

## Historial del Documento

<b>Versión</b>	<b>Fecha Entrega</b>	<b>Descripción o actualización</b>	<b>Elaborado Por</b>	<b>Revisado por</b>
1.0	25/05/2022	Elaboración del informe	Freddy Tamayo	Adriana Jaramillo
2.0	13/12/2022	Respuesta a observaciones	Andrea Meza	Adriana Jaramillo
3.0	05/01/2023	Actualización del certificado de intersección	Andrea Meza	

© Enrix. El derecho de autor en su totalidad y en cada parte de este documento pertenece a Enrix y no puede ser usado, vendido, transferido, copiado o reproducido en su totalidad o en parte de cualquier manera o forma o en cualquier medio a cualquier persona que no sea por acuerdo con Enrix

Este documento es producido por Enrix únicamente para el beneficio y uso por parte del cliente de acuerdo con los términos del contrato. Enrix no asume y no asumirá ninguna responsabilidad u obligación de ningún tercero derivada de cualquier uso o confianza por parte de terceros en el contenido de este documento.

Página en blanco

## Tabla de Contenido

<b>7</b>	<b>Descripción del Proyecto .....</b>	<b>7-1</b>
7.1	Resumen Ejecutivo.....	7-1
7.2	Ubicación Geográfica .....	7-1
7.3	Definición del Área de Influencia.....	7-9
7.4	Características Técnicas del Proyecto .....	7-10
7.4.1	Subestación Reductora CPF .....	7-10
7.4.2	Línea de Transmisión 138 kV Subestación Eléctrica Puyo – Subestación Reductora CPF .....	7-20
7.4.3	Adecuación de Accesos.....	7-68
7.4.4	Instalación de campamentos .....	7-69
7.5	Fase de Construcción .....	7-69
7.5.1	Subestación Reductora CPF .....	7-69
7.5.2	Línea de Transmisión Subestación Reductora CPF – Subestación Eléctrica Puyo .....	7-73
7.5.3	Adecuación de Accesos.....	7-88
7.6	Fase de Operación .....	7-89
7.6.1	Subestación Reductora CPF .....	7-89
7.6.2	Línea de Transmisión Subestación Reductora CPF – Subestación Eléctrica Puyo .....	7-89
7.6.3	Mantenimiento de la Línea de Transmisión .....	7-90
7.7	Fase de Cierre y Abandono .....	7-90
7.7.1	Desmontaje de Conductores .....	7-90
7.7.2	Desmontaje de los Apoyos .....	7-91
7.7.3	Demolición de Cimentaciones .....	7-91
7.8	Ciclo de Vida del Proyecto .....	7-91
7.9	Personal Requerido para el Desarrollo del Proyecto .....	7-91
7.10	Insumos, Materiales, Equipos y Maquinaria .....	7-92
7.10.1	Subestación Reductora CPF .....	7-93
7.10.2	Línea de Transmisión Eléctrica 138 kV .....	7-95
7.11	Tratamiento y Disposición de Desechos .....	7-98
7.11.1	Desechos No Peligrosos.....	7-101
7.11.2	Desechos Peligrosos .....	7-102
7.12	Cronograma de Actividades del Proyecto .....	7-103

## Tablas

Tabla 7-1	Ubicación Político – Administrativa del Proyecto.....	7-1
Tabla 7-2	Ubicación de la Subestación Reductora CPF .....	7-3
Tabla 7-3	Ubicación de la Línea de Transmisión Subestación Reductora CPF – Subestación Eléctrica Puyo .....	7-3

Tabla 7-4	Ubicación de Torres/Postes de la Línea de Transmisión Subestación Reductora CPF – Subestación Eléctrica Puyo .....	7-5
Tabla 7-5	Ubicación de Vértices de la Línea de Transmisión Subestación Reductora CPF – Subestación Eléctrica Puyo .....	7-8
Tabla 7-6	Parámetros de la Ingeniería Conceptual de la SE CPF .....	7-11
Tabla 7-7	Diseño de Iluminación de la Subestación Reductora CPF .....	7-16
Tabla 7-8	Normas Aplicables para el Dimensionamiento del Transformador .....	7-18
Tabla 7-9	Normas Aplicables de Diseño Electromecánico .....	7-19
Tabla 7-10	Características Técnicas Principales de la Línea de Transmisión Eléctrica 138 kV .....	7-20
Tabla 7-11	Características de Conductores de Fase.....	7-21
Tabla 7-12	Características de Cable de Fibra Óptica OPGW .....	7-21
Tabla 7-13	Características de las Estructuras de la Línea de Transmisión de 138 kV .....	7-22
Tabla 7-14	Factor de Seguridad de Diseño de Estructuras de Soporte .....	7-26
Tabla 7-15	Distancias de Seguridad Vertical y Horizontal .....	7-27
Tabla 7-16	Normas Aplicables para Estructuras.....	7-27
Tabla 7-17	Marcaje y Codificación de Estructuras.....	7-30
Tabla 7-18	Selección y Número de Muestra .....	7-31
Tabla 7-19	Resistencia de Materiales de Acero Estructural .....	7-33
Tabla 7-20	Espesor de Materiales .....	7-33
Tabla 7-21	Esbelteces Máximas de Materiales .....	7-33
Tabla 7-22	Dureza de Pernos .....	7-34
Tabla 7-23	Dimensionamiento de los Miembros.....	7-34
Tabla 7-24	Requerimientos de Miembros y Pernos.....	7-34
Tabla 7-25	Espaciamiento Mínimo entre Pernos .....	7-35
Tabla 7-26	Distancia Mínima al Filo del Miembro .....	7-35
Tabla 7-27	Códigos y normas para el diseño y fabricación de postes .....	7-37
Tabla 7-28	Conductor ACAR AI Kcmil .....	7-42
Tabla 7-29	Características Conductor ACAR AI Kcmil .....	7-43
Tabla 7-30	Sub-Ensamblaje “A” .....	7-45
Tabla 7-31	Sub-Ensamblaje “P” .....	7-45
Tabla 7-32	Sub-Ensamblaje “S” .....	7-46
Tabla 7-33	Sub-Ensamblaje “D” .....	7-46
Tabla 7-34	Sub-Ensamblaje “C” .....	7-47
Tabla 7-35	Información Meteorológica del Tramo de la Línea de Transmisión.....	7-58
Tabla 7-36	Entrada de Datos al Programa en Excel para-ACAR 500 .....	7-59
Tabla 7-37	Entrada de datos al programa en Excel para OPGW.....	7-59
Tabla 7-38	Cálculo para conductor ACAR 500 (componente rural) .....	7-60

Tabla 7-39	Cálculo para conductor ACAR 500 (componente urbano) .....	7-61
Tabla 7-40	Cálculo para Hilo de guarda OPGW (componente rural) .....	7-62
Tabla 7-41	Cálculo para Hilo de guarda OPGW (componente urbano) .....	7-63
Tabla 7-42	Puntos de inicio y fin de los accesos temporales .....	7-89
Tabla 7-43	Personal Requerido para el Desarrollo del Proyecto.....	7-91
Tabla 7-44	Equipos y Maquinara .....	7-92
Tabla 7-45	Insumos y Materiales .....	7-93
Tabla 7-46	Listado de Equipos – Subestación Reductora CPF.....	7-94
Tabla 7-47	Listado de Maquinaria – Subestación Reductora CPF.....	7-95
Tabla 7-48	Listado de Insumos y Materiales – Línea de Transmisión Eléctrica.....	7-96
Tabla 7-49	Listado de Maquinaria – Línea de Transmisión Eléctrica .....	7-98
Tabla 7-50	Clasificación de Desechos No Peligrosos .....	7-101
Tabla 7-51	Clasificación de Desechos Peligrosos .....	7-102

## Figuras

Figura 7-1	Diseño de la Subestación Reductora CPF .....	7-11
Figura 7-2	Ancho de las Franjas de Servidumbre.....	7-26
Figura 7-3	Composición Química del Zinc de Galvanizado .....	7-31
Figura 7-4	Composición Química del Zinc de Galvanizado .....	7-32
Figura 7-5	Diámetro Alambres de Aluminio .....	7-42
Figura 7-6	Características del Cable de Fibra Óptica .....	7-51
Figura 7-7	Referencia de conjunto de amarre pasante de OPGW para ser instalado en los 2 extremos de la torre .....	7-52
Figura 7-8	Referencia de conjunto de amarre bajante de OPGW para ser instalado en los 2 extremos de la torre .....	7-52
Figura 7-9	Referencia de herraje de suspensión para instalar en el vértice de la torre .....	7-53
Figura 7-10	Referencia de cruceta para escolta o reserva de cable OPGW .....	7-54
Figura 7-11	Referencia de grapa de bajada para OPGW .....	7-55
Figura 7-12	Referencia de amortiguador tipo espiral para OPGW .....	7-56
Figura 7-13	Cadena de retención “sub-ensamblaje A” .....	7-65
Figura 7-14	Cadena de suspensión “sub-ensamblaje S” .....	7-65
Figura 7-15	Cimentación tipo cilindro para torres” .....	7-67
Figura 7-16	Cimentación tipo monobloque para poste .....	7-67
Figura 7-17	Ubicación de pórticos-provisionales .....	7-81
Figura 7-18	Colocación de poleas de tendido.....	7-82
Figura 7-19	Distancia de seguridad pórtico-equipos de tendido.....	7-82
Figura 7-20	Distancia de seguridad equipos de tendido-bobina de cable.....	7-83

