4693097	2520374	79	4686835	2523825	149	4687687	2525331
10	4693059	2520364	80	4686768	2523905	150	4687716	2525325
11	4692895	2520334	81	4686699	2523963	151	4687782	2525424
12	4692729	2520303	82	4686626	2524039	152	4687826	2525397
13	4692576	2520274	83	4686540	2524143	153	4687818	2525376
14	4692512	2520259	84	4686399	2524315	154	4687917	2525353
15	4692517	2520243	85	4686344	2524411	155	4687953	2525341
16	4692481	2520226	86	4686320	2524437	156	4687974	2525341
17	4692466	2520227	87	4686273	2524495	157	4688026	2525334
18	4692420	2520195	88	4686221	2524564	158	4688109	2525255
19	4692233	2520082	89	4686135	2524668	159	4688042	2525229
20	4692114	2520016	90	4686049	2524751	160	4687980	2525212
21	4692051	2519982	91	4685911	2524831	161	4687961	2525208
22	4691982	2519914	92	4685802	2524883	162	4687939	2525182
23	4691963	2519889	93	4685781	2524893	163	4687968	2525176
24	4691915	2519862	94	4685883	2525165	164	4688059	2525126
25	4691844	2519831	95	4685951	2525349	165	4688133	2525073
26	4691536	2519707	96	4685952	2525382	166	4688161	2525048
27	4691253	2519588	97	4685952	2525434	167	4688143	2525004
28	4691203	2519534	98	4686009	2525638	168	4688069	2525019
29	4691163	2519489	99	4686027	2525677	169	4688003	2524855
30	4691074	2519389	100	4686060	2525803	170	4687954	2524720
31	4690886	2519186	101	4685872	2525960	171	4688078	2524678
32	4690782	2519079	102	4685749	2526038	172	4688051	2524584
33	4690749	2519107	103	4685542	2526154	173	4688026	2524439
34	4690725	2519128	104	4685380	2526259	174	4688048	2524414
35	4690680	2519187	105	4685761	2526592	175	4688147	2524297
36	4690529	2519367	106	4685749	2526609	176	4688406	2523992
37	4690429	2519485	107	4685620	2526747	177	4688548	2523824
38	4690273	2519673	108	4685636	2526761	178	4688583	2523858



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS						Código: MI-AYC-F-INFT	
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL						Versión: 01	
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO						Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019	

39	4690185	2519776	109	4685703	2526832	179	4688964	2523550
40	4690088	2519894	110	4685809	2526734	180	4688673	2523410
41	4690025	2519998	111	4685859	2526692	181	4688654	2523307
42	4689951	2520105	112	4685879	2526697	182	4688905	2523202
43	4689894	2520173	113	4685972	2526749	183	4688917	2523164
44	4689792	2520266	114	4686092	2526788	184	4688891	2523155
45	4689662	2520412	115	4686122	2526797	185	4688865	2523111
46	4689526	2520574	116	4686192	2526824	186	4688800	2522968
47	4689324	2520820	117	4686241	2526853	187	4688741	2522826
48	4689146	2521029	118	4686261	2526909	188	4689027	2522681
49	4689082	2521109	119	4686297	2526847	189	4689303	2522537
50	4688923	2521303	120	4686326	2526814	190	4689560	2522403
51	4688748	2521514	121	4686422	2526767	191	4689649	2522359
52	4688574	2521721	122	4686452	2526752	192	4690021	2522192
53	4688537	2521769	123	4686457	2526719	193	4690148	2522138
54	4688426	2521899	124	4686459	2526646	194	4690605	2521940
55	4688306	2522047	125	4686466	2526486	195	4690807	2521849
56	4688169	2522215	126	4686502	2526404	196	4690837	2521849
57	4688106	2522284	127	4686575	2526260	197	4690877	2521867
58	4688074	2522326	128	4686610	2526217	198	4690899	2521878
59	4688017	2522390	129	4686627	2526206	199	4691039	2521965
60	4687961	2522467	130	4686662	2526183	200	4691272	2522114
61	4687895	2522576	131	4686710	2526150	201	4691304	2522124
62	4687864	2522620	132	4686771	2526112	202	4691328	2522119
63	4687812	2522681	133	4686820	2526105	203	4691364	2522113
64	4687763	2522726	134	4686929	2526081	204	4691388	2522094
65	4687678	2522805	135	4687032	2526058	205	4691425	2522053
66	4687619	2522881	136	4687048	2525931	206	4691473	2521978
67	4687580	2522925	137	4687076	2525767	207	4691567	2521843
68	4687491	2523028	138	4687399	2525821	208	4691654	2521713
69	4687371	2523180	139	4687398	2525764	209	4691765	2521550
70	4687255	2523314	140	4687565	2525768			

Fuente: Elaborado por consultor.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

3.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El alcance del proyecto corresponde a la construcción de una (1) línea de transmisión de 110 kV, desde la subestación del parque solar La Unión hasta la subestación Nueva Montería; es importante señalar que, si bien se mencionan las subestaciones de salida y llegada de la línea, y se incluyen dentro del área de influencia del proyecto, el objeto del presente EIA se limita exclusivamente al licenciamiento de la línea de transmisión eléctrica y su llegada al espacio disponible al interior del edificio GIS de la subestación Nueva Montería de Celsia.

Para el desarrollo del presente proyecto, la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge – CVS eligió mediante la resolución 2-7580 del 30 de octubre de 2020, que el corredor alternativo 1 con una longitud de 10,6 Km y un área de servidumbre de 21,3 Ha es el cual se deberá elaborar el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental.

Este corredor parte de la subestación eléctrica del proyecto solar fotovoltaico Pv La Unión, al este del centro poblado del corregimiento el Kilometro Doce, desde donde sale en dirección Norte hacia la subestación eléctrica Nueva Montería, ubicada en la parte sureste del casco urbano de la ciudad, contigua a las lagunas de oxidación y a la variante que comunica la terminal de transporte con el barrio Mocarí, al frente del punto de bifurcación de la vía Montería – San Carlos.

En este recorrido atraviesa varias fincas ganaderas, pasando por el costado este del estadio de fútbol Jaraguay y sigue en dirección norte atravesando el canal del Purgatorio y el costado este del parque industrial San Jerónimo, desde ahí sigue en dirección norte hacia la subestación Nueva Montería pasando por el costado oeste del corregimiento los Pericos y del barrio Villa Cielo (Figura 3).

Este proyecto contempla un tiempo de construcción de aproximadamente seis (6) meses, considerando que se pueden presentar variaciones que dependen de factores como la disponibilidad de recursos (mano de obra, materiales y equipos), entre otros aspectos. Asimismo, se prevé un tiempo de operación de 30 años, durante los cuales la infraestructura de la línea de transmisión, cableado y accesorios serán sometidos a procesos de seguimiento y mantenimiento de forma que se conserven en rangos óptimos de operación. Luego de esto, la línea de transmisión eléctrica es evaluada y se opta por adaptarla a tecnologías compatibles del momento de modo que, se pueda prolongar su vida útil o mantenerla como infraestructura de respaldo; o según el estado y las condiciones someterla definitivamente al desmantelamiento el cual se realizaría en un tiempo estimado de entre seis meses y un año. Las características principales de la línea se describen en la **Tabla 3**:

Tabla 3. Características generales de la línea de transmisión SOLARPACK.

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	110 kV
Tensión más elevada de la red	123 kV
Categoría	Especial
Medio	Aéreo

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

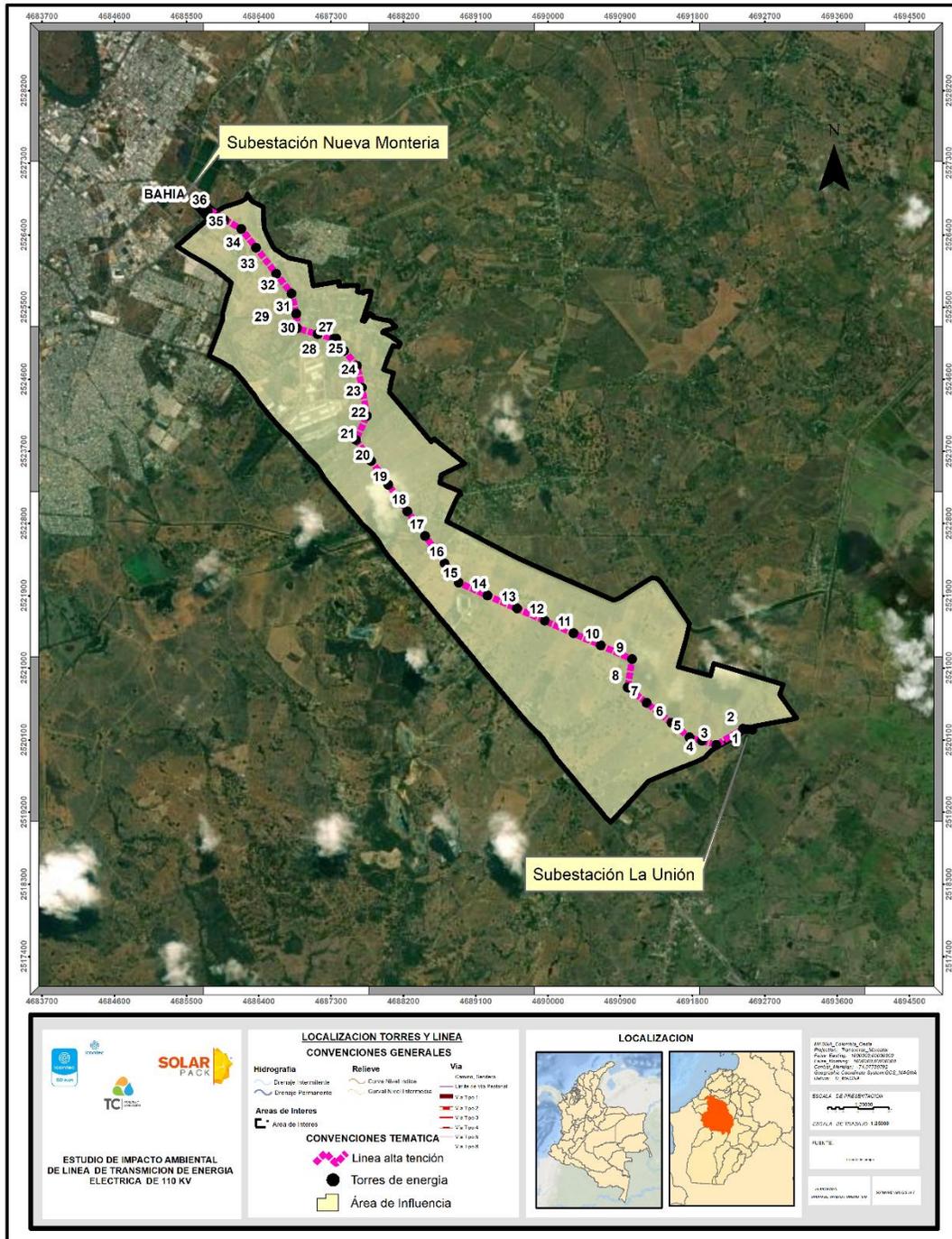
Disposición	Tresbolillo
N.º de circuitos	1
N.º de conductores por fase	1
Tipo de conductor aéreo	795 ACSR
N.º de cables de tierra	1
Tipo de cable de tierra	OPGW
Tipo de aislamiento	Cadenas de aisladores de vidrio
Apoyos	Tipo A, B, C y D
Cimentaciones	Pila
Puesta a tierra	Apoyos no frecuentados
Longitud (km)	10.669
Nº estimado de apoyos	37
Tipo de aislamiento	Vidrio
Puesta a tierra	Picas de toma de tierra doble

Fuente: EOS – SOLARPACK, 2021



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 3. Línea de Transmisión de la estación de la planta solar La Unión a la subestación Nueva Montería.



Fuente: Elaboración consultor.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

3.2.1. Infraestructura existente.

La infraestructura existente dentro del área de influencia del proyecto está compuesta principalmente por corredores viales de carácter nacional, departamental y municipal, redes eléctricas de alta y media tensión, redes de acueducto, de gas domiciliario, canales de aguas lluvias, equipamientos colectivos y centros poblados

3.2.1.1. Corredores viales.

Dentro del área de influencia del proyecto se identificaron varios corredores viales, para lo cual se adoptó la clasificación hecha por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) para carreteras según la cartografía básica de Colombia y el inventario de las características de los suelos (IGAC, 2019), la clasificación se realizó en tres tipos de vías, los cuales se describen a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4. Clasificación de la red vial según INVIAS.

Clasificación	Descripción
Primarias	Son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países.
Secundarias	Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera primaria.
Terciaria	Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí.

Fuente: Consultor tomado del manual de diseño geométrico de carreteras, INVIAS 2008.

3.2.1.1.1. Vías primarias o nacionales.

Estas vías comúnmente presentan las mejores condiciones de la red vial nacional en cuanto especificaciones como: rodadura (generalmente con pavimento), ancho de calzada, pendientes longitudinales, obras de arte y velocidad de diseño, aspectos que facilitan la movilidad y que sean prioritarias de uso para el transporte de materiales, maquinaria y equipos a las diferentes zonas del proyecto. Las vías de este tipo que se cruzan con el área de influencia del proyecto son:

➤ Ruta 23: Tramo 23-10, Planeta Rica – Montería:

Corresponde a un tramo de doble calzada entre la ciudad de Montería y la vereda el Kilómetro 15, y posteriormente sigue en una sola calzada hasta el municipio de Planeta Rica, con una longitud de 49 km, que se encuentra a nivel de pavimento asfáltico. Esta vía se encuentra dentro de la concesión Ruta al Mar, y pasa por el costado oeste del proyecto y desde el cual se accede a los predios del proyecto (**Figura 4** y **Figura 5**).

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 4. Ruta 23 entre Montería y Planeta Rica.



Fuente: Consultor.

Figura 5. Localización Ruta 23 entre Planeta Rica y Montería.



Fuente: Elaboración consultor.

➤ **variante de Mocarí- Terminal de Transportes:**

Se localiza en la parte norte del área de influencia del proyecto, es una vía doble calzada construida para desviar el tráfico pesado, tiene una longitud aproximada de 7 km, se encuentra



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

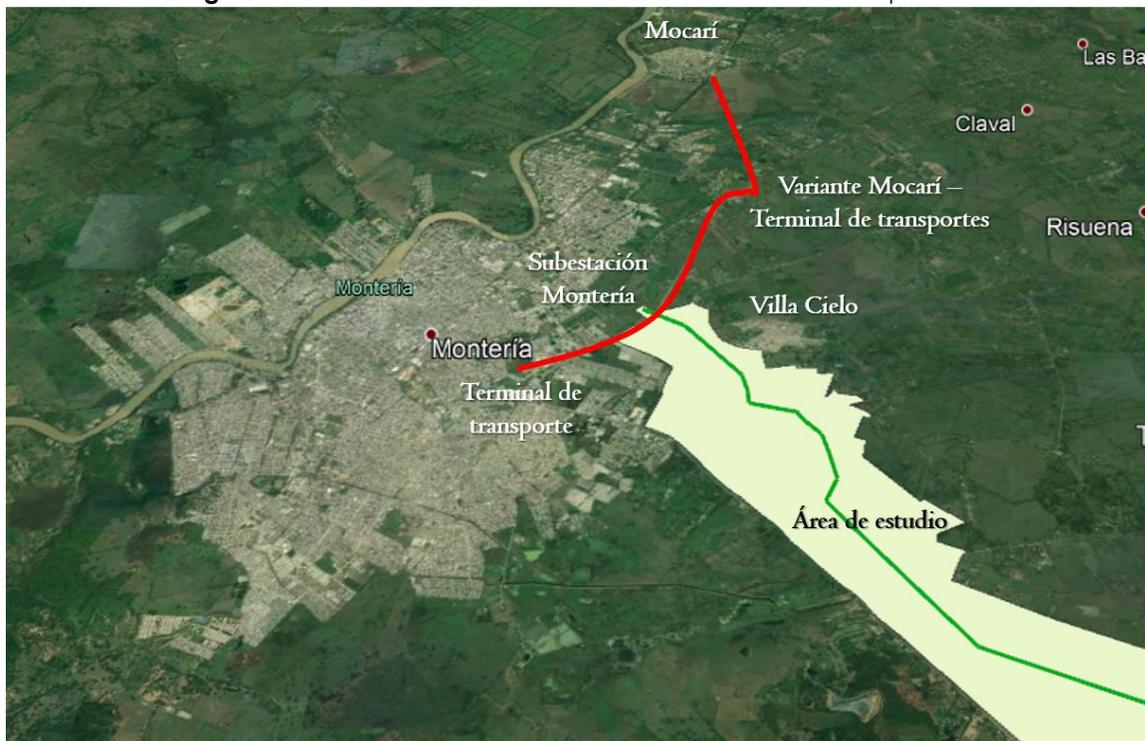
construida en concreto asfáltico con buenas especificaciones y en buen estado, con bastante tráfico, principalmente transporte de carga (Figura 6 y Figura 7).

Figura 6. Variante de Mocarí – terminal de Transporte



Fuente: Consultor.

Figura 7. Localización variante de Mocarí – Terminal de Transportes.



Fuente: Elaboración consultor.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

3.2.1.1.2. Vías terciarias.

Este tipo de vías que también son conocidas como veredales, son las que más se presentan en el área de influencia del proyecto y en general en el país. Típicamente tienen anchos menores de 5,0 m, con una capa de material de afirmado o recebo; en ocasiones pueden carecer de dicha capa y presentan bastantes limitaciones en cuanto al mantenimiento. Los principales corredores de este tipo que se encuentran en el área del proyecto son:

➤ **Vía terciaria corregimiento el Kilometro Doce – El Cerrito:**

Se localiza en la parte sur del área de influencia del proyecto, se desprende de la vía primaria Montería – Planeta Rica, a la altura del corregimiento el Doce hasta el corregimiento el Cerrito, es un carretable de aproximadamente 4.5 km, es una vía construida en placa huella en buenas condiciones, con un ancho promedio de 5 metros, con poco tráfico (Figura 8 y

Figura 9).

Figura 8. Localización vía terciaria el Kilómetro 12 – El Cerrito.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Fuente: Elaboración Consultor.

Figura 9. Vía terciaria el Kilometro Doce – El Cerrito.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Fuente: Elaboración consultor.

➤ **Vía Terciaria Caño Viejo las lamas:**

Se localiza en la parte central del área de influencia del proyecto, se desprende de la vía nacional Montería – Planeta Rica, a la altura del canal de aguas lluvias el Purgatorio, es una vía que comunica el sector de Caño Viejo con las Lamas, es un carretable de aproximadamente 4.15 km, es una vía construida en placa huella en buenas condiciones, con un ancho promedio de 5 metros, con poco tráfico (Figura 10 y

Figura 11).

Figura 10. Vía Terciaria Caño Viejo – Las Lamas.



Fuente: Elaboración Consultor.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 11. Localización vía terciaria Caño Viejo – Las lamas.



Fuente: Elaboración consultor.

➤ **Vía terciaria Los Pericos – Las Lamas:**

Se localiza en la parte noreste del área de influencia del proyecto, se desprende de la vía nacional Montería – Planeta Rica, a la altura de la entrada al perímetro urbano de la ciudad de Montería, es un carreteable de aproximadamente 4.25 km, construida en material de afirmado en regular estado, con un ancho promedio de 5 metros, con poco tráfico (Figura 12 y Figura 13).

Figura 12. Vía terciaria Los Pericos – Las Lamas:

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Fuente: Elaboración Consultor.

Figura 13. Localización vía terciaria los Pericos – Las Lamas.



Fuente: Elaboración consultor.

3.2.1.2. Redes eléctricas.

Debido a que en el área de estudio del proyecto se encuentran la subestación eléctrica Nueva Montería y la subestación Montería 230 kv operada por INTERCOLOMBIA - ISA, fue necesario identificar las distintas clases de redes eléctricas que se encuentran en la zona, ya que hay presencia de líneas de extra alta tensión (EAT): Corresponde a tensiones superiores a 230 kv, líneas de alta tensión (AT): Tensiones mayores o iguales a 57,5 kv y menores o iguales a 230 kv y líneas de Media tensión (MT): Los de tensión nominal superior a 1000 V e inferior a 57,5 kv (ver Figura 14).

Figura 14. Subestación eléctrica Montería 230 kv (ISA) y la subestación Nueva Montería.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Fuente: Elaboración Consultor.

En la Tabla 5 se presentan las principales líneas eléctricas que se encuentran en el área de influencia del proyecto y en la Figura 15 se muestra su respectiva ubicación geográfica.

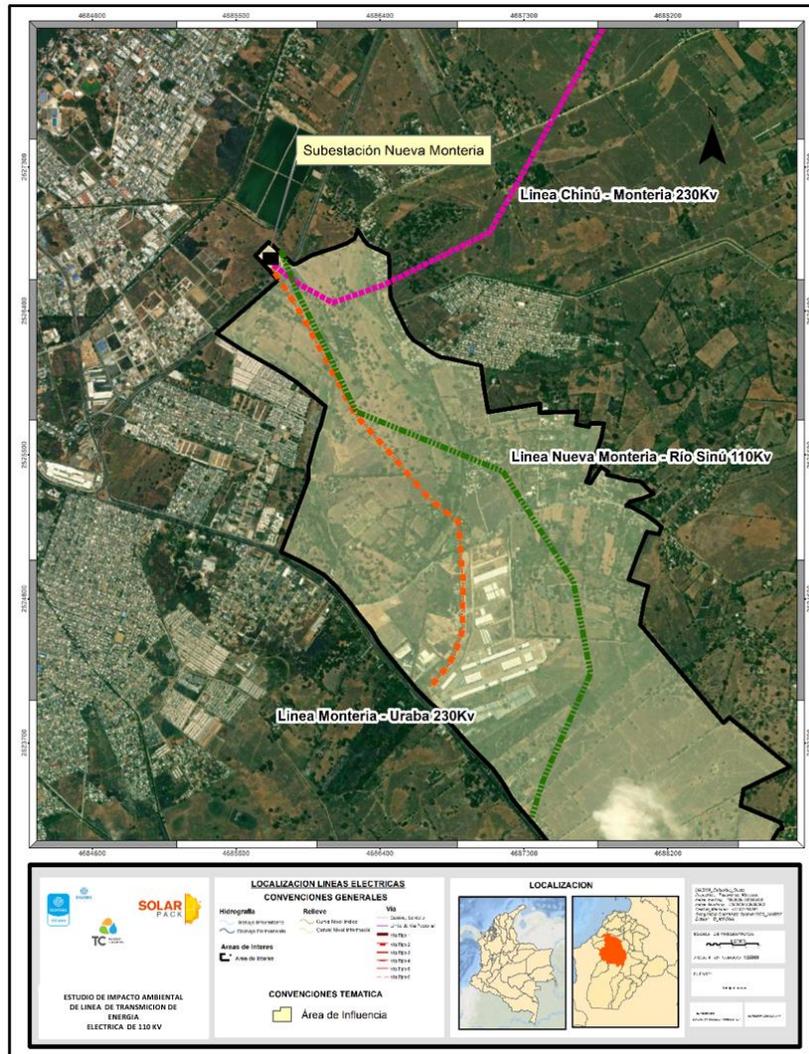
Tabla 5. Líneas eléctricas existentes en el área de influencia.

No	Línea	Tramo
1-	LT 230 kV	Chinú – Montería -
2-	LT 230 KV	Montería - Urabá
3-	LT 110 KV	Nueva Montería – Río Sinú
4-	LT 13.5 KV	Montería -Corregimiento Kilometro Doce

Fuente: Elaboración consultor.

Figura 15. Trazado de las redes eléctricas en el área de influencia.

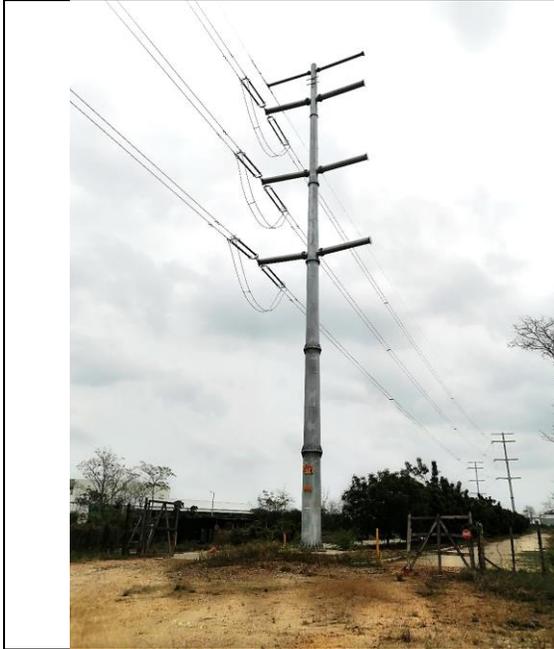
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Fuente: Elaboración consultor.

A continuación, en la Figura 16 se muestran los distintos tipos de infraestructuras eléctricas (torres de energía) existente en el área de influencia.

Figura 16. Tipos de infraestructura eléctrica existente en el área de estudio.



Línea de transmisión Montería – Urabá de 230 KV



Línea de transmisión Nueva Montería – Rio Sinú de 110 KV



Línea de transmisión Chinú – Montería 230 KV



Línea de transmisión Montería – Corregimiento el Kilometro Doce 13,5 KV

Fuente: Elaboración Consultor.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

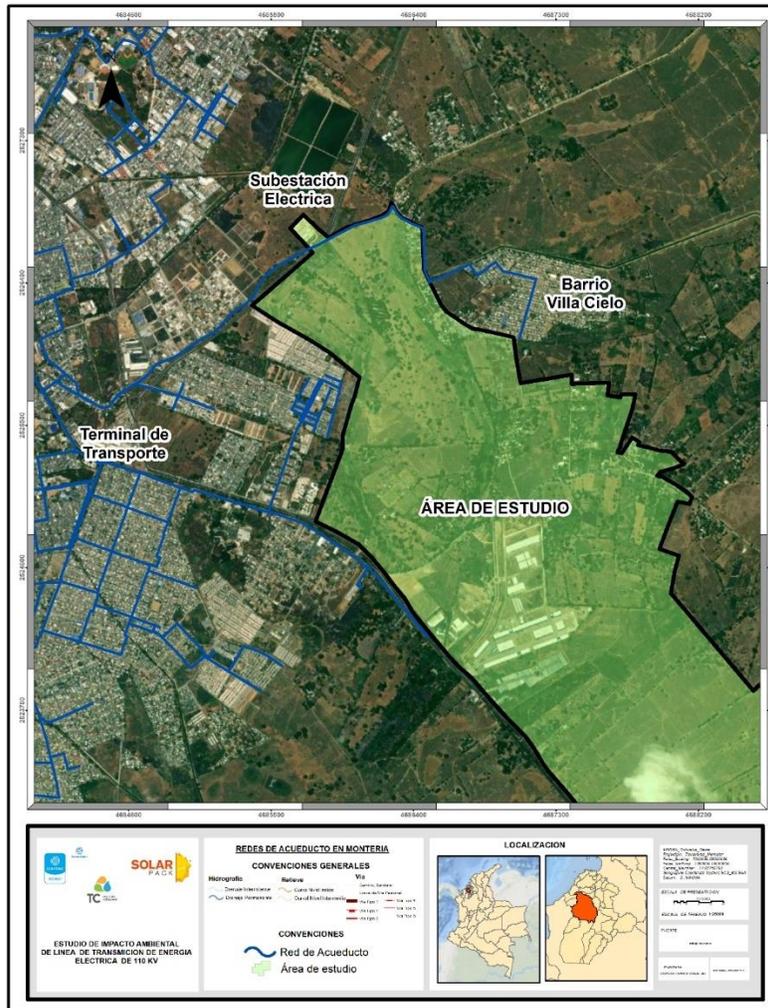
3.2.1.3. Acueductos.

Dentro del área de influencia del proyecto existe dos infraestructuras de acueductos, las cuales prestan el servicio al barrio Villa Cielo en la zona Urbana del municipio de Montería (Figura 17) y la otra infraestructura lleva el servicio al corregimiento del Kilometro Doce y a la vereda el kilómetro 15, este acueducto es operado por la empresa Veolia, la cual cuenta con una estación de rebombeo en la entrada al área urbana del municipio de Montería (al lado del cementerio), desde donde parte las redes de conducción, que van paralelas a la vía nacional Montería – Planeta Rica (**Figura 18**). Adicionalmente a 3 kilómetros de la zona urbana de Montería, se encuentra el canal de aguas lluvias el Purgatorio, al frente de la entrada del club de Golf y del relleno sanitario de Loma Grande, este canal recoge las aguas lluvias de la parte sur del municipio de Montería y las conduce hasta el municipio de Ciénaga de Oro, donde tributa al caño de Aguas Arietas (

Figura 19 y Figura 20).

Figura 17. Redes de acueducto urbano en el barrio Villa Cielo.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



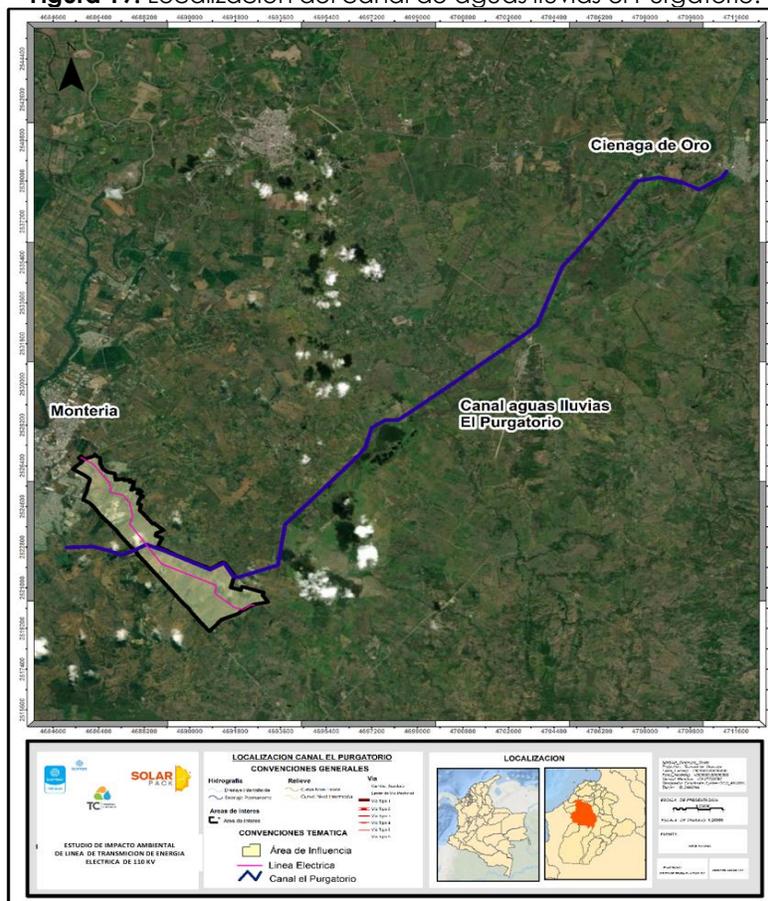
Fuente: Elaboración Consultor.

Figura 18. Acueducto del corregimiento el Kilometro Doce.



Fuente: Consultor.

Figura 19. Localización del canal de aguas lluvias el Purgatorio.



Fuente: Elaboración consultor.

Figura 20. Canal de aguas lluvias el Purgatorio.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



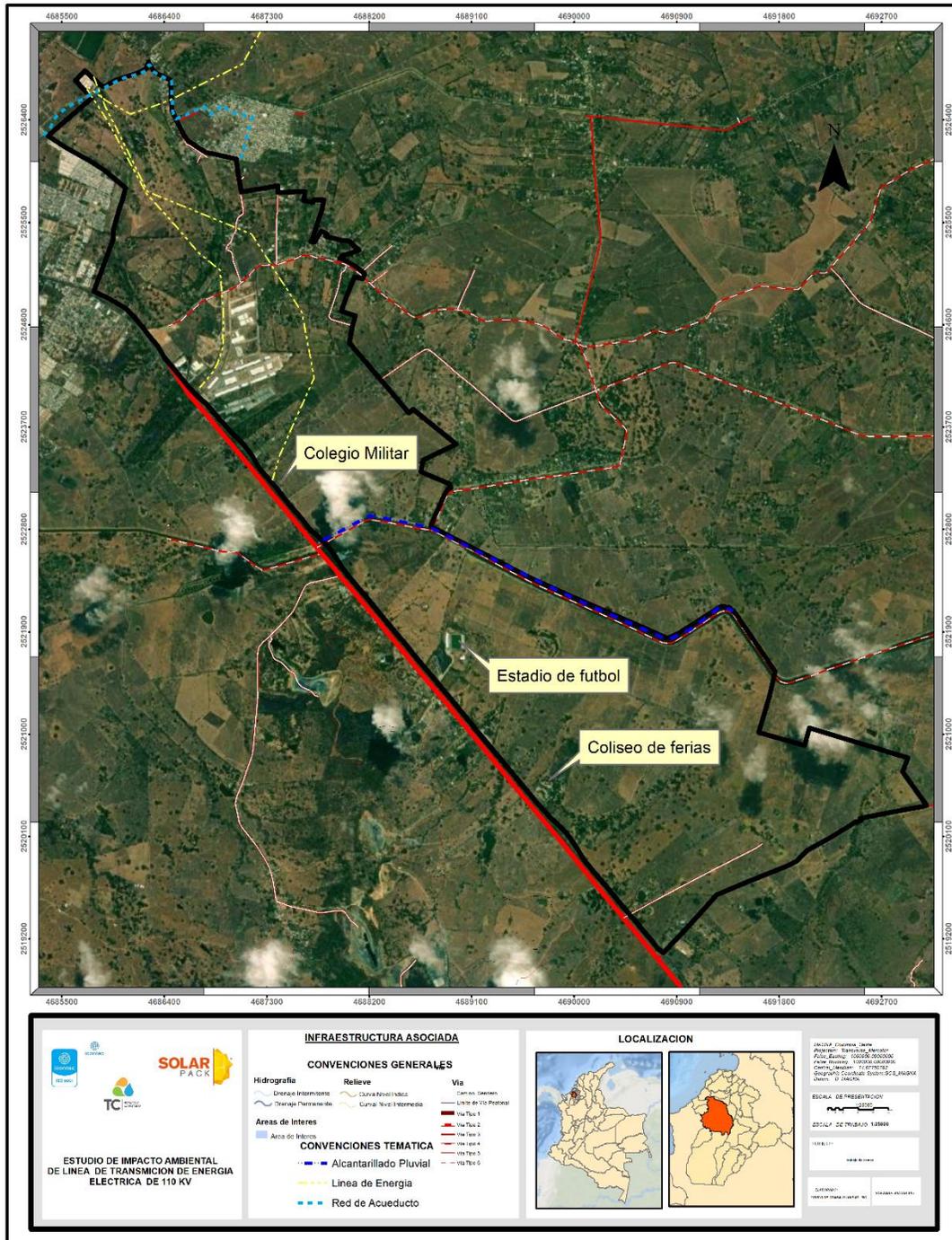
Fuente: Consultor.

3.2.1.4. Infraestructura Social.

Dentro del área de influencia del proyecto se encuentra una infraestructura social y/o productiva asociada a este, tanto urbana como rural. Donde encontramos el corregimiento el Cerrito, las veredas, los Pericos y los piojos, el casco urbano de la ciudad de Montería, dentro de los cuales existen infraestructuras educativas, de salud, templos católicos y cristianos, cementerios y otros que permiten el desarrollo comunitario y social de sus habitantes. Adicionalmente en cercanías al área de influencia del proyecto se encuentran varias infraestructuras sociales que por su importancia se describen a continuación: El Coliseo de Ferias Miguel Villamil Muñoz, el Club Montería Jaraguay Golf, el Horno Crematorio los Olivos, la subasta ganadera del Sinú y Subastar SA, el relleno sanitario Loma Grande, el parque industrial San Jerónimo y el Estadio de Fútbol Jaraguay. Es importante anotar que los trazados de las líneas de transmisión eléctricas propuestos, no tienen interferencia con la infraestructura social y productiva descrita anteriormente. (ver Figura 21).

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 21. Infraestructura Social y/o Productiva.



Fuente: Elaboración consultor.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

3.2.2. Fases y actividades del proyecto.

El proyecto de construcción y operación de la línea de transmisión de energía eléctrica de 110 kV entre el proyecto solar La Unión y la subestación Nueva Monería se desarrollará por medio de las fases y actividades que se muestran en la Tabla 6; la descripción de estas y de los procesos constructivos respectivos se presentan en las secciones siguientes.

Tabla 6. Fases y actividades de la línea de transmisión

Fases	Actividades		
1. Preoperativa	1	Plantillado y replanteo	
	2	Adquisición de servidumbre	
2. Construcción	3	Replanteo de Construcción	
	4	Identificación y adecuación de accesos	
	5	Acopio de componentes, materiales y maquinaria	
	6	Desbroce y poda	
	7	Excavación, relleno y compactación de materiales	
	8	Cimentación	
	9	Maquinaria y equipo a utilizar	
	10	Montaje de torres: ensamblaje y levantamiento	
	11	Montaje de conductores, aisladores y accesorios	
	12	Puesta a tierra	
	13	Montaje de cables	
	14	Desmonte de instalaciones provisionales y cierre de accesos temporales	
	3. Operación y mantenimiento	15	Operación de la línea
		16	Mantenimiento electromecánico
17		Control de estabilidad de sitios de torre	
18		Mantenimiento zona de servidumbre	
4. Desmantelamiento y abandono	19	Desmonte de conductores, cables de guarda y de las torres	
	20	Excavaciones para demolición de fundaciones	
	21	Clasificación, empaque y transporte de materiales	
	22	Reconformación de áreas	

Fuente: Elaborado por consultor.

3.2.2.1. Fase Preoperativa.

El propósito de esta fase es llevar a cabo aquellas actividades previas y necesarias para la construcción del proyecto acorde con su diseño definitivo y la licencia otorgada, de forma que se cumpla la legislación aplicable y se generen buenas relaciones con las comunidades del área de estudio y con todas las partes interesadas:

3.2.2.1.1. Plantillado y replanteo

A partir del trazado definido por la autoridad ambiental en la resolución que eligió la alternativa se adelantaron los diseños y estudios ambientales que permitan su licenciamiento. Con el trazado y el perfil topográfico del diseño final, se realizó el trazado en campo, plantillado y ubicación de sitios de torre, para la siguiente fase, con la verificación final de que cumplan las distancias legalmente exigidas.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

De acuerdo con el plantillado se realiza el replanteo o ubicación de los sitios de torre directamente en campo y se verifica que se cumplan las distancias legalmente exigidas para realizar los ajustes necesarios al diseño.

Hay varios cruces con otros proyectos existentes o proyectados (líneas de transmisión, acueductos y vías) para los cuales se consolidó la información disponible, con el fin de evidenciar los mejores sitios de cruce y ubicación de torres.

3.2.2.1.2. *Adquisición de servidumbre*

Hace referencia al proceso de concertación de la servidumbre (zona de seguridad) con los propietarios de los 21 predios que serán intervenidos a lo largo del eje de la línea, en un ancho de 32 m (16 m a lado y lado), incluyendo vanos y sitios de torre requeridos, con el propósito de establecer las concertaciones necesarias para la construcción de las obras planteadas y la operación de la línea. Este proceso lo va a adelantar la empresa SolarPack Colombia S.A.S. E.S.P.

3.2.2.2. Fase constructiva

Se adecuarán los sitios donde se localizarán las áreas de trabajo temporal durante la fase de construcción, que corresponden principalmente a las estaciones para tendido de conductores y patios de almacenamiento de materiales. Las adecuaciones necesarias comprenden principalmente cerramientos y despeje de vegetación cuando es necesaria.

La localización de las oficinas temporales y el alojamiento del personal estarán restringidos a los sectores urbanos y suburbanos del municipio de Montería, donde tentativamente se tiene prevista su instalación.

Las plazas de tendido (área de servidumbre), se utilizarán también como lugares de almacenamiento de materiales, equipos y otros elementos. Estas áreas se adecuarán en puntos estratégicos; sin embargo, es posible afirmar que estos patios se ubicarán en sitios preferiblemente planos o con topografía suave, donde se realizará una nivelación del terreno que no implicará movimientos de tierra sino reconfiguración del terreno, adecuación y ajuste de dimensiones para establecer allí el almacenamiento mencionado, tratando de aprovechar el ancho de servidumbre (32 m). Cuando sea necesario se realizarán las respectivas actas de vecindad para las plazas de tendido, en donde se registrarán las condiciones actuales del sitio a utilizar, para que, al finalizar las actividades, el sitio se deje en el mismo estado inicial.

3.2.2.2.1. *Replanteo de Construcción*

Esta actividad corresponde en plasmar sobre el terreno el eje en planta para construcción de la línea de conexión eléctrica de 110 kV.

El replanteo del eje del corredor se realiza con equipos de topografía, que toman como amarre o base del trabajo las referencias topográficas instaladas en campo durante del levantamiento topográfico, las cuales generalmente son mojones en concreto debidamente georreferenciados

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

con coordenadas y cotas reales, colocados en sitios estratégicos próximos al trazado e identificados en los planos de diseño del proyecto.