Página en blanco

## 7 Descripción del Proyecto

### 7.1 Resumen Ejecutivo

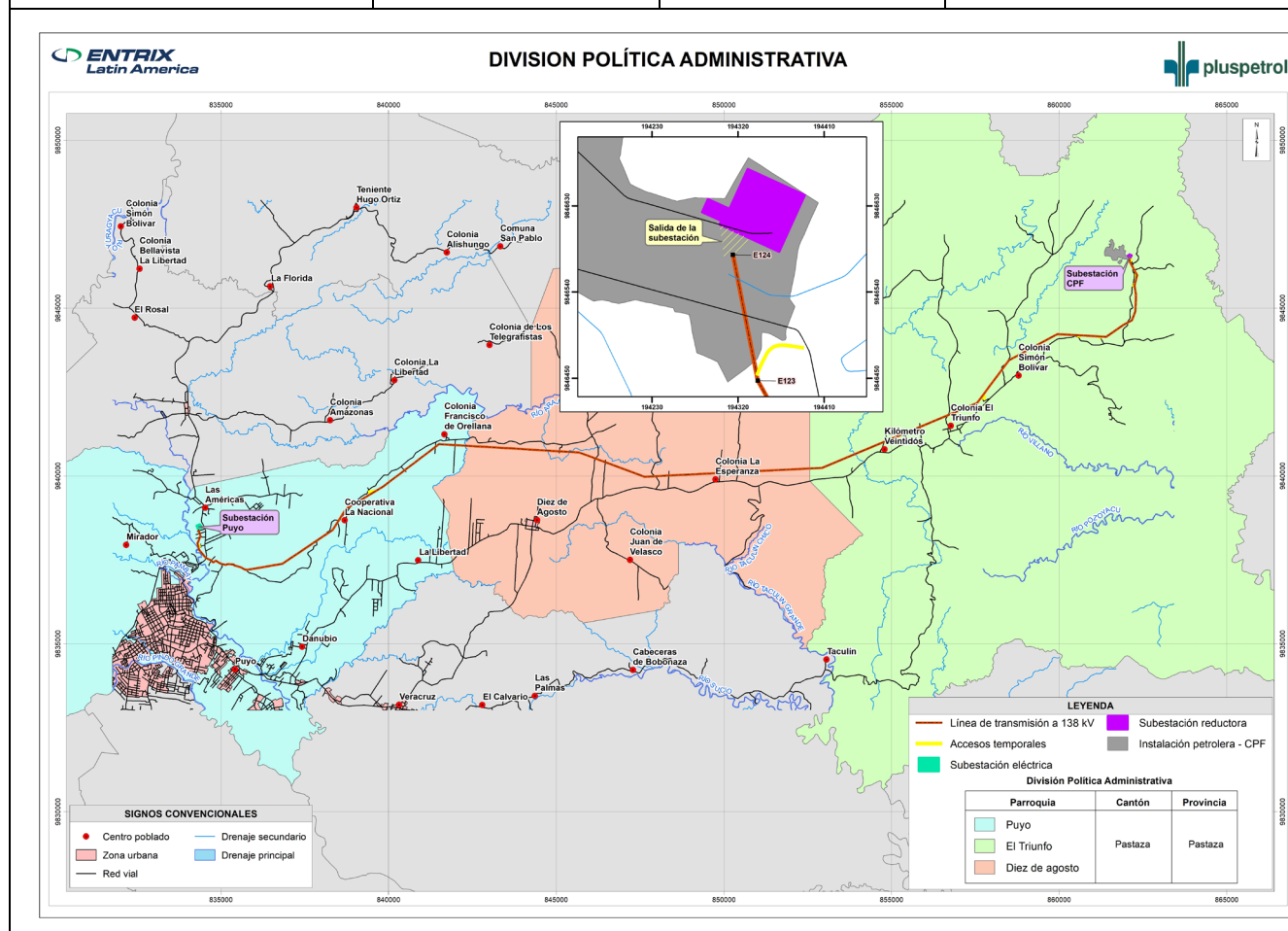
El resumen ejecutivo, se presenta como parte de los anexos del presente estudio de impacto ambiental (Anexo I.- Resumen Ejecutivo).

### 7.2 Ubicación Geográfica

De acuerdo con la división político – administrativa, el área determinada para la construcción de la subestación reductora en la Facilidad Central de Procesamiento (CPF) y la línea de transmisión de 138 kV desde el CPF hasta la Subestación Eléctrica Puyo operada por CELEC EP, se desarrolla en las parroquias El Triunfo, Diez de Agosto y El Puyo, pertenecientes al cantón Pastaza, en la provincia de Pastaza como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 7-1 Ubicación Político – Administrativa del Proyecto

Infraestructura	Provincia	Cantón	Parroquia
Subestación Reductora CPF Línea de Transmisión 138 kV CPF – SE Puyo.	Pastaza	Pastaza	El Triunfo
			Diez de Agosto
			El Puyo



Elaboración: Entrix, noviembre 2022

Bajo lo dispuesto en el Código Orgánico del Ambiente y en su Reglamento, Pluspetrol Ecuador B.V., desarrolla la ejecución del “Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para el Proyecto de Optimización de Matriz Energética, Construcción de la Subestación Reductora CPF y Línea de Transmisión CPF – SE Puyo.”, mismo que ha sido registrado en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA), con código: MAATE-RA-2022-438047.

Pluspetrol Ecuador B.V., actualiza el Certificado de Intersección emitido por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), a través del SUIA, mediante oficio MAATE-SUIA-RA-DZDCH-2023-00001 con fecha 05 de enero de 2023 (Anexo A.- Documentos Oficiales, A.1.- Certificado de Intersección), donde se indica que el proyecto no interseca con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Patrimonio Forestal Nacional y Zonas Intangibles y Categorización Ambiental.

A continuación, se detalla la infraestructura a ser implementada en el proyecto:



**Tabla 7-2 Ubicación de la Subestación Reductora CPF**

Infraestructura	Área (ha)	Coordenadas WGS 84 Zona 18 Sur		Parroquia
		Este (m)	Norte (m)	
Subestación Reductora CPF	0,47	194288,61	9846637,07	El Triunfo
		194311,02	9846626,85	
		194330,06	9846668,54	
		194389,92	9846641,21	
		194362,92	9846582,08	
		194300,71	9846610,48	
		194302,47	9846614,35	
		194282,42	9846623,50	
		194288,61	9846637,07	

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

**Tabla 7-3 Ubicación de la Línea de Transmisión Subestación Reductora CPF – Subestación Eléctrica Puyo**

Infraestructura	Longitud (km)	*Ancho (m)	Área (ha)	Coordenadas WGS 84 Zona 18Sur				Parroquia	Cantón	Provincia	Área (ha)	
				Inicio - Puyo		Fin - CPF						
				Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)					
LT SE CPF - SE Puyo	33,448	20	66,95	166590,62	9838409,03	194314,74	9846578,84	Puyo	Pastaza	Pastaza	20,19	
								Diez Agosto	de	Pastaza	Pastaza	20,83
								El Triunfo		Pastaza	Pastaza	25,93

Para determinar el área de la LT, se considera el ancho de la franja de servidumbre, la longitud de la LT, misma que corresponde a 66,89 ha y el área que corresponde a la salida de LT en la subestación reductora CPF, la cual corresponde a 0,06 ha.

\* Determinado conforme Resolución Nro. ARCONEL-018/18, "Franjas de servidumbre en líneas del servicio de energía eléctrica y distancias de seguridad entre las redes eléctricas y edificaciones", abril 2018

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, noviembre 2022

Página en blanco

**Tabla 7-4 Ubicación de Torres/Postes de la Línea de Transmisión Subestación Reductora CPF – Subestación Eléctrica Puyo**

Torre	Abscisa	Cota	Coordenadas WGS 84 Zona 18 Sur	
			Este (m)	Norte (m)
E1/V1	0,00	973,10	166590,63	9838409,03
E2/V2	208,55	967,58	166653,94	9838210,33
E3/V3	447,59	967,34	166562,99	9837989,26
E4/V4	637,22	964,63	166629,26	9837835,19
E5/V5	925,96	969,10	166792,82	9837581,81
E6/V6	969,26	970,49	166843,30	9837549,74
E7	1044,43	971,54	166903,42	9837520,15
E8/V7	1125,35	971,02	166968,14	9837488,30
E9/V8	1195,26	970,03	167018,80	9837440,24
E10/V9	1223,45	969,75	167044,98	9837431,15
E11/V10	1302,72	969,01	167108,02	9837479,22
E12/V11	1466,89	954,27	167223,89	9837412,31
E13/V12	1634,95	955,95	167403,79	9837352,82
E14/V13	1685,63	960,26	167460,82	9837375,78
E15/V14	1729,48	961,84	167496,68	9837379,75
E16/V15	1871,75	959,37	167626,49	9837364,92
E17/V16	1911,89	958,73	167675,01	9837334,62
E18/V17	1943,09	954,82	167762,08	9837315,14
E19/V18	2105,81	962,47	167889,12	9837276,71
E20/V19	2240,88	968,00	167973,52	9837217,81
E21/V20	2310,40	966,47	168044,02	9837207,05
E22	2718,44	973,07	168445,89	9837277,77
E23	3072,34	971,37	168794,43	9837339,11
E24/V21	3380,65	977,89	169098,08	9837392,54
E25	3664,29	981,03	169328,19	9837559,18
E26	4003,72	980,99	169598,51	9837754,94
E27	4239,86	980,46	169762,81	9837873,92
E28/V22	4528,75	987,11	170034,64	9838070,76
E29/V23	4798,90	985,13	170286,08	9838167,48
E30/V24	5183,20	987,56	170591,51	9838401,91
E31	5481,91	990,23	170751,72	9838654,03
E32/V25	5930,47	985,93	170992,30	9839032,61
E33/V26	6297,79	990,58	171315,48	9839207,23
E34	6629,29	991,70	171596,35	9839384,61
E35	6946,48	996,22	171864,22	9839553,79

Torre	Abscisa	Cota	Coordenadas WGS 84 Zona 18 Sur	
			Este (m)	Norte (m)
E36/V27	7225,26	998,06	172100,16	9839702,79
E37	7534,52	991,53	172345,94	9839890,49
E38	7881,53	999,46	172621,73	9840101,09
E39	8100,26	1014,24	172795,57	9840233,86
E40	8395,23	1009,48	173029,99	9840412,88
E41	8581,92	1006,59	173178,37	9840526,19
E42	8934,88	1003,17	173458,88	9840740,42
E43/V28	9308,59	1005,03	173755,89	9840967,23
E44	9647,03	1005,55	174093,80	9840948,19
E45	10025,51	1003,06	174471,67	9840926,89
E46	10415,46	998,65	174861,00	9840904,95
E47	10731,01	1000,76	175176,06	9840887,19
E48	11006,94	1003,50	175451,54	9840871,66
E49	11203,62	1003,34	175647,91	9840860,60
E50	11444,89	1008,05	175888,80	9840847,02
E51	11778,79	1002,57	176222,18	9840828,23
E52	12074,86	995,68	176517,77	9840811,57
E53	12345,38	999,23	176787,87	9840796,35
E54	12788,88	1004,57	177230,67	9840771,39
E55	13045,94	1003,55	177487,32	9840756,93
E56/V29	13496,46	1014,17	177937,12	9840731,58
E57	13847,58	1015,36	178266,51	9840609,98
E58	14135,66	1016,38	178536,77	9840510,22
E59	14394,13	1010,75	178779,25	9840420,71
E60	14747,14	1021,26	179132,37	9840290,35
E61	15178,57	1020,62	179515,15	9840149,05
E62/V30	15576,63	1020,41	179888,58	9840011,20
E63	15885,05	1023,77	180196,57	9840027,46
E64	16139,97	1023,45	180451,13	9840040,89
E65	16466,35	1034,20	180777,06	9840058,11
E66	16787,61	1031,68	181097,87	9840075,04
E67	17037,53	1029,99	181347,44	9840088,22
E68	17375,19	1032,37	181684,64	9840106,02
E69	17635,96	1029,19	181945,04	9840119,77
E70	17952,85	1036,78	182261,49	9840136,48
E71	18285,63	1038,84	182593,80	9840154,02
E72	18525,48	1040,95	182833,32	9840166,67