Adicionalmente al eje del proyecto, el replanteo debe identificar y señalar adecuadamente (estacas o banderolas) los sitios definidos para la ubicación de cada torre y el área a ocupar por cada una, datos que deben estar referenciados con coordenadas y cotas obtenidas de los planos de diseño de la línea. En esta etapa y si es necesario se podrá optimizar localmente la ruta y la ubicación de los sitios de torre, en procura siempre de lograr correctivos de carácter técnico y ambiental al diseño.

3.2.2.2.2. Identificación y adecuación de accesos

Se realizará la verificación final de los accesos a utilizar para sitios de torre, plazas de tendido y demás lugares de trabajo a donde se requiera llegar o salir con materiales, equipos, personal, por medio de diferentes modalidades incluyendo carreteras, y caminos carreteables.

Esta evaluación consiste en la realización de una inspección ocular, la cual normalmente se efectúa conjuntamente con los representantes de las comunidades y el contratista, para determinar el estado general del acceso antes de cualquier intervención del proyecto.

Posteriormente se realizan las adecuaciones a que haya lugar si es necesario y si se presentan daños a los carreteables como consecuencia del proceso de construcción. Esta verificación se realizaría mediante a la suscripción de actas de vecindad entre el ejecutor del proyecto y las comunidades.

3.2.2.2.3. Acopio de componentes, materiales y maquinaria

Hace parte de áreas adecuadas dentro de la servidumbre de la línea de conexión eléctrica para el acopio temporal de maquinarias y materiales.

Estas áreas deben de estar debidamente demarcadas y libres de vegetación. Al finalizar las actividades constructivas del proyecto se retirarán todas las obras provisionales que haya sido necesario para construir y se hará limpieza general de las áreas.

Los materiales serán cubiertos con una geomembrana, lona, plástico, o cualquier otro elemento que impida su movimiento o caída de materiales para evitar la suspensión de material particulado.

3.2.2.2.4. Desbroce y poda

Despeje de la vegetación presente en la franja de servidumbre que interfiera con la construcción u operación de la línea de conexión eléctrica, de forma que permita las labores de tendido del conductor y cable de guarda y no genere acercamientos (romper la distancia de seguridad) durante la etapa operativa.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

La trocha de despeje de vegetación estará ubicada dentro de la franja de servidumbre y su ancho depende del tipo de vegetación, alto y ancho de copa, topografía del terreno, distancias de seguridad entre la copa de los árboles y el conductor más bajo.

3.2.2.2.5. Excavación, relleno y compactación de materiales

Las excavaciones que se efectúan para formar la sección de desplante en las cimentaciones de las estructuras se ubicarán de acuerdo a las dimensiones presentadas en los planos de diseño. Esta labor puede realizarse a mano o con maquinaria, dependiendo del tipo de materiales presente; sin embargo, el terminado final en el fondo de la excavación debe ser manual.

El material procedente de la excavación que sea apto para el relleno de la misma, se separa y se acumula al lado de la excavación utilizando trinchos en madera para la retención de los mismos. El resto de material, en especial los suelos orgánicos, se almacenan para reutilizarlos en la empedradización de la excavación. El material sobrante será empleado en el sitio en la conformación de la superficie final; el material excavado que no pueda ser utilizado será dispuesto en sitios autorizados

En líneas de transmisión los volúmenes de materiales sobrantes son mínimos, por lo tanto, no se requiere selección ni adecuación de Zonas de Disposición de Material Sobrante de Excavaciones –ZODME-. Además, el material proveniente de excavaciones es seleccionado y empleado para rellenos en el sitio, cuando sus condiciones técnicas lo permiten.

De manera general para cada una de las cuatro patas de la torre se excava en promedio una superficie de 2,0 x 2,0 m a 3,0 x 4,0 m y en profundidad 2,50 m, para un volumen de excavación promedio de 10 m³ por pata, es decir 40 m³ por torre y un área total de afectación por torre de 36 m² (6 x 6 m).

3.2.2.2.6. Cimentación

De acuerdo con las características propias de los materiales de fundación de cada torre, se construye el tipo de cimentación a utilizar. Para cada tipo de cimentación se prepara un plan específico que establecerá con precisión las diferentes necesidades para cada sector. En todos los casos, las torres se montan sobre cimentaciones construidas por debajo de la superficie del terreno, para lo cual se utilizan generalmente parilla metálica y concreto reforzado (Figura 22)

Figura 22. Cimentación de torres.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Fuente: Tomado de guías ambientales para proyectos de transmisión eléctrica, 1999

El suministro de concreto se hará por medio de camiones, en los sitios a los cuales haya acceso directo de equipo para el transporte de la mezcla previamente preparada. En los sectores que no hay acceso directo de camiones para el transporte de concreto, la mezcla se preparará en sitio con la utilización de herramienta y maquinaria menor.

Los volúmenes de materiales pétreos requeridos para las cimentaciones son relativamente pequeños dado el tamaño de las excavaciones, por lo que no se requiere la explotación directa de alguna fuente de materiales. La demanda de agregados pétreos, finos y gruesos se suplirá mediante compra directa del material en las plantas trituradoras existentes en la zona o a proveedores locales debidamente legalizados.

Una vez terminadas las obras de cimentación se procede al relleno de la excavación realizada, utilizando los materiales adecuados procedentes de la misma excavación. Los materiales deben ser seleccionados evitando la colocación de bloques de roca o materiales orgánicos que no permitan la adecuada compactación de los materiales de relleno.

3.2.2.2.7. Maquinaria y equipo a utilizar.

A continuación, se presenta una relación de los principales equipos y maquinaria que se requerirán en las diferentes actividades de construcción:

- Replanteo de construcción: estación total, niveles de precisión, RTK, entre otros, los cuales serán utilizados para correcta nivelación y disposición de las estructuras. Estos equipos serán utilizados en todos los sitios de torre y a lo largo de la línea.
- Transporte de materiales: se requerirán camionetas, camiones y volquetas, dependiendo del tipo de acceso y la zona (urbana o rural) a transitar se ingresarán vehículos de carga pesada o liviana con el material necesario dependiendo de la logística que se organice al momento de realizar la construcción. Se estima que tractocamiones y vehículos pesados en general llegarán a sitios de torre, plazas de tendido y lugares de acopio que tengan accesos en buenas condiciones como vías primarias y secundarias; vehículos como camionetas y camiones livianos llegarán a sitios que tengan accesos a través de carretables y vías terciarias; en sitios con limitado acceso (caminos, trochas, otros) o sin

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

acceso se usarán principalmente para el transporte tractores, y semovientes (mulas, caballos, otros).

- Excavaciones: para excavaciones manuales en material común se emplean herramientas básicas (picos, y palas), en roca es posible que sea necesario el uso de martillos neumáticos y donde exista accesos carreteables a sitios de torre se utilizarán retroexcavadoras.
- Cimentaciones en concreto: En los sitios de torre diseñados con cimentaciones en concreto, se utilizarán equipos como mezcladoras de concreto, balanza para pesaje de los agregados o recipientes patrones para medidas de volumen, vibradores de concreto, formaletas, cilindros para toma de muestras de resistencia, conos para medida de asentamiento, baldes y contenedores de agua. Se estima que en sitios de torre que cuenten con acceso vial, es posible como alternativa, utilizar concreto premezclado.
- Rellenos: picos, palas, pisones y compactadores tipo rana o canguro; estos equipos y herramientas se utilizarán en todos los sitios de torre.
- Para instalaciones temporales y lugares de acopio: Montacargas, cargador sobre llantas, cizallas manuales, prensa hidráulica, taladro de banco.
- Montaje de torres: plumas, malacates, poleas de montaje, ratches con copas, guayas, manilas, arnés de seguridad, llaves de punta, estrobos y herramienta menor; donde existan accesos carreteables a sitios de torre, se contempla el uso de grúas como alternativa.
- Despeje de servidumbre y de plazas de tendido: motosierras, guadañas y machetes para poda y retiro de vegetación.
- Montaje:
 - Riega de pescante: A lo largo de toda la servidumbre de la línea, en los sitios de torre y en las plazas de tendido se usarán pescantes de acero antitorsión, pescantes de nylon liviano y resistente, malacates portátiles, rebobinador, frenos, portabobinas, poleas de aluminio, agarradoras para pescante, agarradoras para conductor, agarradoras para cable de guarda, juegos de radios móviles, diferenciales de cadena, fundas intermedias para conductor, fundas intermedias para cable de guarda, fundas de cabeza para el cable de guarda, giradores para conductor, giradores para cable de guarda, escaleras, aparejos, binóculos, arnés de seguridad, poleas de montaje y herramientas varias.
 - Empalme y regulación: Prensas hidráulicas con sus dados para conductor y cable de guarda, malacate, diferenciales de cadena, agarradoras para conductor, aparejos de guaya antitorsión, escaleras para amarre, estación de topografía, nivel de precisión, termómetros de vástago, radios portátiles, bicicletas, poleas de montaje, arnés de seguridad, herramientas varias.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

3.2.2.2.8. Montaje de torres: ensamblaje y levantamiento.

Una vez construidas las cimentaciones, se procederá al montaje de las estructuras metálicas. Cada torre está compuesta por una cantidad de piezas de menor tamaño que serán ensambladas en terreno. Con base en la clase de acceso y modalidad de transporte requeridos en cada sitio de torre para el acarreo adecuado de los materiales y equipos se organiza el programa de transporte.

3.2.2.2.9. Montaje de conductores, aisladores y accesorios

Los apoyos de las torres están compuestos de elementos de acero contruidos con perfiles laminados que se unen entre sí por medio de tornillos, por lo que su montaje es manual y no requiere maquinaria específica diferente a la mencionada.

Según el configurado definido previamente para la torre, el espacio disponible en cada sitio y la posibilidad de usar equipos, el izado puede realizarse de dos maneras: La más frecuente consiste en el armado previo de la torre en el suelo y su posterior izado mediante grúas y plumas pesadas, un segundo método se basa en el izado de las piezas una a una y su montaje sobre la propia torre (Figura 23).

Figura 23. Ensamble y montaje de torres



Fuente: Tomado de guías ambientales para proyectos de transmisión eléctrica, 1999

Para el primer método, en el sitio de torre se realiza un pre-armado de estructuras, en el cual se arma la parte inferior de la torre y algunos ángulos antes de iniciar el montaje. Luego se realiza el montaje de estructuras iniciando por los ángulos de espera que han de quedar embebidos en concreto, se soportan en la posición apropiada, por medio de una plantilla de acero articulada rígida u otro medio adecuado que permita su instalación dentro de las tolerancias especificadas. La plantilla de armada de los ángulos de espera debe quedar independiente del suelo y contar con algún sistema que permita levantarla en caso que durante la colocación del concreto se detecte que los ángulos de espera se han desnivelado.

Las torres deben ser erguidas por el método de "erección floja" con excepción de los paneles del conjunto inferior de la torre, que deben ser empernados y ajustados inmediatamente, después del ensamblaje y nivelación. Las diagonales principales deben ser empernadas en forma floja hasta que se realice el ajuste final de la torre.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

El primer método requiere de mayor espacio para la ubicación de maquinaria y equipo y montaje de la torre. El segundo es manual y se utiliza para sectores de difícil acceso.

Al final de cada cruceta se instala una cadena de aisladores con sus respectivos accesorios y en cada cruceta se pone una polea para el tendido de conductores y cable de guardia. Se arman todas las partes componentes de los ensamblajes, se instalan todos los pasadores necesarios para completar las cadenas de aisladores y verificar que cada ensamblaje este correctamente instalado.

3.2.2.2.10. Puesta a tierra.

Red a la que son conectadas todas las masas de la instalación eléctrica para garantizar el valor normalizado de resistencia, sin alterar las condiciones de puesta a tierra de la empresa distribuidora. La red de tierras consiste en picas de cobre, con una configuración redonda y de alta resistencia. La conexión de los dispositivos al circuito de puesta a tierra requiere bornes o elementos de conexión que, ante esfuerzos dinámicos y térmicos en caso de ocurrir un cortocircuito, garanticen una unión perfecta. El valor máximo de resistencia de puesta a tierra en una estructura de línea de transmisión con cable de guarda es de 20 Ω .

3.2.2.2.11. Montaje de cables

La fase de tendido comienza cuando los apoyos están convenientemente izados y cuando se ha realizado la apertura del corredor de tendido. Una vez terminado el montaje de las estructuras, se iniciará la instalación del conductor. Se elegirán puntos dentro de la franja de seguridad, en lo posible entre estructuras de anclaje, que permitan la instalación del equipo con tramos de tendido lo más extenso posible. En estos puntos se instalarán los principales equipos que se requieren para el tendido: portacarrete, carretes con conductor, winches, frenos y equipo auxiliar (**Figura 24**).

Figura 24. Ensamble y montaje de cables



Fuente: Tomado de guías ambientales para proyectos de transmisión eléctrica, 1999

El tendido se realiza mediante una maquinaria “freno” que va desenrollando los cables de las bobinas o carretes donde vienen originalmente dispuestos. A la vez que el freno deja salir el

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

cable, una herramienta de “halado” va tirando los cables pasándolos por unas poleas previamente ubicadas en las crucetas de cada torre.

El tendido puede realizarse también de manera manual, es decir trasladando el cable guía de un apoyo a otro, arrastrado con un equipo de hombres ayudados con caballos.

En todos los casos una vez izado el cable guía en el apoyo, el tendido se realiza en su totalidad por el aire, evitando en todo momento el contacto de los conductores con el suelo o la copa de los árboles, para evitar su deterioro.

Las estaciones de tendido corresponden a los sitios, dentro de la franja de servidumbre de la línea, aptas para el almacenamiento del material y la ubicación del equipo necesario para el tendido de los conductores y cables de guarda. Los lugares para la instalación del freno y del winche, serán limpiados y nivelados si es necesario, para permitir la ubicación de los carretes, enrolladores y bobinas de cable piloto según corresponda.

Para el tensado, se tira de los cables por medio de cabrestantes y se utiliza la máquina de freno para mantener el cable a la tensión mecánica necesaria para que se salven los obstáculos del terreno. Mediante dinamómetros se mide la tracción de los cables en los extremos.

En aquellos sectores donde la línea cruza con obras como carreteras, caminos; etc., se considera probable colocar portales de protección confeccionados con postes de madera. El procedimiento de tendido será el siguiente:

- Se instalarán las cadenas de aisladores, las cuales en sus extremos tendrán poleas por donde pasará el conductor.
- Instaladas las cadenas, se pasará un cable guía por las poleas, desde el winche al freno, donde se une al conductor.
- Se tenderá el cable de guarda y el conductor por medio de un winche. Con el freno se controlará la tensión del cable de guarda y del conductor, de modo que este último vaya a una distancia segura del suelo. Una vez que el conductor se haya tendido entre dos estructuras de anclaje, se procederá a tensarlo para su altura definitiva.
- Finalmente, se fijarán mecánicamente los conductores a las cadenas de suspensión y de anclaje. Luego, se instalarán los accesorios tales como amortiguadores de vibración en los cables, balizas en los cruces y protecciones antiescalamiento.

Los últimos trabajos a realizar en las torres son los siguientes:

- Instalar las placas de identificación de una altura visible, donde quede registrada la numeración correlativa de cada torre.
- Colocar en cada torre, la señalización acorde con los peligros que supone un uso inadecuado de la instalación.

La señalización de líneas de conexión para inspección aérea y terrestre e instalación de placas de numeración y de peligro que comprende la estructura, se realizarán de acuerdo con los planos de detalle del proyecto, utilizando el método constructivo que garantice que no se dañe algún elemento de la estructura.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

3.2.2.2.12. *Desmonte de instalaciones provisionales y cierre de accesos temporales.*

Es la última actividad que se realiza en la etapa de Construcción y consiste en dejar las infraestructuras usadas en las condiciones iniciales, teniendo en cuenta que para el proyecto las instalaciones provisionales se han propuesto en el casco urbano del municipio de Montería, mediante el arrendamiento de sitios para el alojamiento de personal y oficinas temporales.

En cuanto al cierre de accesos temporales, se recalca que no se contempla la construcción de ninguna vía y los accesos adecuados temporalmente serán utilizados por vehículos que ayudarían con el transporte de materiales y equipos para la construcción e instalación de las torres de energía, por lo cual cuando se dejan de utilizar prácticamente vuelven al estado inicial. No obstante, lo anterior, en caso necesario se haría la correspondiente revegetalización al sector afectado temporalmente

3.2.2.3. *Fase de operación y mantenimiento de la línea*

En esta fase se desarrolla el objetivo principal del proyecto que consiste en realizar la transmisión de energía eléctrica entre las subestaciones del proyecto solar La Unión y la subestación Nueva Montería, sin embargo, estas actividades estarán asociadas a la operación del proyecto Solar Fotovoltaico PV La Unión con licencia ambiental otorgada por la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge mediante Resolución No 2-7823 del 4 de febrero de 2021. Incluye la ejecución de las siguientes labores:

3.2.2.3.1. *Operación de la línea*

Corresponde a la energización o puesta en servicio, al nivel de tensión previsto en el diseño y el transporte de la energía eléctrica durante la operación del proyecto, conservando distancias de seguridad verticales para cada fase del conductor, todo dentro del marco de las especificaciones técnicas.

Previo a la energización se deben realizar las siguientes actividades:

- Evaluar el estado y operatividad de las obras que se han construido, para el control y solución de problemas hallados durante el proceso constructivo. Se revisa también el estado de los rellenos y fundaciones.
- Verificar que los elementos de cada torre, como perfiles, pernos, tuercas, placas, platinas, entre otros, hayan sido instalados de acuerdo con las especificaciones técnicas y los planos de montaje.
- Verificar que todas las cadenas de suspensión y retención estén montadas según las especificaciones técnicas y los planos.
- Revisar el estado de los conductores, el número y colocación de los amortiguadores de estos y los empalmes y camisas de reparación. De igual forma se revisan las distancias de seguridad verticales para cada fase del conductor, todo dentro del marco de las especificaciones técnicas.

3.2.2.3.2. *Mantenimiento electromecánico*



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Comprende la ejecución de acciones tendientes a la recuperación y conservación de la infraestructura eléctrica propiamente dicha, entre las cuales se destacan las siguientes: Cambio o refuerzo de estructuras, o de algunos de sus elementos; pintura especialmente de patas, señalización de estructuras; cambio de aisladores rotos y accesorios de las cadenas de aisladores; cambios de empalmes, blindajes o camisas de reparación instalados en los conductores; cambio de uno o varios conductores, cambio de accesorios de cable de guarda y de puestas a tierra, mediciones de resistencia de las puestas a tierra.

3.2.2.3.3. *Control de estabilidad de sitios de torre*

Hace referencia a la ejecución de obras relacionadas con la identificación de procesos erosivos o de remoción en masa, o de cualquier tipo de anomalía que pueda afectar la estabilidad de los sitios de torre o de las zonas aledañas y que para su control sea requerido algún tipo de obra de estabilización. Aunque se resalta que para ninguna de las alternativas se identifica la necesidad de incluir obras de estabilización en esta etapa de diseño.

3.2.2.3.4. *Mantenimiento zona de servidumbre*

Consiste en la realización de labores para mantener despejada la zona de seguridad de la línea de transmisión (servidumbre) de elementos que puedan afectar la operación. Las principales acciones son la poda o rocería de vegetación, limpieza de sitios de torre, prevención de invasión de la servidumbre con construcciones, entre otras.

3.2.2.4. **Fase de desmantelamiento y abandono de la línea**

Esta fase solo se llevará a cabo cuando finalice la vida útil del proyecto y comprende de forma general la ejecución de las siguientes actividades:

3.2.2.4.1. *Desmante de conductores, cables de guarda y de las torres*

Consiste en el desmante y retiro de las partes que conforman cada una de las torres entre las que se encuentran los aisladores, herrajes, elementos metálicos y otros accesorios, al igual que el desmante y retiro de los conductores y los cables de guarda una vez se defina el abandono final.

3.2.2.4.2. *Excavaciones para demolición de fundaciones*

Hace referencia a la ejecución de excavaciones para demoler la parte de las fundaciones que sobresalgan o sobrepasen el nivel del suelo como pedestales y placas, y proceder posteriormente al relleno y compactación de las mismas, buscando dejar el terreno en condiciones similares a las encontradas antes de la construcción de la infraestructura eléctrica.

3.2.2.4.3. *Clasificación, empaque y transporte de materiales*

Después de realizado el desmante del conductor, cable de guarda, aisladores, herrajes y desarme de las torres y la demolición de fundaciones que sobrepasen el nivel del suelo, es necesario clasificar los materiales para su correcta disposición final, sea reciclaje o entrega a un

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

tercero autorizado para posterior transporte y gestión (Reciclado, disposición en escombreras, reutilización, etc.).

3.2.2.4.4. Reconformación de áreas

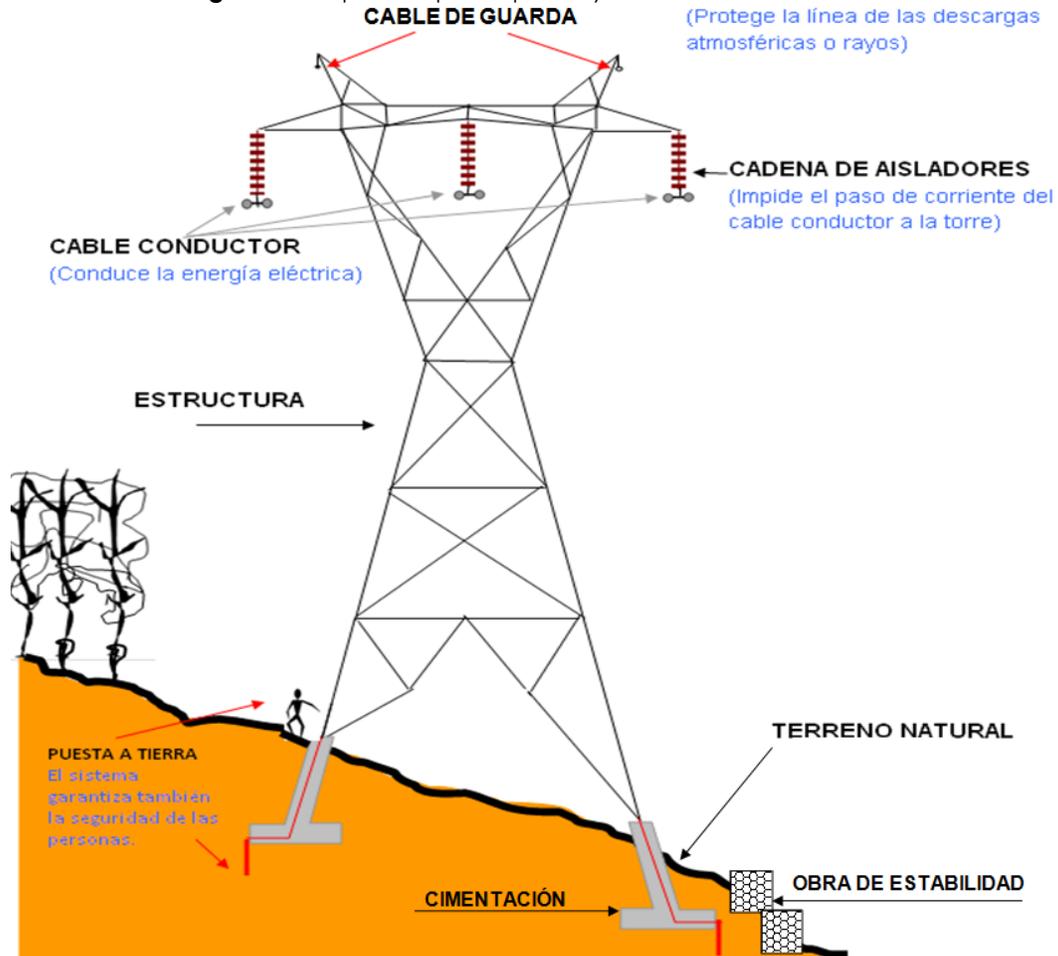
Se refiere a la ejecución de las medidas y actividades que permitan la recuperación de las áreas intervenidas por la construcción y operación de la línea, con el objeto de dejarlas en condiciones similares a las encontradas antes de su intervención.

3.2.3. Diseño del Proyecto.

Esencialmente una línea de transmisión de alta tensión está conformada por: torres, cimentaciones, cable conductor, servidumbre, cable de guarda, manguitos de empalme de cable conductor, empalmes de cable de guarda con fibras ópticas, aisladores, herrajes para cadenas de suspensión y tensión para cable conductor, conjuntos de suspensión y tensión para cable de guarda con fibras ópticas, dispositivo antivibratorio, salvapajaros, señalización e identificación de las estructuras, estructuras, y sistema de puesta a tierra (Figura 25). A continuación, se presenta la descripción de cada uno de estos componentes.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 25. Esquema tipo de partes y materiales de una torre.



Fuente: Tomado de Consultoría Colombiana S.A. 2015.

3.2.3.1. Torres

Las torres son estructuras que soportarán el peso y esfuerzos de los conductores de la línea de transmisión; serán de acero galvanizado, reticuladas, auto soportantes, de un circuito para este proyecto y de disposición vertical para los conductores tipo ACSR 402.8 mm². Constan de cuatro (4) patas, que van firmemente unidas o ancladas a las fundaciones por medio de perfiles metálicos.

Dependiendo de su función, las torres se clasifican básicamente en estructuras de suspensión y retención:

- Estructuras de suspensión: son estructuras metálicas, de acero galvanizado, reticuladas, auto soportantes, cuya función principal es soportar la tensión y el peso vertical de los conductores y la cadena de aisladores. Su uso está limitado a aquellos sectores donde el trazado presenta bajas deflexiones. Se clasifican según las sollicitaciones de carga en tipos

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

A y AA teniendo en cuenta que estas últimas soportan más esfuerzos que las primeras; así mismo dependiendo de la altura requerida para la torre su cuerpo variará desde 1 que corresponde a la más baja, hasta 7 que hace referencia a la más alta.

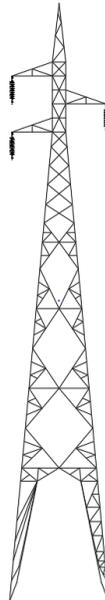
- Estructuras de retención: son estructuras metálicas, de acero galvanizado, reticuladas, auto soportantes, que se ubican cada cierta distancia y especialmente en los puntos donde el trazado presenta deflexiones (vértices), con la finalidad de contener los esfuerzos ocasionados por los conductores y cables de guarda. Su función principal es resistir los esfuerzos provenientes de la tensión longitudinal del conductor. Al igual que las estructuras de suspensión se clasifican según las solicitaciones de carga en tipos B, C y D teniendo en cuenta que estas últimas soportan más esfuerzos que las primeras; así mismo dependiendo de la altura requerida para las torres sus cuerpos variarán desde 1 que corresponde a las más bajas, hasta 6 que hace referencia a las más altas para las torres B. hasta 4 que corresponde a las torres C más altas y para las torres tipo D hasta cuerpo 5.

Los conductores de la línea se fijarán mediante cadenas de aisladores, mientras que los herrajes del cable de guarda se sujetarán de modo directo a las estructuras.

Las estructuras según su función se clasifican en:

- Torres de Suspensión tipo "A": Su función es solamente soportar los conductores y cables de tierra; son empleados en las alineaciones rectas (Figura 26).

Figura 26. Torre tipo "A"

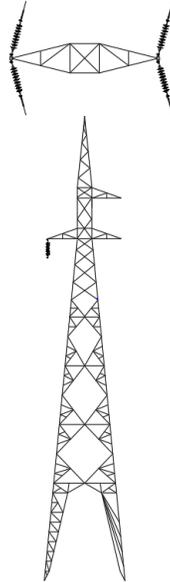


Fuente. EOS – SOLARPACK, 2021

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- Torre de deflexión pequeña tipo "B": Empleados para sustentar los conductores y cables de tierra en los vértices o ángulos pequeños, que forma la línea en su trazado (Figura 27).

Figura 27. Torre tipo "B"

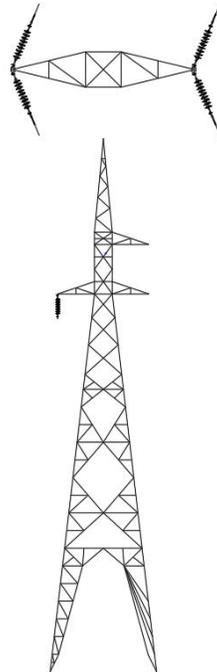


Fuente. EOS – SOLARPACK, 2021

- Torre de deflexión mayor tipo "C": Empleados para sustentar los conductores y cables de tierra en los vértices o ángulos grandes, que forma la línea en su trazado (Figura 28).

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 28. Torre tipo “C”

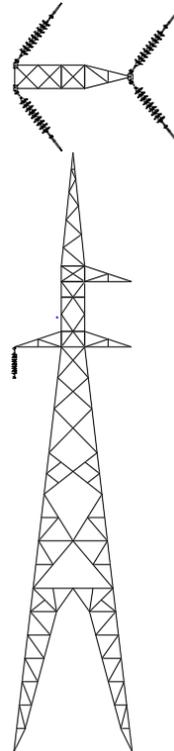


Fuente. EOS – SOLARPACK, 2021

- Apoyos de remate tipo “D”: Soportan las tensiones producidas por la línea; son su punto de anclaje de mayor resistencia (Figura 29).

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 29. Torre tipo “D”



Fuente. EOS – SOLARPACK, 2021

Las estructuras por utilizar en el proyecto son para una tensión de 110 kV, con una configuración en tresbolillo, para un conductor por fase, con una cúpula para instalar el cable de guarda con fibra óptica por encima del circuito de energía, con la doble misión de protección contra la acción del rayo y comunicación. Las torres serán de perfiles angulares atornillados, de cuerpo formado por tramos tronco-piramidales rectangulares, con cabezas prismáticas.

Las estructuras contarán con instalaciones de puesta a tierra de forma que en cualquier circunstancia se garanticen valores adecuados de la tensión de contacto y de paso en el apoyo

3.2.3.2. Cimentaciones o fundaciones

Las fundaciones o cimentaciones corresponden básicamente al apoyo o estabilización de las torres en el terreno; están constituidas generalmente por elementos que transmiten las cargas y peso de las torres a un estrato del suelo con la capacidad portante adecuada. En general las fundaciones se construyen independientes para cada una de las patas de las estructuras de soporte. La transición entre la estructura metálica de la torre y su cimentación se denomina stub, el cual también se diseña según las solicitaciones estructurales.

Los tipos de fundaciones o cimentaciones a implementar se definen de acuerdo con los resultados de los estudios de suelos y análisis geotécnicos que determinan la capacidad portante

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

en cada sitio de torre y considerando las prácticas más comunes aplicadas en líneas de transmisión, así como las características de cada clase de torre o estructura. Se clasifican en estructuras metálicas (parillas) o estructuras de concreto (zapatas, pilas, micropilotes o pilotes), dependiendo del diseño final de la cimentación será necesario una demanda de recursos (agua, materiales granulares), obras en sitio (excavación, relleno) y mano de obra conforme a las dimensiones del diseño final.

3.2.3.3. Cables o conductores

Son los elementos de la línea de transmisión que conducen la energía eléctrica y están soportados por cadenas de aisladores a las estructuras. La selección final del conductor es el resultado del balance entre el costo y los análisis eléctricos y magnéticos del cable, que permiten determinar el conductor óptimo que cumple con los parámetros y/o las restricciones del caso

Los cables o conductores de alta tensión generalmente son de aluminio y su clasificación está dada por la cantidad de alambres por los que se conforma, esto a su vez depende del voltaje que debe soportar el circuito por lo que a mayor voltaje se requieren más conductores para transmitir la energía.

Igualmente dependiendo del tipo de voltaje que soporte la línea de transmisión se deberá guardar una distancia de seguridad horizontal y vertical respecto al suelo y otras infraestructuras (como son edificaciones, vías, ductos u otras líneas de tensión), estas distancias de seguridad se definen según el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) vigente aprobado por el Ministerio de Minas y Energía.

La línea proyectada constará de un circuito, cuyos conductores serán de aluminio con alma de acero (ACSR), tipo 795 siendo sus principales características las que se muestra en la Tabla 7:

Tabla 7. Características generales del conductor de la línea.

Diámetro conductor	28.13 mm
Diámetro Al	4.44 mm
Diámetro Ac	3.45 mm
Sección total	402.80 mm ²
Carga mínima de rotura	140.07 kN
Resistencia eléctrica a 20°C	0,0716 Ω/km
Composición	26 hilos Aluminio / 7 hilos Acero
Masa lineal	1626 kg/km

Fuente. EOS – SOLARPACK, 2021

El conductor seleccionado se denomina como "Drake" y está compuesto por 26 hilos de aluminio con refuerzo de 7 hilos de acero, con un calibre de 795 kcmil.

La línea de proyecto será una configuración de un circuito en el que las tres fases se dispondrán en tresbolillo, con un conductor por fase.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

3.2.3.4. Servidumbre

Es una franja de terreno que se deja sin obstáculos a lo largo de la línea de transmisión, como margen de seguridad para la construcción, operación y mantenimiento de la línea; el ancho de esta franja varía según el voltaje de la línea e igualmente está definida en el RETIE.

3.2.3.5. Cable de guarda

Los cables de guarda son cables metálicos que tienen como función principal proteger a la línea de descargas atmosféricas, para lo cual están directamente conectados a la estructura, en todas las torres.

El tipo de material para el cable de guarda se define considerando las corrientes de corto circuito de las subestaciones involucradas, las restricciones técnicas que imponen el nivel de contaminación existente y el costo de inversión de cada uno de ellos.

Para la protección de la línea contra descargas atmosféricas se instalará un conductor de tierra del tipo compuesto OPGW, de las características que se muestra en la Tabla 8:

Tabla 8. Características generales del cable de guarda con fibras ópticas de la línea.

Diámetro	13.6 mm
Sección	79 mm ²
Carga de rotura	24.4 kN
Módulo de elasticidad	121.1 kN/ mm ²
Coefficiente de dilatación	16.8 X 10 ⁻⁶ °C ⁻¹

Fuente. EOS – SOLARPACK, 2021

Este cable tiene dos funciones, las cuales son blindar la línea contra las descargas atmosféricas y permitir la comunicación entre las dos subestaciones adyacentes a la línea. Para que la protección contra las descargas atmosféricas sea eficaz se dispondrá la estructura de la cabeza de la torre de forma que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra, con la línea determinada por este punto y el conductor, no exceda de los 30°. La comunicación se permite gracias a los hilos de fibra óptica que se encuentran en el núcleo del cable.

3.2.3.6. Manguitos de empalme

Los empalmes de los conductores entre sí se efectuarán por el sistema de "Manguito Comprimido", estando constituidos por un tubo de aluminio de extrusión. Serán de un material inoxidable y homogéneo con el material del conductor que unen, con objeto de evitar la formación de par eléctrico apreciable. Los empalmes asegurarán la continuidad eléctrica y mecánica en los conductores, debiendo soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor el 90% de su carga de rotura; para ello se utilizarán bien manguitos de compresión o preformados de tensión completa.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

La conexión solo podrá realizarse en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el bucle entre cadenas de amarre de un apoyo, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20% de la carga de rotura del conductor.

3.2.3.7. Empalmes de cables de guarda con fibras ópticas

Las cajas de distribución proporcionan una conexión y un acceso fácil al enlace óptico, teniendo en consideración el cuidado de la fibra y el cable. La caja de empalme proporciona una efectiva protección frente a los agentes externos ambientales. Estas se instalarán en los propios apoyos de la línea, se procurará que los empalmes se realicen en estructuras de retención, realizando los empalmes en piso y dejando el cable de reserva necesario en cada punto de empalme.

3.2.3.8. Cadenas de aislamiento

Los elementos que constituyen las cadenas de aislamiento se pueden considerar divididos en cuatro grupos:

- Aisladores del tipo de vidrio, cuyas características y denominación están fijadas en las Normas IEC en vigor.
- Herrajes. Norma de acoplamiento (en función del tipo de elemento aislador).
- Grapas (en función del diámetro del conductor y el cometido que hayan de desempeñar).
- Accesorios (varillas helicoidales preformadas para protección o retención terminal, etc.).

3.2.3.8.1. Aislamiento

Las cadenas de aislamiento para 110 kV estarán formadas por aisladores de vidrio, de las siguientes características:

Tabla 9. Características generales de los aisladores.

Tipo	U120BS
Material	Vidrio
Paso	146 mm
Diámetro	255 mm
Voltaje de perforación a baja frecuencia	130 kV
Carga de rotura	120 kN
Línea de fuga mínima	315 mm
Peso	3.80 kg

Fuente. EOS – SOLARPACK, 2021

3.2.3.8.2. Cadenas de suspensión

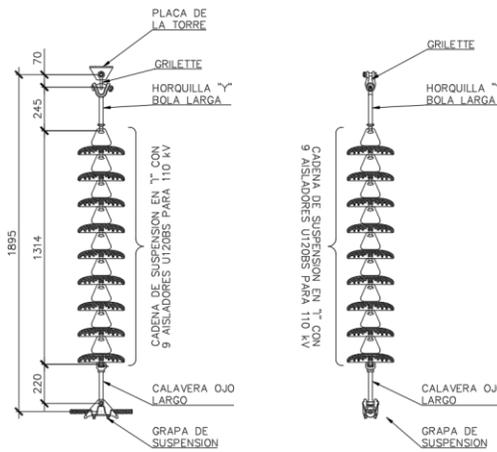
Las cadenas de suspensión se componen de aisladores y herrajes.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Los herrajes necesarios en las cadenas de suspensión son: grillete, horquilla Y bola larga, aisladores, calavera ojo larga y grapa de suspensión.

Las cadenas de suspensión estarán formadas por 9 aisladores U120BS, lo cual garantiza cubrir una distancia de fuga de 2835 mm.

Figura 30. Cadena de suspensión para cable 795 ACSR



Fuente. EOS – SOLARPACK, 2021

3.2.3.8.3. Cadenas de tensión

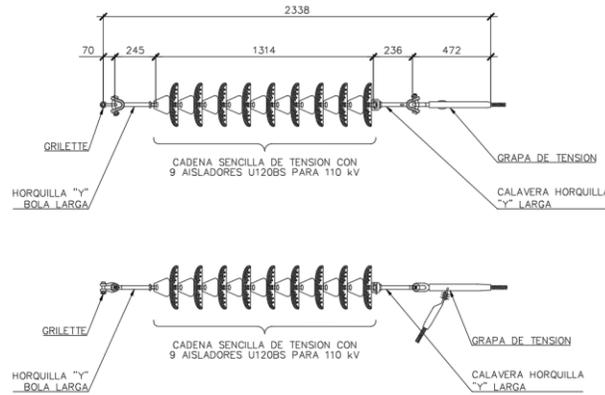
Las cadenas de tensión se componen de aisladores y herrajes.

Los herrajes necesarios en las cadenas de tensión son: grillete, horquilla bola, aisladores, calavera horquilla y grapa de compresión.

Las cadenas de tensión estarán formadas por 9 aisladores U120BS, lo cual garantiza cubrir una distancia de fuga de 2835 mm.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 31. Cadena de Tensión para cable 795 ACSR



Fuente. EOS – SOLARPACK, 2021

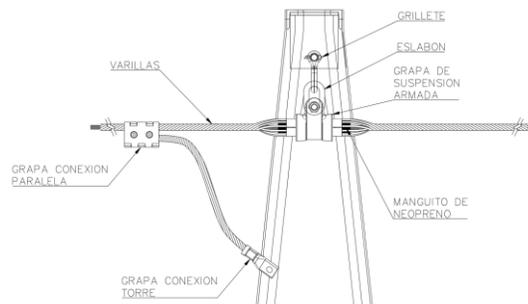
3.2.3.9. Herrajes para cable de guarda con fibras ópticas

Los herrajes para el cable del sistema de tierras deberán garantizar la correcta sujeción del cable, así como en el caso de cables con fibras ópticas asegurar la integridad del cable para la comunicación a través de ellos.

3.2.3.9.1. Conjunto de suspensión

Los conjuntos de suspensión para cable de guarda con fibras ópticas estarán formados por grillete, eslabón, varillas, manguito de neopreno, y grapa de suspensión, además de contar con los elementos necesarios para su conexión a tierra.

Figura 32. Conjunto de suspensión para cable de guarda con fibras ópticas.



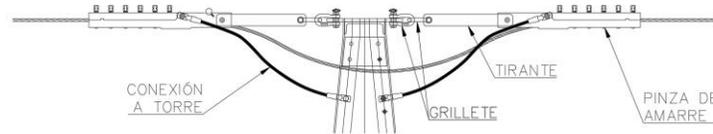
Fuente. EOS – SOLARPACK, 2021

3.2.3.9.2. Conjunto de tensión

Los conjuntos de tensión para cable de guarda con fibras ópticas estarán formados por grillete, tirante y pinza de amarre, además de contar con los elementos necesarios para su conexión a tierra.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 33. Conjunto de tensión para cable de guarda con fibras ópticas.



Fuente. EOS – SOLARPACK, 2021

3.2.3.10. Dispositivos antivibratorios

Se instalarán los dispositivos antivibratorios necesarios, tanto pasivos como activos, para evitar vibraciones perjudiciales.

3.2.3.10.1. Dispositivos antivibratorios pasivos o de refuerzo

Son los destinados a disminuir o evitar los efectos perjudiciales de las vibraciones del conductor, sobre sí mismo y el resto de los elementos (varillas para refuerzo de los puntos de sujeción, grapas especiales, etc.).