Torre	Abscisa	Cota	Coordenadas WGS 84 Zona 18 Sur	
			Este (m)	Norte (m)
E73	18837,29	1042,30	183144,70	9840183,11
E74	19155,38	1044,99	183462,34	9840199,88
E75	19459,82	1042,85	183766,36	9840215,93
E76	19685,25	1047,20	183991,49	9840227,81
E77	19902,49	1050,38	184208,42	9840239,27
E78	20134,31	1050,56	184439,92	9840251,49
E79	20381,11	1052,25	184686,38	9840264,50
E80	20619,19	1053,79	184924,13	9840277,05
E81/V31	20873,05	1053,86	185177,63	9840290,44
E82	21181,81	1049,61	185462,23	9840410,16
E83	21498,11	1056,21	185753,79	9840532,80
E84	21859,62	1057,90	186087,02	9840672,98
E85	22151,73	1061,86	186356,27	9840786,24
E86	22320,52	1064,88	186511,85	9840851,69
E87	22622,85	1065,99	186790,53	9840968,92
E88	23069,91	1061,84	187202,62	9841142,27
E89	23311,74	1056,05	187425,53	9841236,04
E90	23698,30	1065,23	187781,85	9841385,92
E91	23893,62	1070,25	187961,89	9841461,66
E92	24106,86	1068,52	188158,44	9841544,34
E93	24506,45	1068,33	188526,78	9841699,28
E94	24777,15	1066,50	188776,29	9841804,24
E95	25017,60	1061,22	188997,94	9841897,48
E96	25327,80	1067,88	189283,87	9842017,76
E97	25672,32	1067,74	189601,42	9842151,34
E98/V32	25882,38	1065,87	189795,06	9842232,79
E99	26174,51	1074,01	189969,37	9842467,22
E100	26525,18	1065,41	190178,62	9842748,62
E101	26908,55	1074,48	190407,38	9843056,25
E102	27231,22	1074,48	190599,92	9843315,19
E103/V33	27470,03	1067,71	190742,42	9843506,82
E104	27768,74	1066,57	191004,69	9843649,78
E105	28036,02	1052,55	191239,38	9843777,71
E106	28298,07	1061,50	191469,46	9843903,12
E107	28604,49	1063,82	191738,51	9844049,77
E108	28920,56	1065,35	192016,03	9844201,05
E109/V34	29107,61	1065,09	192180,27	9844290,57

Proyecto No 10490408

Torre	Abscisa	Cota	Coordenadas WGS 84 Zona 18 Sur	
			Este (m)	Norte (m)
E110	29274,71	1065,39	192347,14	9844281,88
E111	29638,63	1070,07	192710,57	9844262,95
E112	30026,25	1088,82	193097,66	9844242,79
E113	30374,07	1103,92	193445,01	9844224,71
E114/V35	30571,04	1105,06	193641,72	9844214,47
E115	30955,24	1103,12	193957,25	9844433,66
E116/V36	31188,22	1103,93	194148,59	9844566,59
E117/V37	31482,72	1091,02	194408,00	9844706,01
E118/V38	31775,93	1105,92	194511,49	9844980,34
E119/V39	32152,49	1092,87	194523,75	9845356,70
E120/V40	32279,80	1097,19	194526,38	9845483,98
E121/V41	32537,80	1082,94	194482,04	9845738,14
E122/V42	32866,42	1067,45	194560,21	9846057,33
E123/V43	33313,98	1060,23	194340,66	9846447,34
E124/V44	33448,01	1048,50	194314,65	9846579,26

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, diciembre 2022

**Tabla 7-5 Ubicación de Vértices de la Línea de Transmisión Subestación Reductora CPF – Subestación Eléctrica Puyo**

Vértice	Abscisa	Cota	Coordenadas WGS 84 Zona 18 Sur	
			Este (m)	Norte (m)
V1/E1	0,00	973,10	166590,63	9838409,03
V2/E2	208,55	967,58	166653,94	9838210,33
V3/E3	447,59	967,34	166562,99	9837989,26
V4/E4	637,22	964,63	166629,26	9837835,19
V5/E5	925,96	969,10	166792,82	9837581,81
V6/E6	969,26	970,49	166843,30	9837549,74
V7/E8	1125,35	971,02	166968,14	9837488,30
V8/E9	1195,26	970,03	167018,80	9837440,24
V9/E10	1223,45	969,75	167044,98	9837431,15
V10/E11	1302,72	969,01	167108,02	9837479,22
V11/E12	1466,89	954,27	167223,89	9837412,31
V12/E13	1634,95	955,95	167403,79	9837352,82
V13/E14	1685,63	960,26	167460,82	9837375,78
V14/E15	1729,48	961,84	167496,68	9837379,75
V15/E16	1871,75	959,37	167626,49	9837364,92
V16/E17	1911,89	958,73	167675,01	9837334,62

Vértice	Abscisa	Cota	Coordenadas WGS 84 Zona 18 Sur	
			Este (m)	Norte (m)
V17/E18	1943,09	954,82	167762,08	9837315,14
V18/E19	2105,81	962,47	167889,12	9837276,71
V19/E20	2240,88	968,00	167973,52	9837217,81
V20/E21	2310,40	966,47	168044,02	9837207,05
V21/E24	3380,65	977,89	169098,08	9837392,54
V22/E28	4528,75	987,11	170034,64	9838070,76
V23/E29	4798,90	985,13	170286,08	9838167,48
V24/E30	5183,20	987,56	170591,51	9838401,91
V25/E32	5930,47	985,93	170992,30	9839032,61
V26/E33	6297,79	990,58	171315,48	9839207,23
V27/E36	7225,26	998,06	172100,16	9839702,79
V28/E43	9308,59	1005,03	173755,89	9840967,23
V29/E56	13496,46	1014,17	177937,12	9840731,58
V30/E62	15576,63	1020,41	179888,58	9840011,20
V31/E81	20873,05	1053,86	185177,63	9840290,44
V32/E98	25882,38	1065,87	189795,06	9842232,79
V33/E103	27470,03	1067,71	190742,42	9843506,82
V34/E109	29107,61	1065,09	192180,27	9844290,57
V35/E114	30571,04	1105,06	193641,72	9844214,47
V36/E116	31188,22	1103,93	194148,59	9844566,59
V37/E117	31482,72	1091,02	194408,00	9844706,01
V38/E118	31775,93	1105,92	194511,49	9844980,34
V39/E119	32152,49	1092,87	194523,75	9845356,70
V40/E120	32279,80	1097,19	194526,38	9845483,98
V41/E121	32537,80	1082,94	194482,04	9845738,14
V42/E122	32866,42	1067,45	194560,21	9846057,33
V43/E123	33313,98	1060,23	194340,66	9846447,34
V44/E124	33448,01	1048,50	194314,65	9846579,26

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, diciembre 2022

### 7.3 Definición del Área de Influencia

En el Capítulo 9 del presente estudio, se analizan de manera detallada, la determinación y definición de las áreas de influencia, tanto directas como indirectas del proyecto, así como la metodología implementada para su determinación.

## **7.4 Características Técnicas del Proyecto**

### **7.4.1 Subestación Reductora CPF**

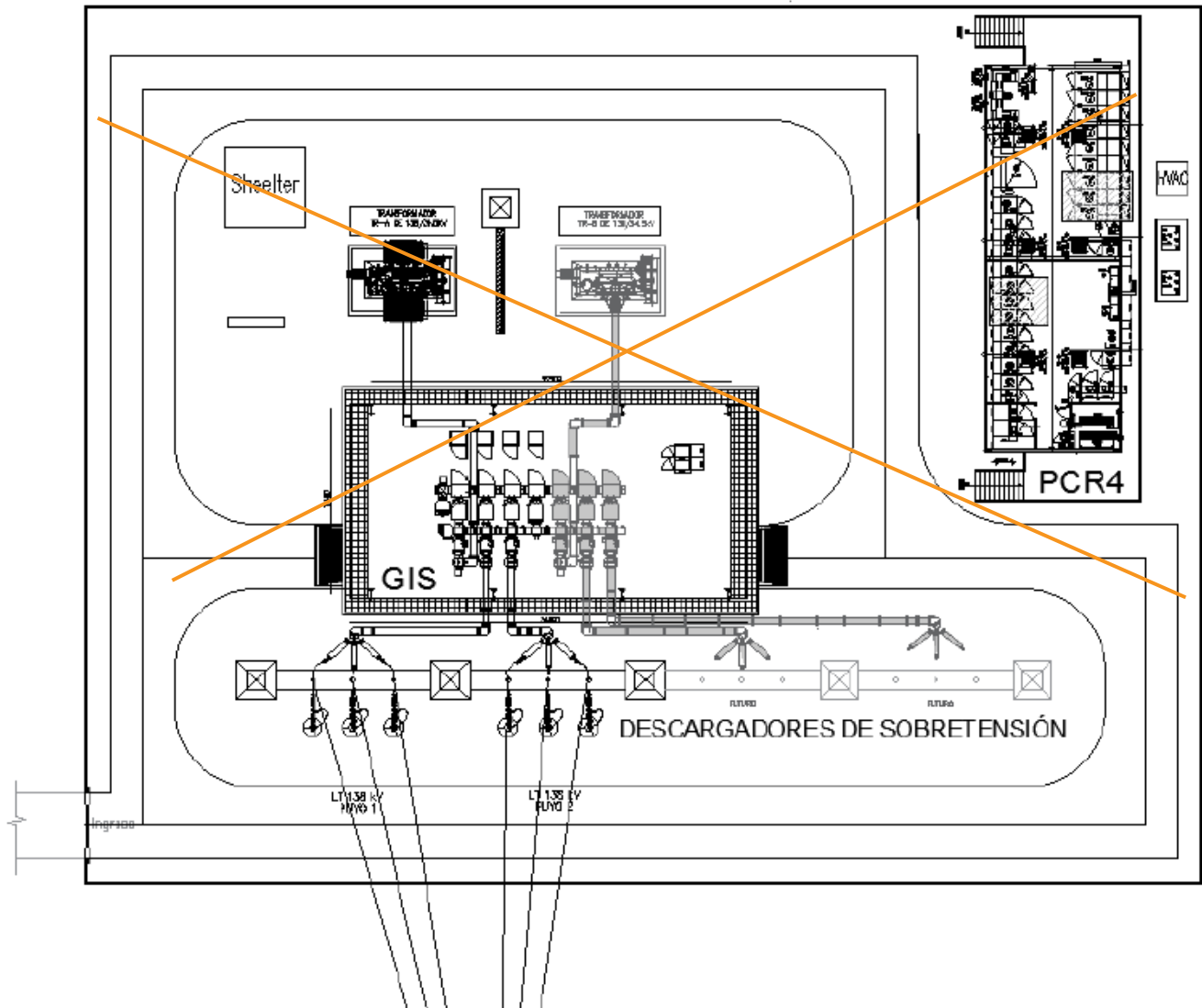
La subestación reductora tendrá una capacidad de 138/34,5 kV, misma que ocupará un área de 0,466 ha dentro de la facilidad existente, misma que corresponde a la Facilidad Central de Procesamiento (CPF) del Bloque 10 operado por PLUSPETROL ECUADOR B.V.

El alcance de la construcción e instalación de infraestructura de la subestación contempla lo siguiente:

- > Patio de 138 kV: Esquema de Barra Principal y Barra de Transferencia Aislada en SF6:
  - Dos (2) posiciones GIS de línea de transmisión a 138 kV (Puyo 1 y Puyo 2).
  - Una (1) posición GIS de transformación 138/34,5 kV, 37/40 MVA, KNAN/KNAF.
  - Una (1) posición GIS de transferencia.
  - Una (1) posición GIS de transformación futura 138/34,5 kV, 37/40 MVA, KNAN/KNAF.
  - Dos (2) posiciones GIS de línea de transmisión futuras a 138 kV (Villano 1 y Villano 2).
- > Cuarto para celdas de 34,5 kV: Esquema de Barra Simple: Las celdas serán de tipo METALCLAD, con interruptores en vacío o SF6.
  - Una (1) celda de 34,5 kV para medición.
  - Una (1) celda de transformación 34,5kV/138 kV
  - Tres (4) celdas de 34,5 kV para líneas de distribución.
  - Una (1) celda de transformación 34,5kV/138 kV futura.
  - Una (2)-celda de 34,5 kV para la línea de distribución futura.
- > Instalación del transformador de 138/34,5 kV, 37/40 MVA, KNAN/KNAF.
- > Construcción de la casa de control y caseta GIS de 138 kV.
- > Sistema de puesta a tierra será aterrizado con resistencia, de acuerdo con las prácticas de TRANSELECTRIC.
- > Sistema de apantallamiento para protección contra descargas atmosféricas mediante cables de guarda de acero galvanizado y mástiles sobre las columnas metálicas.
- > Sistema de supervisión, monitoreo, protección, control y automatización, e integración con la Subestación Eléctrica Puyo.
- > Sistema de servicios auxiliares de corriente alterna y continua, incluye iluminación y tomas interiores y exteriores, sistema de energía de fuente segura para respaldo de AC/DC
- > Sistema de telecomunicaciones por fibra óptica
- > Sistema contra incendios

Es importante mencionar que el diseño en general de la subestación reductora, así como la instalación de equipos serán sismoresistente, reduciendo así la potencial materialización de los riesgos asociados a este fenómeno natural.





**Figura 7-1 Diseño de la Subestación Reductora CPF**

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Dentro de los parámetros de diseño de la subestación reductora CPF, conforme la ingeniería conceptual se detalla a continuación:

**Tabla 7-6 Parámetros de la Ingeniería Conceptual de la SE CPF**

Descripción	Unidad	Nivel de Tensión (kV)	
Voltaje nominal	kV	138	34,5
Frecuencia nominal	Hz	60	60
Esquema de barras		Barra principal y barra de transferencia	Barra simple
Voltaje máximo para los equipos (r.m.s.)	kV	145	36
Sobrevoltaje de disrupción estándar debido a frecuencia industrial (r.m.s.)	kV	275	70

Descripción	Unidad	Nivel de Tensión (kV)	
Sobrevoltaje de disrupción ante impulsos del tipo rayo (aislamiento interno)	kV	650	200
Tipo de puesta a tierra		Sólidamente puesto a tierra	Con resistencia de puesta a tierra
Nivel de contaminación ambiental (IEC 60815)		Polución Nivel III - Medio	Nivel III – Medio

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

La subestación reductora CPF necesariamente deberá ser diseñada y construida bajo las especificaciones y lineamientos actuales de TRANSELECTRIC, por lo cual deberá ceñirse a las normas vigentes, a las normas nacionales como por ejemplo INEN, así como las de carácter internacional como son: IEC, ANSI/IEEE, entre otras.

#### 7.4.1.1 Equipamiento Preliminar y Especificaciones Básicas

##### 7.4.1.1.1 Equipo de Transformación

El equipo de transformación es de tipo trifásico, voltaje en primario de 138 kV, secundario de 34,5 kV, los cuales potencian en los devanados de primario y secundario 37/40 MVA, KNAN/KNAF, con OLTC de +/-10x725%–en 34,5 kV, y LTC +/-2x2.5% en 138 kV, aislado con aceite vegetal, o mineral con soportes para pararrayos de Óxido de Zinc en cada fase de los lados primario y secundario. Adicionalmente, la subestación reductora tiene una proyección de instalar otro transformador de iguales características en el futuro, en caso de que la operación lo requiera.

El transformador estará provisto de pararrayos para protección en el lado primario y secundario, como se detalla a continuación:

- > Pararrayos de Óxido de Zinc, Ur= 162 kV, tipo estación de 10 kA, instalado en lado primario del transformador principal, con contador de descargas, sin estructura de soporte y con conector terminal para conductor desnudo de aluminio.
- > Pararrayos de Óxido de Zinc, Ur= 36 kV, tipo estación de 10 kA, instalado en lado secundario del transformador principal, con contador de descargas, sin estructura de soporte y con conector terminal para conductor desnudo de aluminio.

##### 7.4.1.1.2 Equipo de Patio de 138 kV

El patio de 138 kV estará constituido por una subestación aislada en SF6 (GIS) en esquema barra principal y barra de transferencia, con disponibilidad de las siguientes bahías y la capacidad para ser ampliada en el futuro (dos bahías de línea y una de transformación).

- > Dos (2) bahía de línea, configuración barra principal y barra de transferencia 138 kV, encapsulada en gas SF6, Icc=31,5 kA, Corriente nominal de barra 1200 A, corriente de derivación 1200 A.
- > Una (1) bahía de transformador, configuración barra principal y barra de transferencia 138 kV, encapsulada en gas SF6, Icc=31,5 kA, Corriente nominal de barra 1200 A, corriente de derivación 1200 A.
- > Una (1) bahía de transferencia, configuración barra principal y barra de transferencia 138 kV, encapsulada en gas SF6, Icc=31,5 kA, Corriente nominal de barra 1200 A, corriente de derivación 1200 A.
- > Una (1) bahía de medida, configuración barra principal y barra de transferencia 138 kV, encapsulada en gas SF6, Icc=31,5 kA, Corriente nominal de barra 1200 A, corriente de derivación 1200 A.
- > Unidad móvil de recuperación y de mantenimiento para el gas SF6.

Además, el patio de 138 kV está formado por los siguientes componentes:

- > Estructuras metálicas para pórticos de líneas

- > Seis (6) pararrayos de Óxido de Zinc, Ur= 162 kV, tipo estación de 10 kA, con estructura soporte, con contador de descargas.

#### **7.4.1.1.3 Equipo de Patio de 34,5 kV**

Los equipos de 34,5 kV serán ubicados en la casa de control, en la “Sala de celdas de 34,5 kV”, este patio estará conformado por tableros tipo METALCLAD, con disyuntores de 34,5 kV aislados en vacío o SF6, distribuidas como se menciona a continuación:

- > Una (1) celda de 34,5 kV para medición, 31,5 kA/1s para corte en caso de corrientes de cortocircuito, BIL=200 kV.
- > Una (1) celda de 34,5 kV para bahía de transformador, 31,5 kA/1s para corte en caso de corrientes de cortocircuito, BIL=200 kV.
- > Tres (4) celdas de 34,5 kV para línea, 31,5 kA/1s para corte en caso de corrientes de cortocircuito, BIL=200 kV.

#### **7.4.1.1.4 Equipamiento en Casa de Control – PCR4**

La casa de control estará diseñada con las siguientes áreas:

- > Sala de celdas de 34,5 kV
- > Sala de tableros de protección y control y SSAA: Donde se instalarán:
  - Siete (7) tableros de protección y control de 138 kV: dos bahías de línea, una bahía de transformación, una bahía de transferencia (4 bahías actuales), y dos bahías de línea y una bahía de transformación (3 bahías futuras).
  - Siete (7) tableros de protección y control de 34,5 kV: dos bahías de línea de distribución, una bahía de transformación, una bahía de medición (4 bahías actuales), y una bahía de línea de distribución y una bahía de transformación (2 bahías futuras).
  - Un (1) cargador de baterías de 125 Vcc
  - Un (1) cargador de baterías de 24 Vcc
  - Un (1) tablero de distribución de corriente alterna, tipo MCC con transferencia automática de dos fuentes.
  - Un (1) tablero de distribución de corriente continua, tipo MCC.
- > Cuarto de baterías: Donde se instalarán los bancos de baterías de 125 Vcc y de 24 Vcc.
- > Sala de comunicaciones: Donde se ubicarán los tableros de comunicaciones.
- > Sala de control – PCR4

#### **7.4.1.1.5 Sistemas de Puesta a Tierra**

La malla de tierra se instalará en coordinación con el área eléctrica y del área civil, para lo cual, en la siguiente etapa de diseño realizará la medición de resistividad del terreno. El diseño garantizará una baja resistencia, menor a 1 ohm así como voltajes de paso y de contacto tolerables para el personal.