3.2.3.10.2. Dispositivos antivibratorios activos o amortiguadores

Son los que impiden que las vibraciones alcancen magnitudes peligrosas: amortiguadores tipo Stockbridge neumáticos, a pistón, a palanca oscilante, a pesa y resorte, etc.

3.2.3.11. Balizas de señalización, salvapájaros y disuasores de nidificación

Son elementos que permiten hacer observar los cables de la línea en zonas de difícil visibilidad, esto para evitar impactos de aves. Estos elementos se instalarán en aquellas zonas que así lo considere necesario el estudio de impacto ambiental, estos se colocarán en los cables de guarda (OPGW) y/o conductores.

3.2.3.12. Señalización e identificación de estructuras

En cada estructura se marcará el número consecutivo que le corresponda, de acuerdo con el criterio de origen de la línea que se haya establecido.

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situada a una altura visible y legible desde el suelo.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

3.2.4. Características técnicas

3.2.4.1. Adecuación y construcción

3.2.4.1.1. Vías de acceso

La construcción de un proyecto como la línea de transmisión a 110 kV del Parque solar fotovoltaico La Unión a la subestación eléctrica Nueva Montería necesita la utilización de vías y/o accesos considerando los siguientes aspectos:

- La existencia de vías y accesos a los sitios de las obras contempladas, evitará las posibles afectaciones por construcción de nuevos accesos en caso de que no existan. El propósito es reducir la cantidad de posibles impactos asociados con accesos.
- La presencia de vías y accesos facilitará el proceso constructivo de la línea representado en menores tiempos de ejecución y facilidad en las movilizaciones.
- Las líneas eléctricas son proyectos de longitudes considerables con un significativo número de torres en donde no es viable por aspectos ambientales, económicos ni por tiempos de ejecución, la construcción o adecuación de un carretable o acceso a cada sitio de torre.
- El objetivo del proyecto es la construcción y operación de la infraestructura para la transmisión de energía y no la construcción o adecuación de vías de accesos.
- Considerando que la magnitud de las obras y el tiempo de ejecución en promedio para cada sitio de torre son reducidos, no se justifica la construcción de vías.
- Se contempla que el acceso principalmente a sitios de torre y plazas de tendido se realice inicialmente desde carreteras primarias, secundarias, vías terciarias y/o privadas existentes y desde éstas a través de caminos, senderos o trochas utilizando tractores y semovientes (mulas, caballos, otros). Sólo se realizarán adecuaciones puntuales si es necesario, o si se presentan daños a los carretables como consecuencia del uso por las labores del proyecto.

3.2.4.1.2. Corredores de acceso existentes

Como se mencionó en el numeral 3.2.1.1, donde se habla de la infraestructura vial existente en el área de influencia y que será utilizada para la construcción de la línea eléctrica de transmisión de 110 kV entre el Parque solar fotovoltaico La Unión y la subestación eléctrica Nueva. Se identificaron varios tipos de vías de acuerdo con la clasificación hecha por el INVIAS, como vías primarias, secundarias y terciarias, las cuales a continuación se describe su interceptación:

De acuerdo con el trazado planteado, se encuentra 1 sitio de cruce con carreteras primarias y 3 con vías terciarias. En la Tabla 10 y Figura 34 se presentan los sitios de cruce del trazado de la línea con las carreteras primarias y terciarias descritas anteriormente.

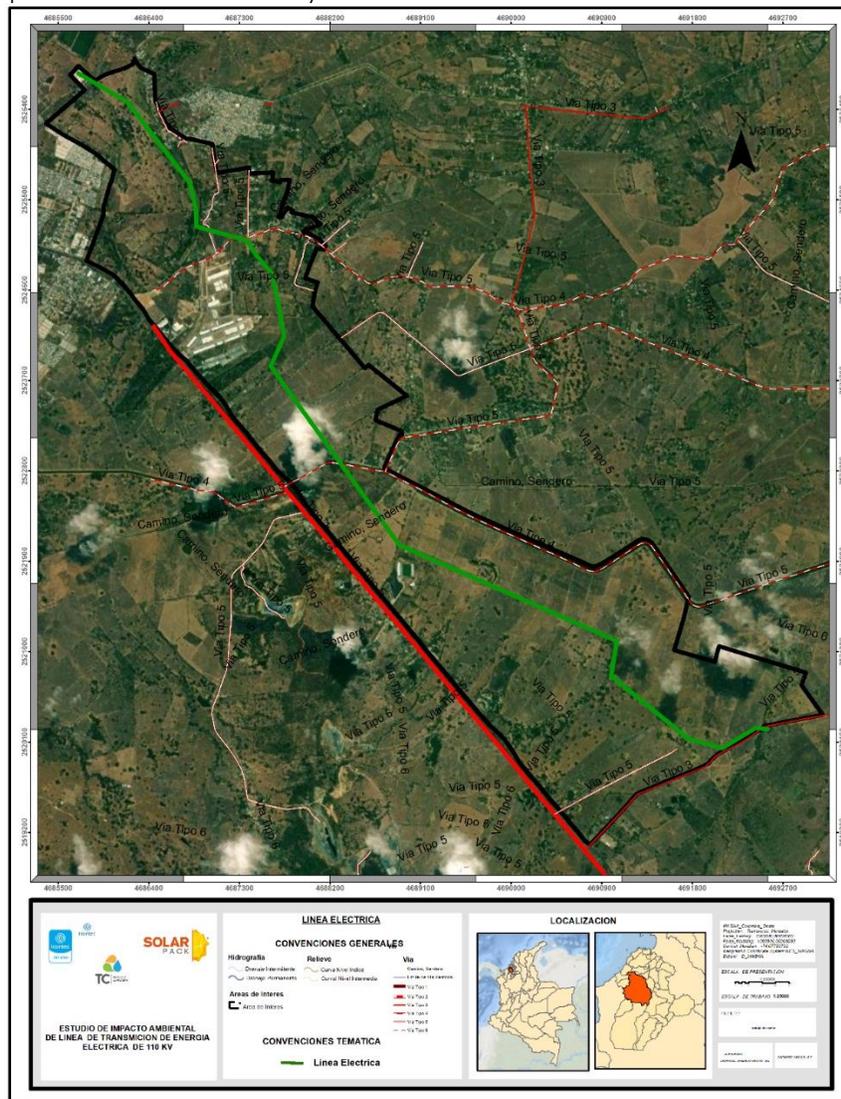
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 10. Interceptación de vías con el trayecto de la línea de transmisión.

No	Tipo Vía (INVIAS)	Nombre vía	Vano de la línea
1	Primaria	Variante de Mocarí- Terminal de Transportes	Subestación Nueva Montería – T40
2	Terciaria	Vía corregimiento el Kilometro Doce – El Cerrito	Subestación la Unión – T1
3	Terciaria	Vía Caño Viejo las lamas	T21 – T22
4	Terciaria	Vía Los Pericos – Las Lamas	T31 – T32

Fuente: Elaboración consultor.

Figura 34. Interceptación de vías con el trayecto de la línea de transmisión.



Fuente: Elaboración consultor



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

3.2.4.1.3. Construcción de carreteables

En general se considera que el acceso a los sitios de torres y plazas de tendido, durante el desarrollo del proyecto priorizará el uso de las vías carreteables. Por lo tanto, no se tiene contemplado la construcción de nuevas vías de acceso para el proyecto, y tampoco la adecuación de las vías existentes.

3.2.4.1.4. Descripción accesos a sitios de torre

De acuerdo con los diseños y la identificación de los sitios de torres y plazas de tendido, durante el desarrollo del proyecto se priorizará el uso de las vías de acceso existentes. En los sitios donde no hay accesibilidad, se dará prioridad al empleo de accesos para semovientes (mulas, caballos, otros), dándole cumplimiento a la Ley 1774 de 2016 sobre no permitir el maltrato animal.

A continuación, se hará la descripción de las vías de accesos a utilizar para cada sitio de torre y su estado (Tabla 11).

Tabla 11. Descripción general de accesos el trayecto de la línea de transmisión.

Sector	Descripción general del acceso	Estado de las vías		
		B	R	M
Torre 1	Infraestructura localizada al interior del predio del parque fotovoltaico, aledaño a la vía terciaria en revestimiento en concreto tipo placa huella, la cual conduce al corregimiento El Cerrito,	X		
Torre 2 – Torre 4	El ingreso a la Torre 2, se realiza a través de la entrada principal de la Hda La Fortaleza, localizada en la margen izquierda sentido sur-norte de la vía terciaria en revestimiento en concreto tipo placa huella, la cual conduce al corregimiento El Cerrito. Luego, a la izquierda en inmediaciones del acceso a la Hda, a aproximadamente 110 metros, se ingresa caminando hasta el punto de ubicación de la Torre 2. Mientras que el acceso a la Torre 3, se realiza a través del carreteable de ingreso a la mayoría de la Hda Monte Rico, ubicado en la vía terciaria en mención, en aproximadamente 490 metros de distancia del acceso a la Hda La Fortaleza, sentido Norte-sur. El punto de construcción de la torre 3, se ubica a una distancia entre 15 a 20 de la vía de entrada a la Hda y a 35 metros de la vía terciaria que conduce al corregimiento El Cerrito. En relación con el acceso a la Torre 4, ubicada en predios de la Hda La Fortaleza, presenta alternativas de ingresa, por medio de la ruta de la Torre 2, y mediante la vía de entrada a la Hda Monte Rico, localizada en la margen derecha sentido sur-norte, a 7 metros. Es de resaltar que, las vías de acceso a los predios de localización de las anteriores torres, cuentan con estructuras de cerramiento, controlados por los administradores de los predios.	X		
Torre 5 – Torre 6	Al localizarse en predios de la Hda Monte Rico, se cuenta con varias rutas de ingreso a los puntos de ambas torres. Primero, mediante la vía de categoría primaria que comunica al municipio de Montería, con el municipio de Planeta Rica, a la altura del Km 8, desviando a la derecha sentido Planeta Rica- Montería, realizándose a través de vía privada con afirmado, la cual cuenta con las obras de arte correspondientes para el drenaje. Durante la temporalidad climática de lluvias, no	X		

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Sector	Descripción general del acceso	Estado de las vías		
		B	R	M
	<p>presenta puntos críticos. La otra alternativa de ingreso, se realiza por medio de la vía de entrada descrita para la torre No. 3 y 4.</p> <p>El punto de la Torre 5, se localiza en aproximadamente 6 metros del carretable de acceso a la mayoría de la Hda Monte Rico. En cuanto a la Torre 6, se ingresa caminando a una distancia de 250 metros de la mayoría de la Hda.</p>			
Torre 7 – Torre 8	<p>Torres localizadas en área de pastoreo del predio de la Hda Monte Lindo, localizada sobre el km 8 de la vía nacional que comunica al municipio de Montería con el municipio de Planeta Rica, con entrada mediante vía privada sin revestimiento. El acceso a los puntos de ambas torres se realiza caminando, a una distancia de 1.250 metros de la mayoría de la Hda.</p> <p>El punto de la Torre 8, al ubicarse aledaño a fuente hídrica superficial tipo arroyo, denominado Algarrobillo, de categoría intermitente, presenta afectaciones por humedad, específicamente durante la temporalidad de lluvias.</p>		X	
Torre 9	<p>El ingreso se realiza a través de terraplén carretable con revestimiento en afirmado, de 5 metros de ancho vial, con altura de 1 metros aproximadamente, al cual se ingresa a través del acceso de la mayoría de la Hda La Victoria, ubicado a una distancia de 1.390 metros del punto de la Torre 9. El acceso a la mayoría de la Hda La Victoria, se realiza mediante vía privada, con revestimiento en afirmado, de 8 metros de ancho, e instalación de obras de arte, la cual empalma al costado derecho de la vía nacional que comunica al municipio de Montería con el municipio de Planeta Rica, entre el km 6 y km 7, sentido Planeta Rica-Montería.</p>	X		
Torre 10 - Torre 15	<p>Las torres No. 10, No. 11, No. 12, No. 13, No. 14 y No. 15, se localizan en predios de la Hda La Victoria, a la cual se ingresa mediante vía privada, con revestimiento en afirmado, de 8 metros de ancho, e instalación de obras de arte, la cual empalma al costado derecho de la vía nacional que comunica al municipio de Montería con el municipio de Planeta Rica, entre el km 6 y km 7, sentido Planeta Rica-Montería.</p> <p>Los puntos de localización de las torres descritas, se localizan en distancias entre 5 a 10 metros del terraplén carretable descrito para el acceso de la torre 9.</p> <p>Los puntos de localización de las Torres No. y No.15, presentan condiciones de susceptibilidad durante la temporalidad de lluvias, presentando condiciones de humedad.</p>		X	
Torre 16	<p>Se localiza en predios de la Hda Mira Lindo, a una distancia de aproximadamente 200 de la mayoría. El ingreso al punto de la torre 16 se realiza caminando, mientras que la entrada a la Hda en mención, cuenta con empalme al costado derecho sobre el km 5 de la vía que comunica el municipio de Montería con el municipio de Planeta Rica.</p>		X	
Torre 17	<p>Punto localiza en predios de la Hda La Vitrina, a la cual se ingresa mediante vía privada, empalmada al costado derecho de la vía nacional que comunica al municipio de Montería con el municipio de Planeta Rica, sentido sur-norte, a la altura del Km 4 y Km 5. El punto de la Torre 17 se ubica a una distancia de 400 metros de la mayoría de la Hda.</p>		X	

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Sector	Descripción general del acceso	Estado de las vías		
		B	R	M
Torre 18	Ubicado en predio privado denominado Finca Santa Fe, localizado aledaño a la vía terciaria con revestimiento en afirmado, que conduce hacia el corregimiento Las Lamas y corregimiento Caño Viejo, la cual empalme con la vía nacional que comunica al municipio de Montería con el municipio de Planeta Rica a la altura del km 4, desviando hacia la izquierda en sentido sur-norte. Posteriormente, a 530 metros del desvío en mención, a 45 metros del eje de la vía, en sentido izquierdo se localiza el punto propuesto para instalación de Torre 18, al cual se accede caminando.	X		
Torre 19	Estructura ubicada en predios de la finca La Gloria destinados al pastoreo de ganado, sobre la margen izquierda, a la altura entre el kilómetro 3 y el kilómetro 4 de la vía Nacional Montería-Planeta Rica. El punto propuesto para la ubicación de la Torre 19, se localiza en aproximadamente 560 metros del eje de la vía, al cual se accede caminando.	X		
Torre 20	Localizada en predios de la finca La Barcelona, sobre área destinada principalmente al pastoreo de ganado bovino. A su vez, la finca en mención, se ubica a la altura del kilómetro 3 de la vía Nacional Montería-Planeta Rica. El punto propuesto para la instalación de la Torre 20, se localiza a una distancia de aproximadamente 570 metros de la mayoría de la finca La Barcelona, en área con ausencia de acceso vehicular.		X	
Torre 21	Localizado en la parte posterior del predio del colegio Almirante Colón, el cual se ubica en el kilómetro 4 de la vía Nacional Montería-Planeta Rica. El punto propuesto se encuentra a una distancia de aproximadamente 600 metros del eje de la vía Nacional. El ingreso, en ausencia de vías carretables aledañas, se realiza caminando.		X	
Torre 22	Estructura propuesta para instalación en predio de la Finca Nuevo Campo Alegre, ubicado en la parte posterior de los Centro Empresarial San Jerónimo y Centro Empresarial El Triunfo, localizados en el kilómetro 3 de la vía Nacional Montería-Planeta Rica. El ingreso no cuenta con disponibilidad de vía vehicular. El acceso se realiza caminado a una distancia de 350 metros aproximados, tomando como referencia los linderos del predio del Centro Empresarial El Triunfo. De igual forma se logra acceder mediante la vía privada d, empalmada a la vía terciaria sin revestimiento que conduce al corregimiento Los Pericos, con unidad residencial localizada en aproximadamente 250 metros del punto propuesto para construcción de torre No 22, ubicada aledaño a la infraestructura de transmisión de energía existente.		X	
Torre 23	Localizado en predios de la Finca El Nuevo Campo Alegre, a la cual se ingresa a través de vía privada, conforme a las características detalladas con anterioridad. El punto definido para la construcción de la torre No 23, se localiza aledaño a la vía de acceso a la unidad residencial de la Finca.		X	
Torre 24	Estructura propuesta para construir en predios de la Finca Nuevo Campo Alegre, proyectado a instalarse a una distancia de 85 metros del eje de la vía privada, la cual empalma a la vía terciaria sin revestimiento que conduce al corregimiento Los Pericos.		X	

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Sector	Descripción general del acceso	Estado de las vías		
		B	R	M
Torre 25	Unidad proyectada para construcción en predios de la finca Campo Alegre. El punto se localiza en aproximadamente 10 metros del eje de la vía privada de acceso a los predios tanto de la Finca Campo Alegre como de la Finca Nuevo Campo Alegre.		X	
Torre 26	Localizada a una distancia de aproximadamente 15 metros del eje de la vía privada de acceso a los predios de las fincas Nuevo Campo Alegre y Campo Alegre, sobre el costado izquierdo sentido Norte-Sur, conforme al empalme de la vía terciaria que conduce al corregimiento Los Pericos.		X	
Torre 27	Ubicada a una distancia de 35 metros del área de construcción de la torre No.26. La torre No. 27 se ubica en predios de la Finca Villa Armenia, en predio ubicado aledaño a la vía que conduce al corregimiento Los Pericos. El punto propuest9 para construcción no cuenta con disponibilidad de acceso vehicular		X	
Torre No. 28	Al punto propuesto para construcción de la infraestructura de transmisión de energía, se accede caminando, a una distancia de mínimo 80 metros localizado al costado derecho de la vía terciaria sin revestimiento que conduce al corregimiento Los Pericos, en predios de la finca Villa Armenia.		X	
Torre No. 29	La infraestructura de transmisión se proyecta para construcción en predios de la finca Villa Armenia, en área a la cual se accede mediante la vía sin revestimiento que comunica al barrio Villa Cielo, la cual empalma al costado derecho de la vía terciaria sin revestimiento que conduce al corregimiento Los Pericos. El predio propuesto para construcción de infraestructura de transmisión se ubica aledaño, en el extremo opuesto, conforme a las unidades residenciales del barrio Villa Cielo, del canal de drenaje sin revestimiento y sección heterogénea.		X	
Torre No. 30-Torre No. 33	Las áreas propuestas para la instalación de la infraestructura de transmisión de energía, se localizan sobre predio de la finca San Martín. Las torres No. 30, 31 y 32 se ubican aledaño al canal de drenaje de aguas pluviales, el cual localiza paralelamente al perímetro del barrio Villa Cielo. El acceso a dichos predios se realiza mediante la vía privada que empalma a la vía revistada en pavimento, la cual conduce al barrio Villa Cielo. Posteriormente, el acceso se realiza caminando, en ausencia de carretables.		X	
Torre No. 34-Torre No. 35	Ambas infraestructuras de transmisión se localizan en predio de la finca San Martín. El área proyectada para instalación de la Torre No. 34, se ubica al costado derecho de la vía privada de acceso a la finca en mención, en una distancia de 160 metros aproximadamente. Mientras que la torre No. 35, se ubica a una distancia de 50 metros en igual sentido de la vía privada de acceso, la cual empalma con la vía principal de acceso al barrio Villa Cielo	X		

Fuente: Elaborado por consultor.

3.2.4.1.5. Infraestructura de transmisión de energía eléctrica.



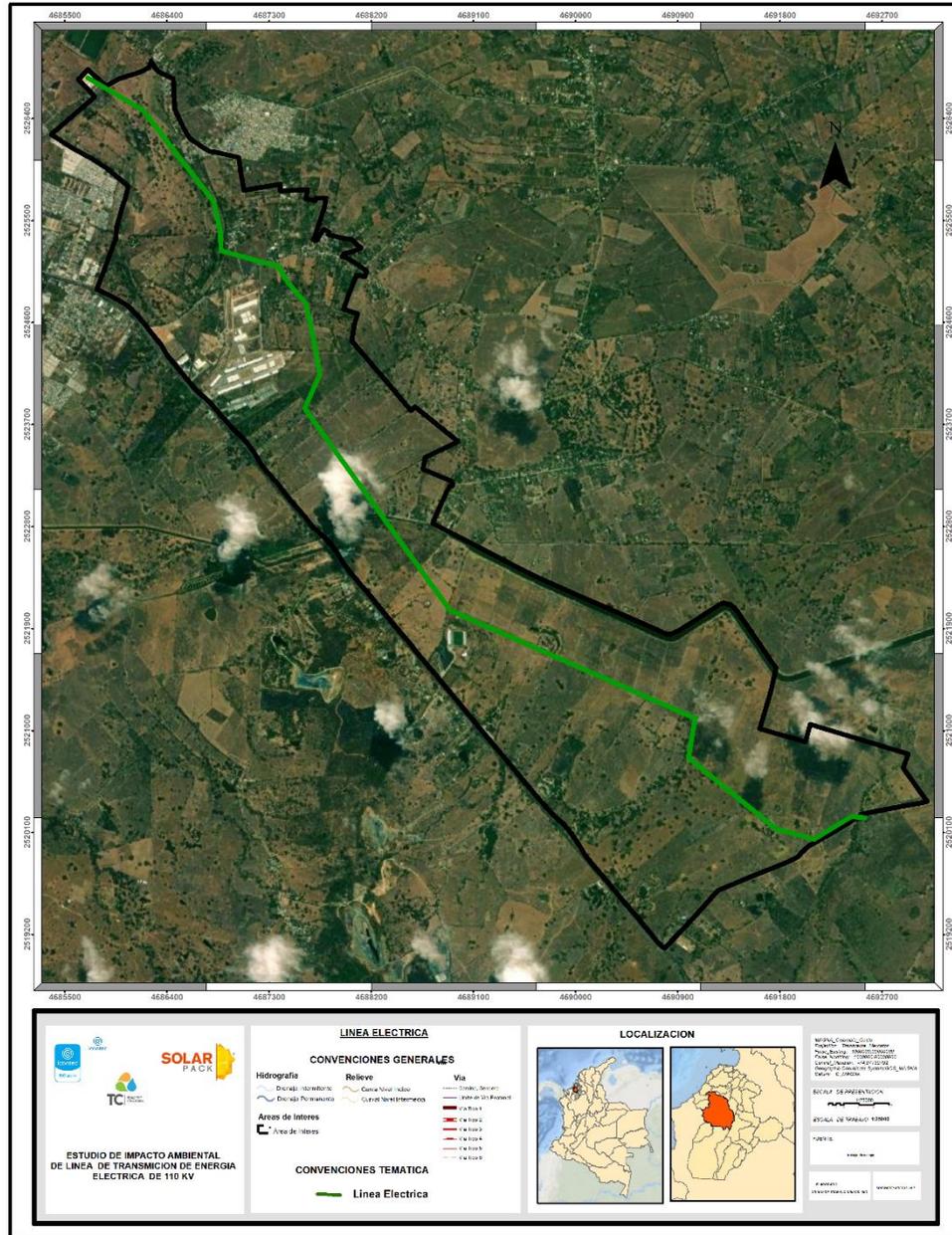
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

La entrega de la energía eléctrica a generar por el Parque solar fotovoltaico La Unión a la subestación eléctrica Nueva Montería se realizará mediante una línea de conexión eléctrica (LCE) de 110kV, de 10,6Km, las cuales se encuentran ubicadas en el Cerrito, los pericos y Los Piojos y parte del barrio Villa Cielo en el casco urbano del municipio de Montería.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 35. Trazado de la línea de transmisión de energía eléctrica de 110 kV.



Fuente: Elaborado por consultor.

La línea estará soportada en torres de marco metálico, con una altura máxima estimada de 23,5 metros, diseñadas para las distintas condiciones de terreno y de tracción de la línea de conexión eléctrica. Se proyecta colocar apoyos cada 300 metros aproximadamente, los cuales ocuparán un área aproximada de 6 x 6 metros cada uno, estabilizados con 4 cimientos de hormigón



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

armado por torre que ocuparán 36 m² aproximadamente, estos sobre una zona de servidumbre de 32 metros de acuerdo con el RETIE (16 metros por lado a partir del eje).

3.2.4.1.6. Componentes de la línea de conexión eléctrica

Las características técnicas previstas para la línea de conducción eléctrica (LCE) están relacionadas en la Tabla 12.

Tabla 12. Características de la línea de conexión eléctrica (LCE)

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	110 kV
Tensión más elevada de la red	123 kV
Categoría	Especial
Medio	Aéreo
Disposición	Tresbolillo
N.º de circuitos	1
N.º de conductores por fase	1
Tipo de conductor aéreo	795 ACSR
N.º de cables de tierra	1
Tipo de cable de tierra	OPGW
Tipo de aislamiento	Cadenas de aisladores de vidrio
Apoyos	Tipo A, B, C y D
Cimentaciones	Pila
Puesta a tierra	Apoyos no frecuentados
Longitud (km)	10.669
Nº estimado de apoyos	37
Tipo de aislamiento	Vidrio
Puesta a tierra	Picas de toma de tierra doble

Fuente. EOS – SOLARPACK, 2021

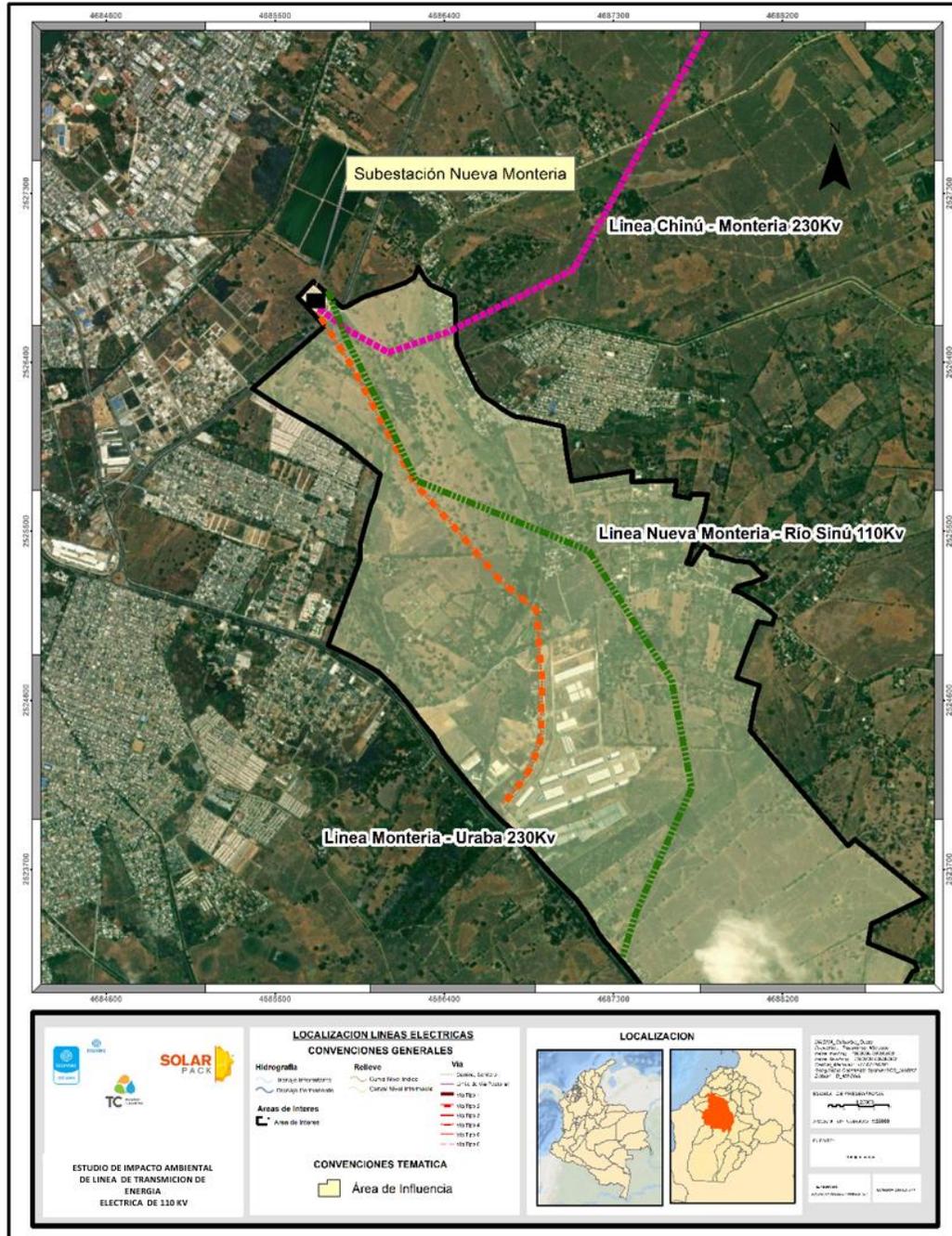
Dentro de las principales características de los componentes que constituyen la LCE se encuentran las siguientes:

3.2.4.1.7. Torres

Las torres del Sistema de Conexión Eléctrico serán de marco metálico, con capacidad para un circuito, estarán diseñadas para las distintas condiciones de terreno y de tracción de la LCE y se estima que tendrán una altura aproximada de 23,5 metros (Figura 36).

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 36. Trazado de la línea de conexión eléctrica (LCE)



Fuente: Elaboración consultora a partir de Fuente. EOS – SOLARPACK, 2021

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

En la Tabla 13, se muestra la ubicación de cada una de las estructuras a lo largo de la línea, indicando sus coordenadas, kilometraje (estación).

Tabla 13. Ubicación de las torres a lo largo de la línea de conexión eléctrica

Estructura	Coordenadas (CTM 12)		Estación (m)
	X	Y	
BAHÍA	4692548	2520230	0.00
1	4692488	2520235	60.00
2	4692429	2520240	119.03
3	4692099	2520040	504.96
4	4691918	2520091	692.61
5	4691764	2520135	853.17
6	4691542	2520314	1137.81
7	4691232	2520565	1537.05
8	4690994	2520758	1842.79
9	4691051	2521109	2197.70
10	4690660	2521281	2624.85
11	4690321	2521431	2995.15
12	4689965	2521588	3384.28
13	4689616	2521742	3764.80
14	4689249	2521904	4165.60
15	4688890	2522063	4558.34
16	4688717	2522303	4854.05
17	4688473	2522644	5273.30
18	4688251	2522953	5653.69
19	4688014	2523284	6059.98
20	4687801	2523581	6425.03
21	4687612	2523843	6748.18
22	4687746	2524143	7076.35
23	4687684	2524496	7433.79
24	4687622	2524768	7712.71
25	4687464	2524955	7957.74
26	4687369	2525107	8136.24
27	4687341	2525105	8164.22

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

28	4687133	2525163	8379.83
29	4686876	2525235	8646.67
30	4686868	2525416	8827.79
31	4686810	2525669	9087.56
32	4686619	2525916	9392.99
33	4686367	2526239	9794.37
34	4686184	2526476	10087.46
35	4685973	2526586	10202.10
36	4685768	2526693	10335.23
37	4685703	2526759	10539.96
BAHIA	405672.34	968010.71	10664.14

Fuente: Elaboración consultor a partir de Fuente. EOS – SOLARPACK, 2021

En la Tabla 14, se muestran los cruces con distintos obstáculos, tanto en piso como aéreos a lo largo de la línea.

Tabla 14. Identificación de cruces en el trazado de la línea

Alineación	Vértice	Coordenadas de Vértice Inicial		Coordenadas de Vértice Final		Longitud de vano	Cruzamiento
		X	Y	X	Y		
1	BAHIA - 1	4692548	2520230	4692488	2520235	60	
2	1 - 2	4692488	2520235	4692429	2520240	59.03	Camino
3	2 - 3	4692429	2520240	4692099	2520040	385.93	Camino
4	3 - 4	4692099	2520040	4691918	2520091	187.65	
5	4 - 5	4691918	2520091	4691764	2520135	160.56	
6	5 - 6	4691764	2520135	4691542	2520314	284.64	
7	6 - 7	4691542	2520314	4691232	2520565	399.25	
8	7 - 8	4691232	2520565	4690994	2520758	305.74	
9	8 - 9	4690994	2520758	4691051	2521109	354.91	
10	9 - 10	4691051	2521109	4690660	2521281	427.15	
11	10 - 11	4690660	2521281	4690321	2521431	370.3	
12	11 - 12	4690321	2521431	4689965	2521588	389.13	
13	12 - 13	4689965	2521588	4689616	2521742	380.53	Camino
14	13 - 14	4689616	2521742	4689249	2521904	400.8	
15	14 - 15	4689249	2521904	4688890	2522063	392.74	
16	15 - 16	4688890	2522063	4688717	2522303	295.71	
17	16 - 17	4688717	2522303	4688473	2522644	419.25	
18	17 - 18	4688473	2522644	4688251	2522953	380.39	Camino y Canal
19	18 - 19	4688251	2522953	4688014	2523284	406.29	
20	19 - 20	4688014	2523284	4687801	2523581	365.06	
21	20 - 21	4687801	2523581	4687612	2523843	323.15	
22	21 - 22	4687612	2523843	4687746	2524143	328.17	



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Alineación	Vértice	Coordenadas de Vértice Inicial		Coordenadas de Vértice Final		Longitud de vano	Cruzamiento
		X	Y	X	Y		
23	22 - 23	4687746	2524143	4687684	2524496	357.44	
24	23 - 24	4687684	2524496	4687622	2524768	278.92	
25	24 - 25	4687622	2524768	4687464	2524955	245.03	
26	25 - 26	4687464	2524955	4687369	2525107	178.51	
27	26 - 27	4687369	2525107	4687341	2525105	27.98	Línea de Transmisión
28	27 - 28	4687341	2525105	4687133	2525163	215.61	Camino
29	28 - 29	4687133	2525163	4686876	2525235	266.84	Camino y Canal
30	29 - 30	4686876	2525235	4686868	2525416	181.12	
31	30 - 31	4686868	2525416	4686810	2525669	259.76	Línea de Transmisión
32	31 - 32	4686810	2525669	4686619	2525916	305.43	
33	32 - 33	4686619	2525916	4686367	2526239	401.38	
34	33 - 34	4686367	2526239	4686184	2526476	293.09	
35	34 - 35	4686184	2526476	4685973	2526586	114.64	Línea de Transmisión
36	35 - 36	4685973	2526586	4685768	2526693	133.13	
37	36 - 37	4685768	2526693	4685703	2526759	204.76	Camino y Carretera
38	37 - BAHÍA	4685703	2526759	4685703	2526759	124.15	Línea de Transmisión

Fuente: Elaboración consultor a partir de Fuente. EOS – SOLARPACK, 2021

A lo largo de la línea fue necesario identificar los cruzamientos con cada tipo de obstáculo para determinar en qué forma y que consideraciones deberán tomarse para realizar el cruce con cada uno de ellos, para lo cual en la **Tabla 15**, se resume cada cruzamiento.

Tabla 15. Detalles y ubicación de cruzamientos en el trazado de la línea (1).

No. Cruzamiento	Alineación	Tipo de Cruzamiento	Descripción del cruzamiento	Coordenadas CTM 12	
				X	Y
1	2	Camino	Cruzamiento aéreo con camino	412467.23	2520091
2	3	Camino	Cruzamiento aéreo con camino	412112.65	2520314
3	13	Camino	Cruzamiento aéreo con camino	409781.54	2520565
4	18	Camino	Cruzamiento aéreo con camino	408284.25	2520758
5	18	Canal	Cruzamiento aéreo con canal	408273.18	2521281



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

No. Cruzamiento	Alineación	Tipo de Cruzamiento	Descripción del cruzamiento	Coordenadas CTM 12	
				X	Y
6	27	Línea de Transmisión	Cruzamiento aéreo con Línea de Transmisión	407335.25	2521588
7	28	Camino	Cruzamiento aéreo con camino	407190.40	2521904
8	29	Camino	Cruzamiento aéreo con camino	406979.73	2522303
9	29	Canal	Cruzamiento aéreo con canal	406889.88	2522953
10	31	Línea de Transmisión	Cruzamiento aéreo con Línea de Transmisión	406817.89	2520314
11	35	Línea de Transmisión	Cruzamiento aéreo con Línea de Transmisión	406146.84	2520758
12	37	Camino	Cruzamiento aéreo con camino	405841.37	2521281
13	37	Carretera	Cruzamiento aéreo con carretera	405799.97	2521588
14	38	Línea de Transmisión	Cruzamiento aéreo con Línea de Transmisión	405760.86	2521742

Fuente: Elaboración consultor a partir de Fuente. EOS – SOLARPACK, 2021.

3.2.4.1.8. Cimentaciones

Corresponde al cimiento de cada torre y se realizarán para las cuatro patas a través de excavaciones donde se acomoda la enfierradura y se disponen los moldajes (madera o metal), para su posterior relleno con hormigón. Tras retirar el moldaje se completa la sobrecavación con el mismo material extraído originalmente. De la fundación sobresale un fierro llamado Stub (anclaje metálico), que es la base sobre la cual se arma o teje el resto de la estructura de la torre. Se proyecta colocar 4 apoyos que afectarán un área total de 6 x 6 metros aproximadamente, estabilizados con 4 cimientos de hormigón armado por torre, estos sobre una zona de servidumbre o franja de seguridad de ancho 32 metros (16 metros por lado a partir del eje).

La metodología para realizar el diseño de cimentaciones debe cumplir con las normas y documentos técnicos colombianos (NSR-10, NTC) y las internacionales (AISC-LRFD, ACI 318, ASTM). Los diseños de las cimentaciones deben resistir las reacciones generadas para las diferentes hipótesis de carga para cada tipo de estructura.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Cimentaciones tipo zapata

Para el análisis y diseño de una cimentación tipo zapata se deben evaluar los parámetros de la Tabla 16.

Tabla 16. Características a evaluar para el diseño de una cimentación tipo zapata

Análisis de estabilidad	Diseño estructural
Esfuerzo actuante sobre el suelo (compresión)	Cortante
Verificación de arrancamiento	Punzonamiento
Verificación a volcamiento	Flexión

Fuente: EOS – SOLARPACK, 2021

Cimentaciones tipo parrilla

Para el diseño de una cimentación tipo parrilla, se debe realizar de acuerdo al método de cimentaciones inclinadas, bajo los siguientes parámetros:

- Verificación de arranque
- Verificación al volcamiento
- Verificación del área neta
- Verificación por compresión

Los perfiles de la parrilla deben ser dimensionados de acuerdo a la "American Society of Civil Engineers, Design of latticed Steel transmission Structures, ASCE 10-97"

Cimentaciones tipo pila

Para el diseño de una cimentación tipo pila, se deben atender los siguientes parámetros.

Tabla 17 Características a considerar en el diseño de una cimentación tipo pila

Análisis de estabilidad	Diseño estructural
Resistencia a la compresión	Flexo-tracción
Verificación al arranque	Flexo-compresión
Verificación al volcamiento	
Determinación de la rigidez	
Determinación de resistencia última a carga lateral	

Fuente: EOS – SOLARPACK, 2021

3.2.4.1.9. Franja de seguridad



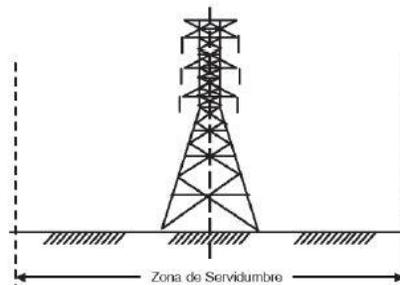
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Obtenida de la aplicación de las distancias mínimas que deben existir entre construcciones y LCE, cumpliendo con los distanciamientos establecidos por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, expedido por el Ministerio de Minas y Energía el 30 de agosto de 2013, mediante Resolución 90708, estableciendo las medidas de seguridad de las personas, animales y medioambientales que deben cumplir para prevenir, minimizar o eliminar los riesgos de origen eléctrico. Para el caso de la línea prevista para el proyecto, con tensión nominal de 220 kV y un solo circuito, la franja de seguridad corresponde a 32 m (16 m a cada lado del eje de la LCE) (Figura 37).

Figura 37. Franja de seguridad de la línea de conexión eléctrica.

TIPO DE ESTRUCTURA	TENSION(kV)	ANCHO MINIMO (m)
TORRES	500	60
TORRES	220/230 (2 ctos)	32
	220/230 (1 cto)	30
POSTES	220/230 (2 ctos)	30
	220/230 (1 cto)	28
TORRES	110/115 (2 ctos)	20
	110/115 (1 cto)	20
POSTES	110/115 (2 ctos)	15
	110/115 (1 cto)	15
Torres/postes	57,5/66	15

Tabla 38. Ancho de la zona de servidumbre.



Fuente: Tomado de la Resolución 90708 de 2013, Ministerio de Minas y Energía.

La técnica más efectiva de prevención para minimizar los riesgos eléctricos es la distancia respecto a las ares energizadas. Para asegurar el funcionamiento de la línea se deben mantener distancias mínimas con otras líneas o redes eléctricas y elementos físicos a lo largo de la línea.

- a. Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones

En la línea de transmisión, la altura de los conductores respecto del piso de la vía, no podrá ser menor a las establecidas en la Tabla 18 y Tabla 19.