#### **7.4.1.1.6 Sistemas de Servicios Auxiliares**

Para la alimentación de servicios auxiliares se dispondrá de un transformador tipo pedestal con una capacidad estimada de 200 kVA, 13,8 kV-480/208/120 V, que alimentará una barra trifásica seccionada, con barras de 208 V normal y de emergencia. El transformador se alimentará desde el sistema eléctrico del CPF.

El sistema de servicios auxiliares de corriente alterna alimentará a la planta de tratamiento de aceite para los transformadores, circuitos de fuerza e iluminación interior y exterior, rectificadores de 208 Vca - 125 Vcc y de 208 Vca - 24 Vcc, permanentemente conectados, en paralelo con un banco de baterías tipo VRLA de larga duración,

del cual se alimentan el sistema de control y protecciones, motores de equipos principales y alumbrado de emergencia.

El cableado de fuerza y control será realizado con cables flexibles aprobados tendidos en bandejas rígidas metálicas tipo escalera y en ductos rígidos metálicos.

Para las cargas principales en 208 V se utilizarán disyuntores termomagnéticos en caja moldeada regulables para sobrecargas y cortocircuitos, para las cargas secundarias disyuntores termomagnéticos en caja moldeada y disyuntores solo del tipo magnético para el arranque de motores, con ajustes de acuerdo con las normas IEC e IEEE, tanto en C.A. como en C.C. En los circuitos de iluminación y fuerza normales de 208 y 120 V, solo se utilizará disyuntores termomagnéticos tipo convencional, con capacidad de ruptura de 10 kA.

#### **7.4.1.1.7 Sistemas de Control y Protección**

##### **Sistema de Control y Protección para Patio de 138 kV**

La subestación reductora CPF contará con dos bahías de línea de transmisión en 138kV, vendrán desde la subestación eléctrica Puyo operada por CELEC EP TRANSELECTRIC. Una bahía de transformación 138/34,5kV y una bahía de transferencia.

La subestación será construida con el esquema de barra principal y barra de transferencia. Los disyuntores y seccionadores de cada bahía serán controlados a través de IED'S la cual adquirirá los estados de los equipos primarios desde merging units ubicadas en tableros de patio; estos equipos reciben señales eléctricas y las transforman en digitales (GOOSEs). Las merging units enviarán información también a los relés de protección ubicados en el tablero de control de cada bahía.

El control de equipo primario se lo realizará en varios niveles; desde patio (Nivel 0) se realizarán enclavamientos eléctricos (cobre) entre los equipos; IED's nivel 1; desde sala de control a través de un IHM (nivel 2) y desde un centro de control (nivel 3). Cada una de las bahías se sincronizará individualmente con la barra de 138 kV para el cierre del respectivo disyuntor, una vez cumplidas las condiciones de sincronización tanto de magnitud de voltaje, secuencia de fases y ángulo. El disyuntor de transferencia sólo se lo utilizará en el caso de mantenimiento de cualquiera de los disyuntores de otras bahías o en caso de daño de un interruptor. Para las bahías de línea de transmisión se utilizarán dos relés de protección idénticos en sus funciones, siendo la función principal la 87L (diferencial de línea) alimentada en ambos extremos por núcleos de protección, debiendo por tanto ambos relés ser idénticos. La comunicación será mediante cable OPGW, 20 mm, 48 fibras, instalado en la cima de las torres de las líneas de transmisión. Las demás funciones serán: distancia 21/21N, direccional de sobrecorriente 67/67N, instantáneo de sobrecorriente 50, temporizado de sobrecorriente 51, bajo voltaje 27, sobre voltaje 59, sincronismo 25, recierre 79, direccional de potencia 32, bloqueo por oscilación de potencia 68, teleprotección 85, localización y registro de falla, 86 o 94 para el disparo y 74 supervisión. Para el transformador también se tendrá 2 relés redundantes similares con las siguientes funciones de protección mínimas: 87T para 2 devanados, 67, 50/51, 50N/51N, 27/59 y 25, 86 para el disparo y 74 supervisión. En la bahía de transferencia se instalará la unidad central de la protección diferencial de barra 87B que contará con las funciones 50BF.

El transformador de potencia deberá contar con sus protecciones mecánicas tales como relé Bucholtz, temperatura de devanados, temperatura del aceite, nivel de aceite, válvula de sobrepresión, etc.

Las señales analógicas (corrientes y voltajes) se llevarán a través de conductores (cobre) hacia cada uno de los equipos de medición y protección. Para los transformadores de corriente se necesitan 4 núcleos, uno para medida y tres de protecciones; para los transformadores de potencial tres núcleos, uno de medida y dos de protecciones.

##### **Sistema de Control y Protección para Patio de 34,5 kV**

Para el patio de 34,5 kV se ha seleccionado el esquema de barra simple, comprende tres bahías de línea de distribución, una bahía del lado de baja del transformador y una bahía para medición.

El control y protección se lo realizará desde un IED numérico con las siguientes funciones: 67/67N, 50/51, 50N/51N, 27, 59 y 25. Se utilizará un relé de protección de barra 87B distribuida con función de 50BF.

Para las comunicaciones se implementará el protocolo de redundancia en paralelo PRP en todos los equipos de control y protección que conformen este sistema (gateways, PC's de gestión, IED's, merging unit, etc.). Para esto se requiere un doble anillo redundante de switches en fibra óptica multimodo.

Los equipos GPS se conectarán a ambas redes por medio de puertos PRP y los switches de comunicaciones deben ser específicamente diseñados para ambientes de subestaciones eléctricas.

#### **7.4.1.2 Alcance del Diseño Electromecánico**

##### **7.4.1.2.1 Aislamiento**

Se aplicarán los criterios básicos de coordinación de aislamiento establecidos en la última revisión de la norma IEC 60071, misma que selecciona los niveles de aislamiento normalizados para los equipos, una vez estimadas las sobretensiones máximas que éstos deben soportar durante su operación. Las sobretensiones representativas se calculan considerando la puesta a tierra del neutro del sistema, las características de protección y localización de los pararrayos.

##### **7.4.1.2.2 Selección de Distancias Críticas y de Seguridad**

Las distancias críticas y de seguridad se calcularán a partir del valor básico dado por el nivel de aislamiento resultante del estudio de coordinación de aislamiento y siguiendo las recomendaciones de la norma IEC 60071.

Se presentarán los cálculos justificando las alturas de los diferentes niveles de conexión y la longitud de campo, garantizando las distancias críticas y de seguridad para ubicar los equipos de tal forma que se faciliten las labores de montaje, operación, y mantenimiento de los equipos de patio con el grado de seguridad requerido.

##### **7.4.1.2.3 Apantallamiento**

Se evaluará el riesgo existente por descargas atmosféricas para determinar si es necesario instalar un sistema de apantallamiento. En caso de que se requiera este sistema, se seguirán para su diseño los lineamientos que se presentan a continuación.

Se calculará la corriente crítica de descarga, la cual corresponde a la mínima corriente de descarga atmosférica que puede generar el flameo de algún equipo. La metodología adoptada para el diseño del apantallamiento corresponde al uso del modelo electrogeométrico de Whitehead utilizado por las normas IEEE std 998-1996 "Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations" y ANSI/NFPA 780 "Standard for the Installation of Lightning Protection Systems".

Inicialmente, se realiza un diseño preliminar en el cual se seleccionan los lugares donde se recomienda instalar cables de guarda y puntas de captación. Este diseño se verifica por medio de una rutina MonteCarlo basada en el modelo electrogeométrico, la cual involucra el nivel cerámico de la zona, las distribuciones de probabilidad de corrientes de descarga y la caracterización espacial de la planta con el sistema de apantallamiento. Esta simulación permite observar el comportamiento del sistema ante una gran cantidad de descargas de tal forma que se logre convergencia en los factores de riesgo de falla.

Se calcula la altura de los castilletes para lograr una adecuada protección de los conductores de fase y los equipos asociados a la línea de tal forma que no sea necesario utilizar puntas de captación (pararrayos).

Para el diseño, ubicación y materiales utilizados en el sistema de apantallamiento del patio de conexiones de las subestaciones se utilizará la norma IEEE std 998-1996 "Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations", en ambos casos siguiendo el método electrogeométrico.

##### **7.4.1.2.4 Malla de Puesta a Tierra**

Para el diseño de la malla de puesta a tierra se partirá de las corrientes de falla esperadas y de las mediciones de resistividad correspondientes.

El diseño de la malla de puesta a tierra contempla la verificación de la distribución de corrientes a tierra, el cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la malla y el análisis de las tensiones de toque y de paso producidas durante

fallas a tierra, de tal forma que se garantice la seguridad de las personas dentro del área de instalación de la malla.

Se seguirán los lineamientos de la norma ANSI IEEE Std. 80 de 2000 "Guide for Safety in A.C. Substation Grounding" para el valor de la resistencia de la malla y para las tensiones de toque y de paso tolerables.

El cable y los conectores de la malla serán instaladas de tal forma que soporten la corriente máxima de cortocircuito esperada. Para las uniones enterradas se realizará soldadura exotérmica y para las uniones exteriores se especificarán los conectores adecuados.

#### 7.4.1.2.5 Cadenas de Aisladores, Herrajes para Cadenas y Conectores

Las cadenas de aisladores de suspensión o retención serán definidas de acuerdo con las tensiones y niveles de aislamiento, los esfuerzos mecánicos y el grado de contaminación ambiental en los sitios.

Los conectores de alta tensión serán de material de aluminio, tipo pernado, con tornillos y tuercas de acero inoxidable, diseñados en conformidad con las prescripciones de la norma NEMA HV-1.

#### 7.4.1.2.6 Servicios Auxiliares

Los servicios auxiliares tendrán una tensión de 208/120 Vca en corriente alterna y 125 Vcc de corriente continua. El transformador de servicios auxiliares se dimensionará de tal forma que tenga la capacidad suficiente para el alcance actual del proyecto y ampliaciones a futuro.

#### 7.4.1.2.7 Iluminación

Para el diseño del sistema de iluminación se tendrán en cuenta los siguientes niveles de iluminación:

**Tabla 7-7 Diseño de Iluminación de la Subestación Reductora CPF**

Infraestructura	Nivel de Iluminación
Vías de acceso y circulación	Conforme lo especifica la Regulación No. CONELEC 005/14.
Sal de control	500 lux
Cuarto de baterías	300 lux
Áreas generales dentro del edificio de control	150 lux
Oficinas	500 lux

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

#### 7.4.1.2.8 Protección Contra Incendio

La protección contra incendio de la subestación se lo realizará en cumplimiento con las recomendaciones de la norma IEEE Std 979-1994 "IEEE Guide for Substation Fire Protection".