Tabla 18. Distancias mínimas de seguridad distintas situaciones.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia mínima al suelo, en cruces con carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular.	115/110	6.1
Cruce de líneas aéreas de baja tensión en grandes avenidas.	< 1	5.6
Distancia mínima la suelo desde líneas que recorren avenidas, carreteras y calles.	115/110	6.1
Distancia mínima al suelo en zonas de bosques de arbustos, áreas cultivadas, pastos, huertos, etc. Siempre que se tenga el control de la altura máxima que pueden alcanzar las copas de los arbustos o huertos, localizados en la zona de servidumbre.	115/110	6.1
Distancia mínima vertical en el cruce a los conductores alimentadores de ferrocarriles electrificados, teleféricos, tranvías y trole-buses	115/110	2.3
Distancia mínima vertical respecto del máximo nivel del agua en cruce con ríos, canales navegables o flotantes adecuados para embarcaciones con altura superior a 2 m y menor de 7 m	115/110	10.6
Distancia mínima vertical respecto del máximo nivel del agua en cruce con ríos, canales navegables o flotantes, no adecuadas para embarcaciones con altura mayor a 2 m	115/110	5.6
Distancia mínima vertical al piso en cruce por espacios usados como campos deportivos abiertos, sin infraestructura en la zona de servidumbre, tales como graderías, casetas o cualquier tipo de edificaciones ubicadas debajo de los conductores.	115/110	12.0
Distancia mínima horizontal en cruce cercano a campos deportivos que incluyan infraestructura, tales como graderías, casetas o cualquier tipo de edificación asociada al campo deportivo	115/110	7.0

Fuente: EOS – SOLARPACK, 2021.

Tabla 19. Distancias mínimas de seguridad con otras líneas con una de 110 kV.

Tensión nominal entre fases de la línea superior	Comunicación	< 1	13.8 kV	44 kV	57.5 kV	66 kV	115 kV	230 kV	500 kV
115/110	2.3	1.7	1.7	1.7	1.8	1.9	2.2	2.9	4.6

Fuente: EOS – SOLARPACK, 2021.

b. Distancias mínimas entre conductores en la misma estructura

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Los conductores sobre apoyos fijos deben tener distancias horizontales y verticales entre cada uno, no menores que el valor requerido.

Cuando se tienen conductores de diferentes circuitos, la tensión considerada debe ser la de fase-tierra del circuito de más alta tensión o la diferencia fasorial entre los conductores considerados.

Cuando se utilicen aisladores de suspensión y su movimiento no esté limitado, la distancia horizontal de seguridad entre los conductores debe incrementarse de tal forma que la cadena de aisladores pueda moverse transversalmente hasta su máximo ángulo de balanceo de diseño, sin reducir los valores indicados en las tablas. El desplazamiento de los conductores debe incluir la deflexión de estructuras flexibles y accesorios, cuando dicha deflexión pueda reducir la distancia horizontal de seguridad entre los conductores (Tabla 20).

Tabla 20. Distancia horizontal entre conductores en la misma estructura

Clase de circuito y tensión entre los conductores considerados	Distancias horizontales de seguridad (cm)
Conductores del mismo circuito (110 kV)	De acuerdo a Normas Internacionales
Conductores de diferentes circuitos (110 kV)	71.5 más 1 cm por kV

c. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas

Las partes energizadas a las que el trabajador puede estar expuesto, se deben poner en condición de trabajo eléctricamente seguro antes de trabajar en o cerca de ellas, a menos que se demuestre que desenergizar introduzca riesgos adicionales

3.2.4.1.10. Necesidad de recursos naturales, sociales y culturales

La ejecución de las actividades y etapas relacionadas con el desarrollo del proyecto requerirá el uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales. A continuación, se presenta un resumen de las necesidades de recursos naturales que requiere el proyecto:

3.2.4.1.10.1. Agua

El agua para uso industrial necesaria para el desarrollo del proyecto se contempla adquirir de acueductos municipales o distribuidores autorizados para venta con dicho uso, mientras que el agua de consumo humano se suplirá mediante la compra en botellones, de modo que no se solicita la concesión del recurso ni de fuentes de aguas superficiales ni subterráneas. El agua de uso industrial será destinada principalmente para construcción de las cimentaciones de torres diseñadas en concreto.

Dentro de las empresas con disponibilidad para venta de agua se encuentra VEOLIA S.A.S (Antigua Poractiva) actual concesionaria del sistema de acueducto y alcantarillado del municipio de Montería.

Para la construcción de la línea eléctrica se requiere la utilización de agua en la preparación de los concretos que servirán de cimentación de las torres, los cuales, para su preparación, requieren

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

una dosificación de 0,15 m³ de agua y de 1,40 m³ de agregados pétreos (0,83 m³ de grava y 0,57 m³ de arena) por cada 1,0 m³ de concreto que se utilice. De acuerdo con estas consideraciones, en la Tabla 21 se presenta la estimación de los volúmenes de agua requeridos para la construcción de las fundaciones correspondientes a las torres.

Tabla 21. Estimativo de agua para la elaboración del concreto en los sitios de torre

Número de torres	Concreto (m3)	Volumen de agua requerido (m3)
42	315	47,25

Fuente: Elaborado por consultor.

El agua requerida para consumo humano se calcula con el estimado de mano de obra necesaria y consumo per cápita diario para clima cálido establecido por el Reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento básico -RAS – 2000- en donde se tendría una necesidad de 42,4 m³/hab x día, por un tiempo de 6 meses de construcción según cronograma.

Durante la fase operativa del proyecto se requerirá el uso del agua en menor proporción, principalmente para la construcción de obras civiles puntuales que se requieran en los sitios de torre a lo largo de la línea por labores de mantenimiento, reparaciones y control de estabilidad geotécnica. Al igual que en la fase constructiva, el recurso se obtendrá de acueductos municipales o distribuidores autorizados para venta con fines industriales. En cuanto al agua para consumo humano será adquirida a proveedores certificados. Esta actividad estará sujeta a la subestación del parque solar La Unión, encargado de la operación de la línea.

3.2.4.1.10.2. Vertimientos

Durante el desarrollo del proyecto la generación de residuos líquidos de tipo industrial, están asociados a las subestaciones Nueva Montería y La Unión, las cuales ya tienen instrumentos propios de manejo y seguimiento ambiental. En cambio, a los residuos líquidos domésticos, los cuales tendrán su origen en las actividades inherentes a la construcción de las torres de la línea de transmisión, su manejo se describe a continuación en cada una de las etapas del proyecto:

- Durante la fase de construcción de la línea de transmisión se contempla la instalación de baños portátiles en cada uno de los frentes de obra (sitios de torre, en las plazas de tendido y de almacenamiento de materiales), por lo que no se realizará disposición de vertimientos sobre el suelo ni sobre fuentes de agua superficial. Por cada 15 personas se deberá instalar un baño y en caso de contar con personal femenino se deberá instalar baños portátiles independientes para hombre y para mujeres.

En frentes de obra con acceso carretable se podrán usar baños portátiles con cabina, mientras en lugares de difícil o limitado acceso se contempla el uso de baños químicos portátiles de fácil traslado a los cuales se puede adaptar una carpa o un cerramiento con plástico (Figura 38).

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 38. Tipos de baños portátiles a usar en los frentes de obra.



Baño portátil con cabina

Baño químico portátil con cerramiento

Fuente: Elaborado por consultor tomado de <https://equipak.pe>.

Los baños químicos portátiles se pueden limpiar dos o tres veces por semana mediante un equipo de aseo manual el cual consta de un tanque o pimpina de volumen variable con bomba de diafragma manual; dichos residuos se trasladan desde los sitios de torre de difícil acceso hasta frentes o sitios con acceso carreteable donde se entregan a la empresa operadora de las unidades sanitarias o a un tercero autorizado para el manejo y disposición de los mismos.

- En la fase operativa se prevé que no habrá generación y disposición de vertimientos asociados con los tramos de la línea de transmisión. En caso de requerirse obras de reparación y mantenimiento en dichos tramos de la línea, dependiendo de la duración de las mismas, se instalarán al igual que la fase constructiva, unidades sanitarias portátiles. Esta actividad estará sujeta a la subestación del parque solar La Unión, encargado de la operación de la línea.

3.2.4.1.10.3. Ocupaciones de cauce

Se estima que para el desarrollo de las actividades del proyecto no se requiere permisos de ocupación de cauce para el trazado de la línea de transmisión de energía, ni para las vías de acceso a los sitios de torre del proyecto.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Considerando que la línea de transmisión estará soportada en torres, los cruces proyectados sobre cuerpos de agua se llevarán a cabo de forma elevada con la premisa de ubicar dichas torres por fuera de la ronda de protección definidas en la legislación ambiental. De este modo, en general los cruces de la línea de transmisión serán elevados y no se requerirá la construcción de estructuras en los cuerpos o corrientes de agua, ni se llevará a cabo la intervención directa de sus cauces. En la etapa de construcción, cuando se realice el tendido de los conductores, se adecuarán estructuras provisionales que se ubicarán alejadas del cauce, evitando la afectación de este.

3.2.4.1.10.4. Aprovechamiento forestal

El área de aprovechamiento forestal corresponde a la franja en la cual se requiere realizar actividades de tala dentro del área de servidumbre y tiene como característica el ser discontinua y de anchos variables, con el propósito de evitar o minimizar el área de aprovechamiento sobre coberturas naturales y antrópicas.

Las áreas a talar se identificaron a través de un diseño técnico optimizado en el que se considera la distancia de seguridad al conductor establecida en el RETIE, haciendo uso de información métrica que como en el caso del LIDAR facilita tener una medición precisa del acercamiento del dosel a las diferentes unidades de coberturas de la tierra, lo cual permite restringir al máximo el área de aprovechamiento en el vano y cumplir con el objetivo de generar la menor afectación.

De acuerdo con los resultados de la caracterización del medio biótico realizado en las coberturas de mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales, en donde se proyecta puede realizarse un aprovechamiento de recursos forestales, permitió obtener información de las variables dasométricas y ubicación espacial de las especies que se encuentran presente en las en la zona de servidumbre, para lo cual en la Tabla 22 se muestran los volúmenes de aprovechamiento forestal y comercial que se proyectan tener.

Tabla 22. Aprovechamiento forestal para la línea de transmisión.

Línea	Área en Ha	Nº de árboles	Volumen total	Volumen Comercial
Inventario 100%	20,22	521	220,55	117,70

Fuente: Elaborado por consultor.

3.2.4.1.10.5. Materiales de construcción

El desarrollo del proyecto requerirá la utilización de materiales pétreos y granulares para las construcciones y adecuaciones de la línea de transmisión; dichos materiales se obtendrán de canteras o sitios de extracción aluvial operados por terceros que tengan licencias minera y ambiental vigentes otorgadas por las respectivas entidades competentes.

Para la fase de construcción de la línea de transmisión eléctrica, se requerirán materiales principalmente para la preparación de los concreto que conformarán las cimentaciones de las torres, los cuales se estiman en una cantidad aproximada de 1,40 m³ de agregados pétreos (0,83

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

m³ de grava y 0,57 m³ de arena) y 0,15 m³ de agua, por cada 1,0 m³ de concreto que se utilice. De acuerdo con estas consideraciones en la Tabla 23 se presenta la estimación de los volúmenes de materiales de construcción de las fundaciones correspondientes a las torres para la línea de transmisión.

Tabla 23. Estimativos de materiales pétreos para elaboración de concreto en los sitios de torre.

Número de torres	Concreto (m ³)	Arena (m ³)	Grava (m ³)
38	315	179,5	261,45

Fuente: Elaborado por consultor.

3.2.4.1.11. Demanda de bienes y servicios sociales, incluida mano de obra

En cuanto a las necesidades sociales para el desarrollo de las actividades del proyecto, se estima que el principal requerimiento estará asociado a la vinculación de mano de obra. Las necesidades al respecto normalmente son de personal no calificado de acuerdo con la oferta de la zona y de tipo temporal cuya cantidad variará según la magnitud, tipo y especialidad de las labores a realizar.

El desarrollo de las actividades del proyecto demandará algunos bienes y servicios a lo largo del territorio por donde pasará la línea de transmisión. Durante la etapa preoperativa la demanda se centrará en servicios de alimentación, comunicación, hoteleros, de transporte, de compra de productos, entre otros. La contratación de mano de obra se centra en el personal que cumpla funciones de guía en los territorios (Ayudantes de campo).

En las fases de construcción y operación del proyecto además de lo anterior, se generará el uso y contratación de diversos bienes y servicios, que van desde la compra de insumos en almacenes y grandes empresas productoras de cables y perfilaría metálica, hasta el cemento y material pétreo utilizado para las cimentaciones a construir en la línea de transmisión. Para las actividades de adecuación, transporte, carga, despeje y mantenimiento de servidumbre, se generará contratación de mano de obra no calificada; mientras que para el desarrollo de otro tipo de actividades como el montaje de torres se contratará al personal que cuente con los cursos y experiencia especificados por la normatividad.

De igual manera, se generará la contratación de mano de obra no calificada para las diversas actividades en la fase de construcción de la línea de transmisión como se indica en Tabla 24, entendiendo que existirán variaciones en función del número de frentes de obra, la magnitud de las obras a ejecutar, y los tiempos definidos para el cumplimiento de la programación del proyecto. La mano de obra en la fase de operación está asociada a la operación de la subestación de la Unión, ubicado en el parque Solar La Unión con licencia ambiental otorgada por la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge mediante Resolución No 2 7823 del 04 de febrero de 2021.

Tabla 24. Estimación de mano de obra para la construcción del proyecto.

Personal	LÍNEA	
	Mano de obra Calificada	Mano de Obra no Calificada
Director de Proyecto	1	0



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Personal	LÍNEA	
	Mano de obra Calificada	Mano de Obra no Calificada
Ingeniero Residente de Obra Civil	1	0
Ingeniero Residente Electricista	1	0
Supervisores	1	0
Almacenista	1	0
Asistente de Almacén	2	0
Director de Interventoría o Control de obra	1	0
Ingeniero Residente de Interventoría o Control de obra	1	0
Topógrafo Contratista Construcción	1	0
Cadeneros Contratista Construcción	2	0
Inspectores Interventoría o Control de obra	2	0
Interventor o Control de obra Ambiental	1	0
Interventoría o Control de obra - Tecnólogos Ambientales	1	0
Interventor o Control de obra - HSE - tecnólogo	1	0
HSE - Contratista	1	0
Profesional Social	1	0
Operarios maquinaria	12	0
Conductores	6	0
Oficiales Construcción	6	0
Ayudantes Construcción	0	36
Capataz de Línea	1	0
Oficial de Línea	2	0
Ayudantes Línea	0	32
Capataz de Montaje	1	0
Oficial de Montaje	4	0
Ayudante de Montaje	0	36
TOTAL:	51	104

Fuente: Elaborado por consultor.

3.2.4.1.12. Descripción de obras en zonas urbanas o dentro de perímetros urbanos

En el proceso de trazado y selección de las rutas de las líneas de transmisión, se tuvo en cuenta evitar el paso por los centros poblados dispersos rurales, de manera que una vez fueron identificadas dichas zonas, se consideraron como áreas de exclusión para la definición de las rutas. Por otra parte, las subestaciones eléctricas existentes (Nueva Montería) y proyectadas (La Unión) se ubican en el perímetro urbano del municipio de Montería. Por lo tanto, de acuerdo con las consideraciones anteriores el trazado de las líneas no cruza por zonas urbanas donde se requieran obras.

3.2.4.1.13. Infraestructuras y servicios interceptados (redes eléctricas, oleoductos y vías)

La infraestructura existente en el área del proyecto que puede ser interceptada o que puede ubicarse cerca de los trazados de las líneas de transmisión eléctrica, son principalmente líneas eléctricas, ductos de hidrocarburos y vías. Las cuales se escriben a continuación:

3.2.4.1.13.1. Redes eléctricas:

Debido a que el proyecto está relacionado con la subestación eléctrica existente del municipio de Montería, en el área de estudio del proyecto se presentan otras líneas de extra alta (> 230 kV),

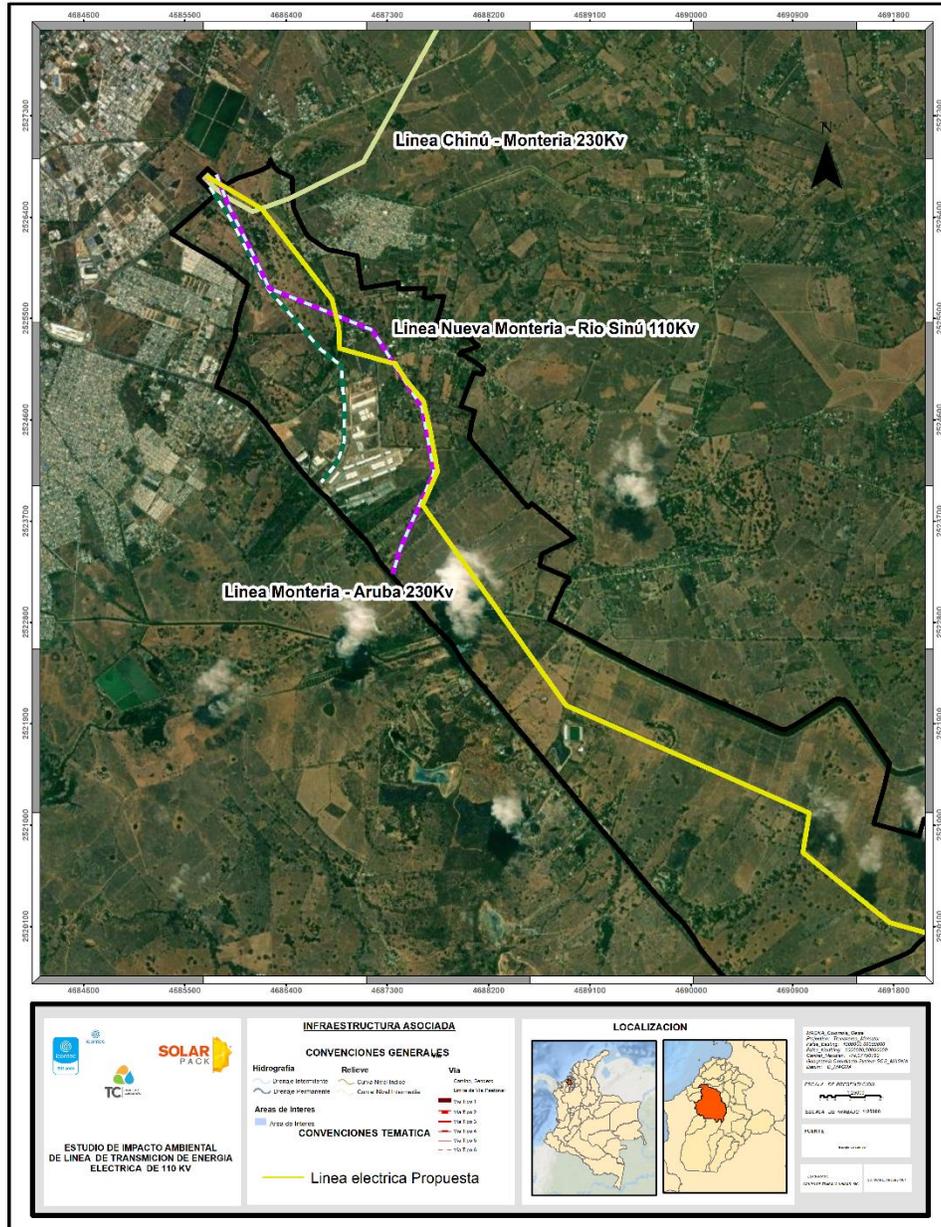


	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

alta ($57,5 \text{ kV} \leq \text{Tensión} \leq 230 \text{ kV}$) y media ($1,0 \text{ kV} \leq \text{Tensión} \leq 57,5 \text{ kV}$) tensión que pueden ser cruzadas o encontrarse cerca de los trazados de las líneas (Figura 39).

Figura 39. Infraestructura eléctrica interceptada con el proyecto.





Fuente: Elaboración consultor.

A continuación, en la Tabla 25 se presentan las principales líneas eléctricas que se cruzan con el trazado del proyecto y en la Figura 40 se muestran los distintos tipos de torres existentes en el área de estudio.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 25. Cruces con otras líneas eléctricas existentes.

No	Línea	Vano
1-	LT 230 kV- Chinú – Montería	T39 – T40
2-	LT 110 KV- Nueva Montería – Rio Sinú	T31 – T32 T34 – T35 T40 – SE NM

Fuente: Elaboración consultor.

Figura 40. Líneas eléctricas existentes.



Fuente: Consultor.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

3.2.4.1.13.2. Redes de acueductos

El trazado del proyecto se cruza con una red de acueducto del casco urbano de la ciudad de Montería, en la zona sureste, contiguo al barrio Villa cielo en inmediaciones de la subestación eléctrica Nueva Montería. En la Tabla 26 se presentan las redes de acueducto que se cruzan con el trazado del proyecto y que fueron identificados mediante información primaria y secundaria.

Tabla 26. Redes de acueducto que se cruzan con el trazado del proyecto.

No	Línea	Vano
1	Acueducto del casco urbano de Montería	T40 – SE NM

Fuente: Elaboración consultor.