Se instalarán extintores de acuerdo con el grado de riesgo de incendio y la clase de fuego que se pueda presentar. La ubicación de estos extintores será de acuerdo con la norma NFPA 10 "Standard for Portable Fire Extinguishers".

El diseño de los aparatos, su disposición, conexiones y cableado interno deben ser de tal manera que los riesgos de fuego y por consiguiente los daños en las instalaciones, sean mínimos. Se sellarán en forma adecuada todos los orificios en el equipo suministrado, a través de los cuales pasen cables y sean protegidos contra daños mecánicos o incendio en los lugares donde queden expuestos.

#### 7.4.1.2.9 Dimensionamiento de Transformadores de Corriente y Potencial

Se realizará el cálculo de las cargas de los transformadores de tensión y corriente para seleccionar un valor adecuado de capacidad. Además, para los transformadores de tensión se verificará la regulación obtenida en el dispositivo que se encuentra más alejado del equipo.

Los calibres de los cables a utilizar en los circuitos secundarios de corriente y tensión se seleccionarán de tal forma que tengan la capacidad de corriente adecuada en estado estable y en cortocircuito, y que permitan mantener la cargabilidad y la regulación dentro de los límites permitidos. El calibre mínimo a utilizar será 12 AWG para los circuitos de tensión y de corriente.

Para los circuitos secundarios de los transformadores de corriente utilizados para medida comercial, se verificará que la cargabilidad de los núcleos se encuentre en un rango entre 25 % y 80 % de la carga nominal, teniendo en cuenta el burden de los diferentes equipos que se conectan a sus circuitos secundarios.

Teniendo en cuenta que los núcleos de transformadores de tensión capacitivos se encuentran dentro del rango I (IEC-60044-5), se verificará que el nivel de carga esté entre el 0% y el 100% para los núcleos de protección y medida no comercial; y entre el 20% y el 100% para los núcleos de medida comercial.

Se verificará que el error porcentual máximo total (en módulo y fase), a factor de potencia de 0,9, introducido en la medición de energía por la caída de tensión en los cables de los circuitos secundarios de los transformadores de tensión no supere el 0,1%.

#### 7.4.1.2.10 Dimensionamiento del Transformador de Potencia

El transformador es el elemento principal de la subestación, ya que este permite obtener los niveles de tensión y corriente de acuerdo con el objetivo para el que la subestación se esté construyendo o diseñando.

El transformador es una máquina estática que trabaja bajo el principio de inducción magnética, aislada eléctricamente y eslabonada magnéticamente. En base a este principio se logra reducir o elevar el nivel de voltaje en una subestación.

Un transformador consta de tres partes principales, las cuales son:

- > **Parte Activa:** Está constituida por el núcleo y a bobina.
- > **Parte Pasiva:** Esta parte del transformador está formada por el tanque, que es quien contiene a la parte activa.
- > **Accesorios:** Es el conjunto de dispositivos que facilitan el funcionamiento del transformador.

Un transformador debe ser especificado en función de las siguientes características:

- > Tipo de Transformador
- > Número de fases
- > Niveles de tensión
- > Tipo de Conexión
- > Potencia Nominal
- > Corriente Nominal
- > Corriente de Cortocircuito
- > Etapas de Enfriamiento
- > Cambiadores de tomas
- > Selección de la impedancia de cortocircuito
- > Nivel de Aislamiento

A continuación, se detallan las normas aplicables para el dimensionamiento del transformador principal:

**Tabla 7-8 Normas Aplicables para el Dimensionamiento del Transformador**

Norma	Nombre
IEC 60076-1	Power Transformers – Part 1: General
IEC 60076-2	Power Transformers – Part 2: Temperature rise for liquid-immersed transformers
IEC 60076-3	Power Transformers – Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air
IEC 60076-4	Power Transformers – Part 4: Guide to the lightning impulse and switching impulse testing - Power transformers and reactors
IEC 60076-5	Power Transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit
IEC 60076-7	Power Transformers – Part 7: Loading guide for oil-immersed power transformers
60076-8	Power Transformers – Application guide
IEC 60076-10	Power Transformers – Part 10: Determination of sound levels
IEC 60076-10-1	Power Transformers – Part 10-1: Determination of sound levels - Application guide
IEC 60085	Electrical insulation - Thermal evaluation and designation
IEC 60099-4	Surge arresters - Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems
IEC 60137	Insulated bushings for alternating voltages above 1 000 V
IEC 60156	Insulating liquids - Determination of the breakdown voltage at power frequency - Test method
IEC 60214-1	Tap-changers - Part 1: Performance requirements and test methods
IEC 60214-2	Tap-changers - Part 2: Application guide
IEC 60270	High-voltage test techniques – Partial discharge measurements
IEC 60296	Fluids for electrotechnical applications - Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear
IEC 60507	Artificial pollution tests on high-voltage ceramic and glass insulators to be used on a.c. systems
IEC 60567	Oil-filled electrical equipment - Sampling of gases and analysis of free and dissolved gases - Guidance
IEC 60599	Mineral oil-filled electrical equipment in service - Guidance on the interpretation of dissolved and free gases analysis
IEC 60815-1	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
IEC 60815-2	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 2: Ceramic and glass insulators for a.c. systems
IEC 60815-3	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 3: Polymer insulators for a.c. systems
IEC 61463	Bushings - Seismic qualification
IEC 61869-1	Instrument transformers - Part 1: General requirements
IEC 61869-2	Instrument transformers - Part 2: Additional requirements for current transformers
IEC 62155	Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for use in electrical equipment with rated voltages greater than 1 000 V

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

#### 7.4.1.2.11 Normas Aplicables para el Diseño Electromecánico

A continuación, se detallan las normas que serán aplicables para el diseño electromecánico de la subestación reductora CPF:



**Tabla 7-9 Normas Aplicables de Diseño Electromecánico**

<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>
IEEE Std 80	"Guide for Safety in A.C. Substation Grounding"
IEEE Std. 738	"IEEE Standard for calculating the current-temperature relationship of bare overhead conductors"
IEC 60071-1	"Insulation co-ordination. Part 1"
IEC 60071-2	"Insulation co-ordination. Part 2"
IEEE Std 998-1996	Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations
IEC-60865/1986	"Calculation of the effects of short - circuit currents"
IEC 61089	"Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors"
<b>EQUIPOS AISLADOS EN SF6</b>	
IEC 60376	Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF6) for use in electrical equipment.
IEC 60480	Guidelines for the checking and treatment of SF6 taken from electrical equipment and specification for its re-use.
IEC 62271-1	High-voltage switchgear and controlgear - Part 1: Common specifications
IEC 62271-209	High voltage switchgear and control gear – Part 209 Cable connections for gas insulated metal enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV – fluid filled and extruded insulation cables – fluid filled and dry type cable terminations.
IEC 62271-203	High voltage switchgear and control gear. Gas insulated metal enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV.
IEC 62271-303	High voltage switchgear and control gear. Use and handling of sulphur hexafluoride (SF6).
IEC 60099-1	Part 1 Non-linear resistor type arresters for AC systems.
IEEE Std. C37.122-2010	IEEE Standard for High Voltage Gas-Insulated Substations Rated above 52kV.
IEEE Std. C37.123-1997	Guide to specifications for gas insulated, electric power substation equipment.
IEEE 693	IEEE Recommended Practice for Seismic design of substations.
<b>TRANSFORMADORES DE CORRIENTE</b>	
IEC 60044-4	Instrument transformers. Measurement of partial discharges
IEC 61869-1	Instrument Transformers Part 1: General requirements
IEC 61869-2	Instrument Transformers Part 2: Additional requirements for current
IEEE C57.13	IEEE Standard Requirements for Instrument Transformers
60044-4	Instrument transformers. Measurement of partial discharges
IEC 61869-1	Instrument Transformers. Part 1: General requirements
IEC 61869-3	Instrument transformers - Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers
IEEE C57.13	IEEE Standard Requirements for Instrument Transformers
<b>DESCARGADORES DE POTENCIAL</b>	
IEC 60099-4	Surge arresters - Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems
IEC 60099-5	Surge arresters - Part 5: Selection and application recommendations
<b>CELDAS DE MEDIA TENSIÓN</b>	
IEC 62271-1	High-voltage switchgear and controlgear Part 1: specification commons

Norma	Descripción
IEC 62 271-200	A.C. metal- enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
IEC 62 271-100	High-voltage switchgear and controlgear Part 100: Alternating-current circuit-breakers
IEC 62 271-102	High-voltage alternating current disconnectors and earthing switches
IEC 61 243-5	Voltage detecting systems (VDS)
IEC 60099-4	Surge arresters - Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems
IEC 60099-5	Surge arresters - Part 5: Selection and application recommendations
IEC 60529	Degrees of protection by enclosures (IK Code)
IEC 60262	Degrees of protection by enclosures (IP Code)
IEC 60071	Insulation co-ordination
IEC 61869-1	Instrument transformers - Part 1: General requirements
IEC 61869-2	Instrument transformers - Part 2: Additional requirements for current transformers
IEC 61869-3	Instrument transformers - Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

#### 7.4.2 Línea de Transmisión 138 kV Subestación Eléctrica Puyo – Subestación Reductora CPF

La línea de transmisión (LT) tiene por inicio la Subestación Eléctrica Puyo de propiedad de CELEC EP TRANSELECTRIC ubicada en la vía al Tena, sector La Florida, misma que tiene prevista como sitio de llegada la Facilidad Central de Procesamiento (CPF) del Bloque 10 operado por PLUSPETROL ECUADOR B.V.

Dentro de los aspectos generales de la LT, es importante mencionar que a partir del vértice 01 (E1) hasta el vértice 05 (E5) la línea se encontrará en paralelo a la franja de servidumbre de la línea de transmisión existente de TRANSELECTRIC, a partir del vértice 05 (E5) hasta el vértice 29 (E56), la línea recorrerá en paralelo a la vía Curaray, en el vértice 29 (E56) hay un cambio de dirección hasta el vértice 30 (E62) y a partir de éste hasta el vértice 35 (E114) continúa paralelo a la vía Diez de Agosto – El Triunfo ocupando la franja de servidumbre con postes de acero con una altura de 22 m, del vértice 35 (E114) al vértice 36 (E116), la línea de transmisión realizará un cambio de dirección hacia la vía La Independencia, ; finalmente, desde el vértice 36 (E116) hasta el vértice 44 (E124) la línea de continúa en paralelo a la vía La Independencia hasta llegar a la Facilidad Central de Procesamiento (CPF).