3.2.4.1.13.3. Senderos y vías

En el ítem 3.2.4.1.4 de este capítulo se presenta una descripción de las principales vías primarias y terciarias que facilitan el acceso a las áreas del proyecto y se relaciona la cantidad de vías que se cruzan con cada uno de los tramos del proyecto.

3.2.4.1.14. Alternativas de sitios para la obtención de materiales de construcción (en caso de requerirse para las fundaciones de las torres)

Los materiales pétreos y granulares necesarios para las fundaciones de las torres, se obtendrán de canteras o sitios de extracción aluvial operados por terceros que tengan licencia minera y ambiental vigentes para su funcionamiento otorgados por las respectivas entidades.

En la Tabla 27 se presentan las características de algunas de las fuentes cercanas al área del proyecto que cuentan con licencia minera vigente según información entregada por la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge – CVS.

Tabla 27. Fuentes de Materiales Cercanas al Proyecto Jurisdicción CVS

CANTERA	COORDENADAS		RESOLUCIÓN CVS	MUNICIPIO	TITULO MINERO
	ESTE	NORTE			
CANTERA CHICORAL	1.454.661,1	1.137.639	1,5049	MONTERIA	CONTRATO DE CONCESION GAJ-091
ASOMAN	1111379	1413888	1,9553	MONTERIA	CONTRATO DE CONCESION ILS-16201X
CANTERA TRITURADOS SANTA ISABEL	1122685	1436626	1,5502	MONTERIA	LEGALIZACION MINERA DB4-151
CANTERA VILLA CIELO	1129909,5	1455159,1	1,97	MONTERIA	CONTRATO DE CONCESION IHU-0931 1X
CANTERA VILLA CARMEN	1136767	1453936	0,0035	MONTERIA	CONTRATO DE CONCESION EJF-091
CANTERA AGUAS VIVAS	1107550812	1469335268	1,5495	MONTERIA	LEGALIZACION FH4-081
CANTERA GALLO CRUDO	1122700	1439730	0,3338	MONTERIA	CONTRATO DE CONCESION CHA-154

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

CANTERA	COORDENADAS		RESOLUCIÓN CVS	MUNICIPIO	TITULO MINERO
	ESTE	NORTE			
CANTERA LOMA GRANDE	1136700.0	1452953.5	0,404	MONTERIA	CONTRATO DE CONCESION 030-23
CANTERA LOS ANDES	1122700	1439760		MONTERIA	AGF - 091

Fuente: CVS, 2019.

En todo caso, de forma previa a la construcción del proyecto, se debe revisar y verificar la existencia y vigencia de la respectiva licencia ambiental para aquellas fuentes de material que se elijan como posibles proveedores.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

3.2.5. Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación, construcción y demolición

En el presente EIA, se señala que, para la construcción y montaje de las líneas de transmisión, se descapotarán las áreas de las torres y se intervendrá directamente la franja a utilizar para la instalación de los conductores en los anchos requeridos, donde se hará el despeje de la vegetación existente.

En cuanto a las excavaciones y los rellenos, los volúmenes considerados a realizar varían en función de los métodos de cimentación estimados preliminarmente y el tipo de suelo encontrado. Las excavaciones estimadas por alternativa y los rellenos se señalan a continuación en la Tabla 28:

Tabla 28. Volúmenes estimados de excavaciones y rellenos

# Torres	Excavación ² (m ³)	Relleno (m ³)
38	1680	1176

Fuente: Elaborado por consultor.

Es importante indicar que los valores de los rellenos son significativamente menores a las excavaciones debido a que se refieren a material seleccionado que complementa el trabajo de la cimentación.

En complemento a lo anterior, los volúmenes a disponer serán muy reducidos y no generan la necesidad de adecuar Zonas de Disposición de Material Sobrante de Excavaciones – ZODME, debido a que el material proveniente de excavaciones es seleccionado y empleado para rellenos en el sitio cuando sus condiciones técnicas lo permiten. Por otra parte, el material sobrante o de desecho, por lo general se esparce uniformemente alrededor del sitio de torre y/o en la forma en que se apruebe, sin que obstruya el drenaje natural ni se afecten las áreas adyacentes por causa de su mala disposición, respetando las distancias de rondas hídricas. De igual forma, el material del descapote se podrá utilizar cubriendo adecuadamente el área intervenida para facilitar el proceso de revegetalización en este sitio.

3.2.6. Residuos peligrosos y no peligrosos

Se contempla que durante las distintas etapas del proyecto se generarán diferentes tipos de residuos como efecto secundario de las actividades del proyecto, el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIR) se centrará en la gestión integral de todos los residuos, desde su generación, separación, recolección, transporte y su disposición final. La cantidad de residuos sólidos domésticos se calculó a partir del personal a trabajar en la fase constructiva y lo establecido por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS – 2000-, la generación per cápita por día sería de 47,7Kg. Para esto se establecerán procedimientos y prácticas de separación, almacenamiento temporal y disposición final de los

² El volumen expresado es en consideración de la excavación por torre de 40 m³ descrito en el numeral 3.2.2.2.5

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

residuos de acuerdo a la naturaleza de cada uno y la cantidad de los mismos, todo esto enmarcado en lo establecido en la legislación ambiental vigente. El alcance del PGIR se definirá en el plan de manejo ambiental.

Los residuos peligrosos, de forma paralela y como parte del PGIR, tendrán un manejo especial enmarcado en un Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos RESPEL siendo el alcance de éste será presentado en el plan de manejo ambiental.

3.2.6.1. Sistemas y fuentes de generación de energía en las diferentes fases del proyecto

Para la construcción del proyecto, no se tiene contemplado la utilización de sistemas y fuentes de generación de energía externa. En los casos que los camiones transportadores de concretos (mixer), no puedan acceder a los sitios de torres, se tiene contemplado la utilización de mezcladoras portátiles para la preparación de los concretos. Así mismo, tampoco se tiene contemplado la utilización de este tipo de sistemas y fuentes de generación de energía en la fase de operación.

3.2.7. Costos del Proyecto

Para la construcción de la línea de transmisión y su llegada a la subestación Nueva Montería de Celsia, se proyecta una inversión inicial de \$8.378.420.244, los cuales se describe en la Tabla 29. Los costos de operación se asocian al proyecto de la planta solar PV La Unión con Licencia ambiental otorgada por la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge mediante Resolución No 2-7823 del 4 de febrero de 2021

Tabla 29. Costos de construcción del proyecto.

ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unidad (€)	Total
1	ESTRUCTURAS				
1,1	Torre D1 Tipo Remate con altura de 26.5 m, con 4 patas.	kg	3871,57	2	€ 7.743
1,2	Torre C5 Tipo Deflexión con altura de 36.266 m, con 4 patas.	kg	6484,01	2	€ 12.968
1,3	Torre D3 Tipo Remate con altura de 32.5 m, con 4 patas.	kg	6143,00	2	€ 12.286
1,4	Torre A3 Tipo Suspensión con altura de 26.65 m, con 4 patas.	kg	3398,15	2	€ 6.796
1,5	Torre C3 Tipo Deflexión con altura de 30.266 m, con 4 patas.	kg	4743,41	2	€ 9.487
1,6	Torre A6 Tipo Suspensión con altura de 35.65 m, con 4 patas.	kg	4933,17	2	€ 9.866
1,7	Torre A6 Tipo Suspensión con altura de 35.65 m, con 4 patas.	kg	4933,17	2	€ 9.866
1,8	Torre D4 Tipo Remate con altura de 35.5 m, con 4 patas.	kg	6923,34	2	€ 13.847
1,9	Torre D4 Tipo Remate con altura de 35.5 m, con 4 patas.	kg	6923,34	2	€ 13.847
1,10	Torre A7 Tipo Suspensión con altura de 38.65 m, con 4 patas.	kg	5592,88	2	€ 11.186
1,11	Torre A6 Tipo Suspensión con altura de 35.65 m, con 4 patas.	kg	4933,17	2	€ 9.866
1,12	Torre A7 Tipo Suspensión con altura de 38.65 m, con 4 patas.	kg	5592,88	2	€ 11.186
1,13	Torre A6 Tipo Suspensión con altura de 35.65 m, con 4 patas.	kg	4933,17	2	€ 9.866

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

1,14	Torre A7 Tipo Suspensión con altura de 38.65 m, con 4 patas.	kg	5592,88	2	€ 11.186
1,15	Torre C2 Tipo Deflexión con altura de 27.266 m, con 4 patas.	kg	3876,99	2	€ 7.754
1,16	Torre A6 Tipo Suspensión con altura de 35.65 m, con 4 patas.	kg	4933,17	2	€ 9.866
1,17	Torre A6 Tipo Suspensión con altura de 35.65 m, con 4 patas.	kg	4933,17	2	€ 9.866
1,18	Torre A6 Tipo Suspensión con altura de 35.65 m, con 4 patas.	kg	4933,17	2	€ 9.866
1,19	Torre A6 Tipo Suspensión con altura de 35.65 m, con 4 patas.	kg	4933,17	2	€ 9.866
1,20	Torre A5 Tipo Suspensión con altura de 32.65 m, con 4 patas.	kg	4485,28	2	€ 8.971
1,21	Torre D4 Tipo Remate con altura de 35.5 m, con 4 patas.	kg	6923,34	2	€ 13.847
1,22	Torre C6 Tipo Deflexión con altura de 39.266 m, con 4 patas.	kg	7356,75	2	€ 14.714
1,23	Torre B5 Tipo Deflexión con altura de 38.5 m, con 4 patas.	kg	5869,29	2	€ 11.739
1,24	Torre C4 Tipo Deflexión con altura de 33.266 m, con 4 patas.	kg	5577,83	2	€ 11.156
1,25	Torre C6 Tipo Deflexión con altura de 39.266 m, con 4 patas.	kg	7356,75	2	€ 14.714
1,26	Torre C6+6 Tipo Deflexión con altura de 45.266 m, con 4 patas.	kg	8547,11	2	€ 17.094
1,27	Torre D6+6 Tipo Remate con altura de 44.5 m, con 4 patas.	kg	8547,11	2	€ 17.094
1,28	Torre A6 Tipo Suspensión con altura de 35.65 m, con 4 patas.	kg	4933,17	2	€ 9.866
1,29	Torre D4 Tipo Remate con altura de 35.5 m, con 4 patas.	kg	6923,34	2	€ 13.847
1,30	Torre C6+6 Tipo Deflexión con altura de 45.266 m, con 4 patas.	kg	8547,11	2	€ 17.094
1,31	Torre C6+6 Tipo Deflexión con altura de 45.266 m, con 4 patas.	kg	8547,11	2	€ 17.094
1,32	Torre A6 Tipo Suspensión con altura de 35.65 m, con 4 patas.	kg	4933,17	2	€ 9.866
1,33	Torre D4 Tipo Remate con altura de 35.5 m, con 4 patas.	kg	6923,34	2	€ 13.847
1,34	Marco de Remate con altura de 14 m.	kg	9361,83	2	€ 18.724
1,35	Torre C1 Tipo Deflexión con altura de 24.266 m, con 4 patas.	kg	2998,26	2	€ 5.997
1,36	Torre A3 Tipo Suspensión con altura de 26.65 m, con 4 patas.	kg	3398,15	2	€ 6.796
1,37	Torre C5 Tipo Deflexión con altura de 36.266 m, con 4 patas.	kg	6484,01	2	€ 12.968
1,38	Torre C6 Tipo Deflexión con altura de 39.266 m, con 4 patas.	kg	7356,75	2	€ 14.714
1,39	Torre D6 Tipo Remate con altura de 38.5 m, con 4 patas.	kg	8002,67	2	€ 16.005
					€ 463.360

ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unidad (€)	Total
2	HERRAJES PARA CONDUCTOR				
2,1	Conjunto de suspensión, cadena sencilla, 110 KV, 1 c/f, 795 ACSR	Conjunto	73	306,63	€ 22.384
2,2	Conjunto de tensión, cadena sencilla, 110 KV, 1 c/f, 795 ACSR.	Conjunto	144	316,46	€ 45.570
					€ 67.954
ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unidad (€)	Total



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unidad (€)	Total
3 AISLADORES					
3,1	U120BS "AISLADORES VIDRIO" <i>Incluido en 2.</i>	Pieza	1953	Inc.	
4 CABLE CONDUCTOR					
4,1	Cable 795 ACSR. <i>Incluye tendido.</i>	km	33,30	20,67	€ 688.311
					€ 688.311
ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unidad (€)	Total
5 AMORTIGUADORES					
5,1	Amortiguador para cable conductor, <i>incluye montaje.</i>	Pieza	330	17,56	€ 5.795
5,2	Amortiguador para cable OPGW <i>incluye montaje.</i>	Pieza	110	17,56	€ 1.932
					€ 7.726
ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unidad (€)	Total
6 SISTEMA DE TIERRAS					
6,1	Sistema de puesta a tierra	Conjunto	39	936,87	€ 36.538
					€ 36.538
ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unidad (€)	Total
7 CGFO					
7,1	Conjunto de herrajes de suspensión, para cable de guarda.	Conjunto	16	29,04	€ 465
7,2	Conjunto de herrajes de tensión final, para cable de guarda.	Conjunto	2	29,04	€ 58
7,3	Conjunto de herrajes de tensión pasante, para cable de guarda.	Conjunto	22	119,9	€ 2.638
7,4	Conjunto de herrajes de tensión bajante, para cable de guarda.	Conjunto	1	135,3	€ 135
7,5	Caja de emplame de CDFO a CGFO	Pieza	2		
7,6	Caja de emplame de CGFO a CGFO	Pieza	1		
7,7	Cable de guarda con fibras ópticas integradas (cgfo)	km	11,34	6,16	€ 69.854
					€ 73.150
ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unidad (€)	Total
8 SEÑALIZACION					
8,1	Placas de señalización	Pieza	78	26,49	€ 2.066
					€ 2.066

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unidad (€)	Total
9	SALVAPAJAROS				
9,1	Salvapajaros (INCLUIDO EN EL PMA)	Pieza	---		
ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unidad (€)	Total
10	ENSAYOS DE OBRA				
10,1	Conjunto de ensayos y certificados de calidad para recepción de la obra.	Línea	1	1575	€ 1.575
					€ 1.575
ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unidad (€)	Total
11	MATERIAL CONEXIONADO SET				
11,1	Suministro e instalación de materiales y accesorios para conexión con estructura pórtico de la subestación de conexión.	Línea	1	16.729,13	€ 16.729
					€ 16.729
ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unidad (€)	Total
1	OBRA CIVIL				
1,1	Localización y trazo de estructuras de acuerdo con ingeniería de localización y acondicionamiento de accesos.	Línea	1	17000	€ 17.000
1,2	Construcción de cimentación a base de pilas para tipo Cóndor, a base de concreto. Incluye: cimbra de contacto acabado aparente, equipo y herramienta para su correcta ejecución. Incluye también Excavación, colocación de concreto y nivelación de stub, así como sistema de tierra. Sistema de tierra en optdo. 6.1	Torre	39	198	€ 7.722
					€ 24.722
ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unidad (€)	Total
2	ENSAYOS DE OBRA				
2,1	Montaje de torres con 4 patas cada una, incluye acarreo del almacén a la obra y todo lo necesario para su correcta instalación de acuerdo. Incluye de señalización en las torres donde aplica.	Ton	232	2020	€ 468.640
2,2	Instalación de cable de guarda con fibras ópticas Incluido 7.7.	km	11,34		
2,3	Instalación de cable conductor. Incluido en 4.1.	km	33,30		
2,4	Vestido de estructuras (Se incluyen Bahías).	Torre	41		



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

2,5	Colocación de amortiguadores. <i>Incluido en aptdo. 5.</i>	Pieza	440		
					€ 468.640
ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unidad (€)	Total
3	PRUEBAS PREVIAS A LA ENERGIZACION				
3,1	Instalación y verificación del sistema de puesta a tierra. <i>Incluido en aptdo. 6.1</i>	Torre	39		
ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unidad (€)	Total
4	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA				
4,1	Materiales, accesorios y medidas preventivas en materia de seguridad y salud.	Línea	1		€ 446
4,2	Estudio de seguridad y Salud	Línea	1		€ 9.056
					€ 9.502
ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unidad (€)	Total
5	GESTION DE RESIDUOS				
5,1	Gestión de residuos de la construcción	Línea	1		€ 406
5,2	Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición	Línea	1		
					€ 406
TOTAL PROYECTO EN EURO					€ 1.860.680
TOTAL DE PROYECTO EN PESOS COLOMBIANOS					\$ 8.378.420.244

3.2.8. Cronograma del proyecto

El proyecto contempla una duración de 3 meses en la etapa pre operativa, 6 meses en la etapa constructiva, 30 años en la etapa operativa, y 6 meses en la etapa de desmantelamiento (Tabla 30). A continuación, se presentan cada una de las actividades que se desarrollaran en cada una de las fases del proyecto de la Línea eléctrica del parque solar “La Unión”.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

3.2.9. Organización del proyecto

SOLARPACK está conformado de acuerdo con el siguiente organigrama, sus funciones se relacionan en la en la Figura 41. Es importante indicar que entre las funciones del O&M SOLARPACK, se encuentra las relacionadas con la gestión ambiental y social, que tiene como propósito gestionar acciones conducentes a la valoración de los costos ambientales producidos por las actividades de la organización, coordinar al interior de la organización la divulgación y ejecución de los instrumentos de manejo ambiental, recibir y analizar la preguntas, quejas y reclamos de parte de los actores civiles e institucionales frente al proyecto y reportar la información a los Sistemas de Información Ambiental definido por la normatividad ambiental.

Figura 41. Estructura Organizacional SOLARPACK COLOMBIA S.A.S. E.S.P



Fuente: Elaborado por consultor.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	INFORME TÉCNICO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Versión: 01
	CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Chinú. (2000). *Plan Básico de Ordenamiento territorial del Municipio de Chinú 2000 - 2010*. Acuerdo No. 021 del 28 de diciembre de 2000.
- Alcaldía de Chinú. (2012). *Proceso de revisión y ajuste al PBOT del municipio de Chinú – Departamento de Córdoba 2000-2011*
- Alcaldía de Chinú. (2016). *Plan de Desarrollo - Municipio de Chinú 2016-2019*. Retrieved from <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos PDF/nechiantioquiapd2012-2015.pdf>
- Alcaldía de Chinú. (2016). *Plan de Desarrollo - Municipio de Chinú 2016-2019*. Retrieved from <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos PDF/nechiantioquiapd2012-2015.pdf>
- CORPOMOJANA, CARSUCRE, CSB, CVS y CORANTIOQUIA (2019). *Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Bajo Río San Jorge*. Recuperado en <http://www.corpomojana.gov.co/web2/pomca>.
- CASTILLO, A. M. (2014). *EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA EN LA ABIOTA DE COLOMBIA*. BOGOTÁ, Colombia. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/12054/Proyecto%20Final%20-%20Ambiental.pdf;jsessionid=A37DCC2F37ACA70DCAD1CBBCB52F6CAC?sequence=1>
- DANE (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda. Geovisor de consulta a nivel de referencia de veredas - 2017*. Retried from <https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/territorio/nivel-de-referencia-de-veredas/>
- Echeverry, M. (04 de 09 de 2017). *XATAKA COLOMBIA*. Obtenido de <https://www.xataka.com.co/ecologia-y-naturaleza/entra-en-operacion-la-primera-granja-de-energia-solar-de-colombia>
- IGAC. (2009). *Estudios de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- IGAC, (2018). *bases cartográficas departamentales de Colombia. Formatos y Escalas de Mapas _ Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. Recuperado <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-catastro>
- IGAC, I. G. A. C. (2019). *Formatos y Escalas de Mapas _ Instituto Geográfico Agustín Codazzi*.
- IGAC. (13 de 06 de 2019). *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. Obtenido de <https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/formatos-y-escalas-de-mapas>
- INGEOMINAS. (2004). *Informe Hidrogeológico del Departamento de Córdoba*. Bogotá: INGEOMINAS.
- INVIAS. (15 de 08 de 2014). *Instituto Nacional de Vias*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos-izq/139-documento-tecnicos/1988-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-y-normas-de-ensayo-para-materiales-de-carreteras>
- Masirris, A. (2000). *Decalogo para el funcionamiento del ordenamiento territorial en Colombia*. Santiago de Cali.
- Portafolio. (05 de 12 de 2016). Obtenido de <https://www.portafolio.co/innovacion/energias-renovables-en-colombia-502061>
- Quintana, S. (09 de 03 de 2012). *red de desarrollo sostenible*. Obtenido de <https://rds.org.co/es/novedades/colombia-un-mercado-con-potencial-en-energia-solar>
- Vargas, F. H. (08 de 07 de 2019). *Asuntos: Legales*. Obtenido de <https://www.asuntoslegales.com.co/analisis/felipe-hoyos-vargas-509900/los-incentivos-de-la-ley-1715-de-2014-2604529>