Las características técnicas principales de la línea de transmisión se detallan a continuación:

**Tabla 7-10 Características Técnicas Principales de la Línea de Transmisión Eléctrica 138 kV**

Descripción de las características técnicas principales	
Longitud de la línea:	33,45 km
Tensión operación normal	138 kV
Tensión máxima operación	145 kV
Frecuencia	60 Hz
Tipo de estructuras	Torres metálicas de acero galvanizado en celosía Postes de acero galvanizado
Número de circuitos	Doble Circuito
Número de subconductores por fase	Uno (01)
Calibre del conductor	ACAR 500 MCM 18/19

Descripción de las características técnicas principales	
Material del conductor	Alambres de aluminio y de aleación de aluminio (ACAR)
Cable de guardia	Cable de fibra óptica OPGW 48 hilos.
Aislamiento	Aisladores de suspensión y retención para 138 kV fabricados en porcelana.

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

**Tabla 7-11 Características de Conductores de Fase**

Descripción	Unidad	Valores
Material	-	Alambres de aluminio y de aleación de aluminio (ACAR)
Normas aplicables	-	ASTM B524/B524M-99, ASTM B230, B398
Tipo		ACAR
Sección transversal	mm <sup>2</sup>	353
Nº diámetro hilos de aleación de Al.	No./mm	19 x 2,951
Diámetro exterior	mm	20,66
Peso unitario	kg/m	0,696
Carga de rotura	kN(kg)	60,56 (6175.4)
Resistencia eléctrica 20°C a cc	ohm/km	0,1226(Max)

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

**Tabla 7-12 Características de Cable de Fibra Óptica OPGW**

Descripción	Unidad	Valores
Material	-	AL - Clading Stanless Tube
Normas aplicables	-	ITU-T G.652, 652.C, 655, IEEE 1138, IEC 60793, IEC 60794
Tipo		OPGW
Sección transversal	mm <sup>2</sup>	88,8
Construcción		Extruido
Diámetro exterior	mm	12,60
Peso unitario	kg/m	0,374
Carga de rotura	kg	5190
Módulo de elasticidad	kg/mm <sup>2</sup>	9952,43
Coefficiente de expansión lineal	1 °C	0,0000174
Capacidad de corriente de cortocircuito	KA <sup>2</sup> s	72,8
Resistencia eléctrica a 20°	Ω/km	0,473

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

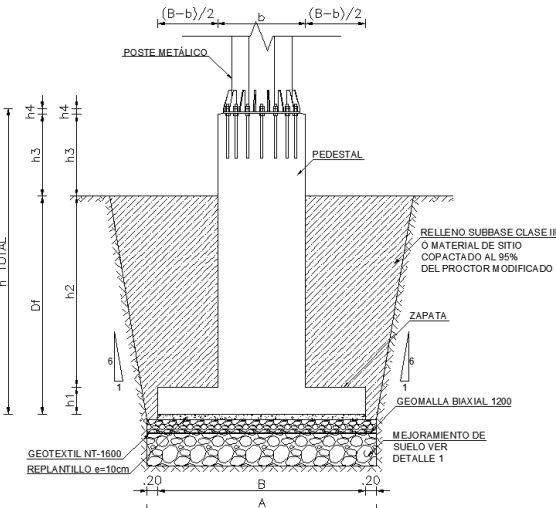
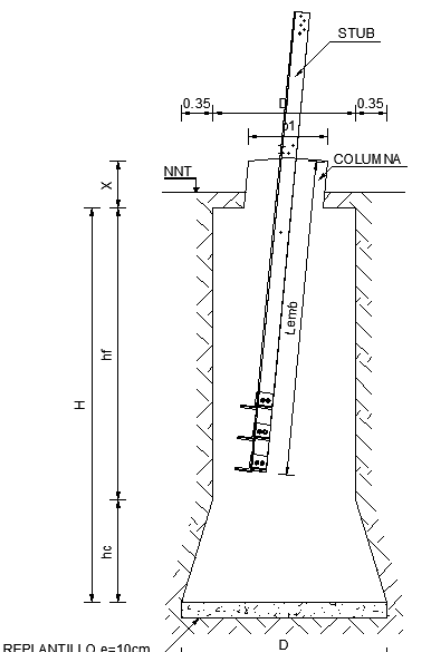
#### 7.4.2.1 Características de las Estructuras

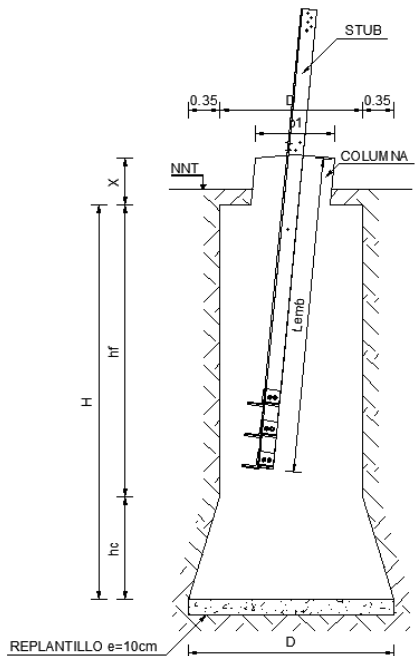
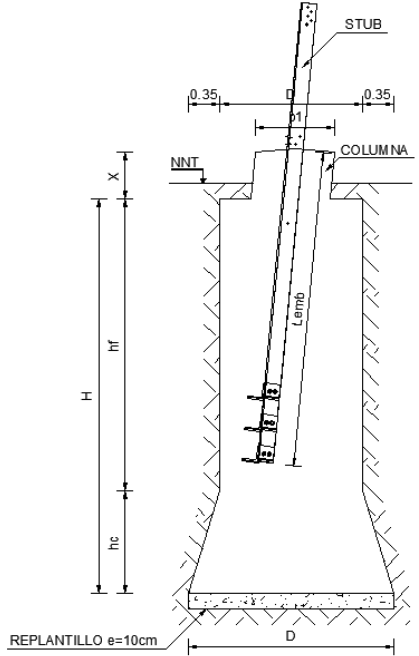
Las estructuras deberán soportar las cargas de tensión y peso ejercidas por los conductores aluminio y un cable de guardia del tipo OPGW, tomando en cuenta los respectivos factores de seguridad. De igual manera deberán mantener a los conductores a las distancias mínimas suficientes normalizadas para una línea de 138 kV.

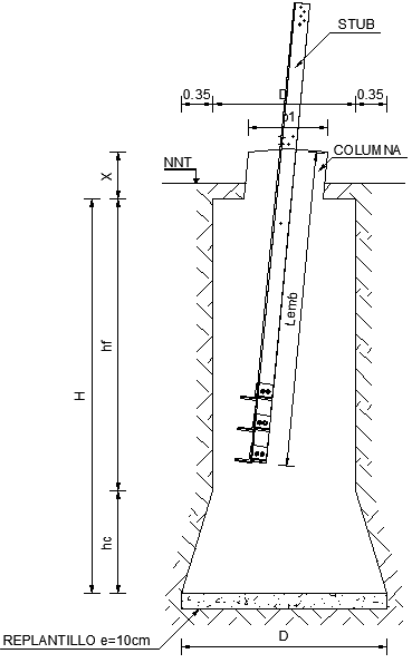
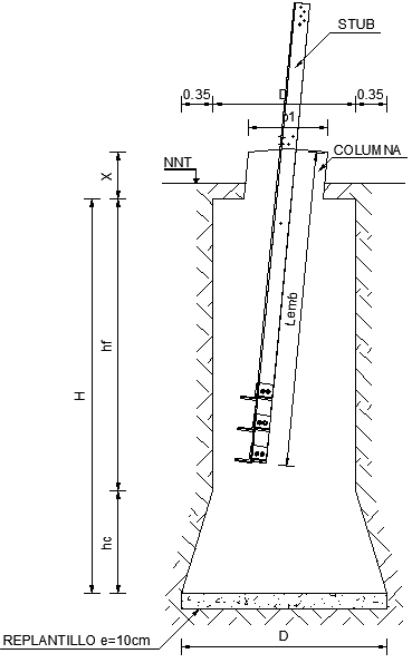
Considerando el recorrido y topografía donde se encuentra la línea de transmisión, se ha previsto utilizar siete tipos de estructuras, las cuales se describen a continuación:

**Tabla 7-13 Características de las Estructuras de la Línea de Transmisión de 138 kV**

Estructura	Descripción	Diseño*
PS1-2 CPF	Poste metálico, trabajando como suspensión para ángulos de deflexión de la LT de hasta 3° doble circuito.	
PAL1-2 CPF	Poste metálico, trabajando como retención para ángulos de deflexión de la LT de hasta 18° doble circuito.	

Estructura	Descripción	Diseño*
PR1-2 CPF	Poste metálico, trabajando como retención para ángulos de deflexión de la LT de hasta 70° doble circuito.	 <p><b>MONOBLOQUE TE INVERTIDA VISTA EN ELEVACIÓN</b></p>
SL1-2 CPF	Estructura de acero galvanizado suspensión liviana para ángulo de deflexión de hasta 1°, doble circuito.	 <p><b>CIMENTACIÓN PILA-COLUMNA VISTA EN ELVACIÓN</b> ESC: S/E</p>

Estructura	Descripción	Diseño*
SP1-2 CPF	Estructura de acero galvanizado suspensión pesada para ángulo de deflexión de hasta 2°, doble circuito.	 <p><b>CIMENTACIÓN PILA-COLUMNA</b> <b>VISTA EN ELVACIÓN</b> ESC: S/E</p>
AL1-2 CPF	Estructura de acero galvanizado anclaje liviano para ángulo de deflexión de hasta 28°, doble circuito.	 <p><b>CIMENTACIÓN PILA-COLUMNA</b> <b>VISTA EN ELVACIÓN</b> ESC: S/E</p>

Estructura	Descripción	Diseño*
AR1-2 CPF	Estructura de acero galvanizado anclaje y remate para ángulo de deflexión de hasta 65°, doble circuito.	 <p><b>CIMENTACIÓN PILA-COLUMNA</b> <b>VISTA EN ELVACIÓN</b> ESC: S/E</p>
AE1-2 CPF	Estructura de acero galvanizado anclaje y remate especial para ángulo de deflexión de hasta 40°, doble circuito.	 <p><b>CIMENTACIÓN PILA-COLUMNA</b> <b>VISTA EN ELVACIÓN</b> ESC: S/E</p>

\* En el anexo B. Documentos de Respaldo, B.1 Físico, B.1.9 Dimensiones Estructuras se presenta el detalle de las dimensiones.

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, diciembre 2022

Los factores de seguridad a implementarse en el diseño de las estructuras de soporte de acero galvanizado serán las normalizadas por el ex Instituto Ecuatoriano de Electrificación, INECEL y adoptadas de manera práctica por CELEC EP – TRANSELECTRIC<sup>1</sup>. Estos factores son:

**Tabla 7-14 Factor de Seguridad de Diseño de Estructuras de Soporte**

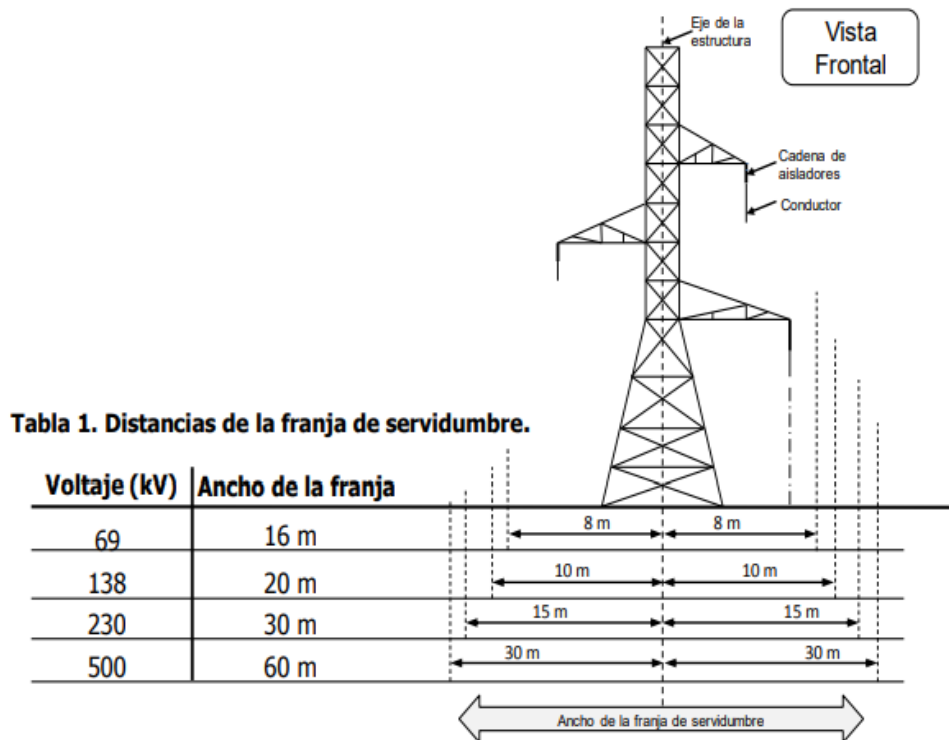
Carga del Diseño de Estructura	Factor de seguridad
Cargas normales	1,4
Cargas debidas al viento	1,5
Cargas eventuales	1,2

Fuente: INECEL, 1978

**7.4.2.2 Distancias Mínimas de Operación**

Es importante el aislamiento de la línea de transmisión debido a la interacción de los campos eléctricos y magnéticos que la constituyen, por lo tanto, se debe conservar distancias mínimas de los conductores energizados a los sitios de vivienda, cruce de vías, y demás infraestructura que esté relacionada o interseque con la línea de transmisión.

Bajo este contexto, y en cumplimiento con la Resolución Nro. ARCONEL-018/18 con fecha 13 de abril de 2018 se define la franja de servidumbre de 20 m, es decir 10 m a cada lado de la línea de transmisión en zonas urbanas y rurales.



**Figura 7-2 Ancho de las Franjas de Servidumbre**

Fuente: Resolución Nro. ARCONEL-018/18, abril 2018

<sup>1</sup> Factores de Seguridad implementados desde las normas de diseño del INECEL de 1978



Adicionalmente, se definen las distancias mínimas de seguridad de los conductores energizados de la línea de transmisión de manera vertical como horizontal respecto a las estructuras existentes en el trazado, esto conforme la Resolución No. 020/10 aprobada por el CONELEC el 06 de mayo de 2010.

**Tabla 7-15 Distancias de Seguridad Vertical y Horizontal**

Infraestructura Relacionada	Distancia de Seguridad (m)
<b>Estructuras Verticales</b>	
Cruce con líneas férreas	8,0
Vías de primer orden	8,0
Terrenos transitados y vías de segundo orden	7,5
Terreno normal en áreas rurales	7,5
Terreno de difícil acceso	7,5
Líneas de menor tensión	3,0
Líneas de telecomunicación	3,5
<b>Estructuras Horizontales</b>	
Canales de regadío	8,0
Caminos de segunda importancia	15,0
Caminos importantes	30,0
Ríos sin peligro de socavación	50,0

Fuente: Resolución No. 020/10, CONELEC, mayo 2010

#### **7.4.2.3 Especificaciones Técnicas para el Suministro de Estructuras Reticuladas de Acero Galvanizado**

Las normas que serán aplicadas para las estructuras que conforman el alcance del proyecto, se detallan en la siguiente tabla, sin embargo, es importante mencionar que en caso de que estas sean actualizadas el proyecto acotará las disposiciones normativas para la construcción e instalación de estas.

**Tabla 7-16 Normas Aplicables para Estructuras**

Descripción	Norma
acero estructural Standard	ASTM A36
acero de alta resistencia	ASTM A572, grado 50
pernos y tuercas galvanizadas	ASTM A394
galvanizado	ASTM A123 y ASTM B6-77
estructuras metálicas	AISC 360-05
estructuras reticuladas	ASCE 10-97

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Adicional a las normas mencionadas anteriormente, el proyecto se registrará a las siguientes normas según su aplicabilidad:

- > American Society for Test Materials, ASTM
- > International Standard Organization, ISO
- > American Institute of Steel Construction, AISC
- > Japanese Industrial Standard Committee, JIC

- > National Electrical Safety Code, NESC
- > Japanese Electro-technical Committee, JEC
- > American National Standard Institute, ANSI

#### **7.4.2.3.1 Requerimientos Generales de Diseño**

Las estructuras serán diseñadas para que puedan resistir las condiciones ambientales y climáticas señaladas a continuación:

- > Altura sobre el nivel del mar, 0 a 2000 msnm
- > Temperatura ambiente: 5° C a 40 ° C
- > Viento máximo: 90 km/h
- > Humedad relativa: 90%

En cuanto a los eventos sísmicos, las estructuras estarán diseñadas para resistir a esos eventos naturales de las siguientes características:

- |   |                            |
|---|----------------------------|
| > Aceleración horizontal                    | 0.3 x 9.8 m/s <sup>2</sup> |
| > Frecuencia de las ondas sísmicas          | 1 - 10 Hz                  |
| > Duración del período de máxima intensidad | 30 s                       |
| > Duración máxima del sismo                 | 3 min.                     |

#### **7.4.2.3.2 Requerimientos Específicos de Diseño**

##### **Diseño Estructural**

El fabricante de estructuras será completamente responsable del diseño de detalle y optimización de todos los componentes de las estructuras, torres y soportes, considerando las cargas aplicadas y dimensiones básicas conforme el diseño de la línea de transmisión (Anexo H.- Diseño del Proyecto).

Mediante el modelado en computadora se realizará una verificación del comportamiento dinámico para la condición de sismo y rotura de conductores. Previo a la construcción se presentará un informe con los resultados y recomendaciones. Se prepararán los planos detallados de taller, montaje de infraestructura y las listas de materiales para armado.

Todos los materiales serán de reciente fabricación, libres de defectos e imperfecciones y su calidad estará de acuerdo con las normas especificadas anteriormente en el presente capítulo.

Los materiales a ser suministrados serán fabricados de acuerdo a los requerimientos técnicos de estas especificaciones y se observará las técnicas modernas más avanzadas en este ramo, de tal manera que permita la óptima fabricación de las estructuras, aun cuando estas técnicas no estén mencionadas en estas especificaciones.

##### **Detalles Estructurales**

Se usarán pernos para todas las conexiones y uniones, procurando que en lo posible sean del mismo tamaño. No se permitirá el uso de soldaduras y/o perforaciones adicionales sin la aprobación previa del equipo técnico a cargo de la obra.

El diseño se considera combinaciones de extensiones de patas y extensión de cuerpo, como las indicadas en los planos de estructuras tipo (Anexo H.- Diseño del Proyecto).

Las torres y estructuras son de acero galvanizado en caliente y su acabado será liso y sin rebabas, escorias o grumos, tipo en celosía, auto soportantes o del tipo compacto, apropiadas para instalación en fundiciones de concreto tipo zapata.

Las torres, estructuras y soportes contarán con perforaciones para la correcta conexión de la puesta a tierra. Las perforaciones irán tanto en la parte que queda embebida en el concreto como en la que queda por fuera de este.

Cada torre será suministrada con una placa de peligro y dos de numeración incluyendo los accesorios de fijación, así como con los grilletes (anchor-shackles) o pernos “U” que se requieren para la sujeción de las cadenas de aisladores o del cable de guardia.

Se presentará las recomendaciones que considere necesarias para la utilización de las estructuras como anclajes temporales. A más de las condiciones de carga especificadas, las torres de las líneas de transmisión soportan, sin deformación permanente, las siguientes cargas previstas durante el montaje.

> **Para las torres de suspensión y retención usadas como anclajes temporales soportarán**

- Tensión unilateral, hacia delante, de cualquier combinación de uno o todos los conductores e hilos de guardia anclados a la estructura, considerando cualquier combinación de estos hacia atrás. Las tensiones aplicables serán<sup>2</sup>:
  - Hilo de guardia 2,5 kN/hilo
  - Conductor 4,0 kN/conductor
- Cargas verticales simultáneas de 3,5 kN aplicadas en los puntos de soportes de los conductores para cualquier combinación de dos conductores.
- El suministrador indicará si es necesario utilizar anclajes temporales y recomendará su disposición.

> **Cargas de montaje**

- Se preparará las instrucciones de instalación considerando por lo menos un peso adicional de 250 kg en las crucetas y de 150 kg en cualquier otro punto, excepto para aquellos miembros que formen un ángulo con la horizontal mayor de 45°.

> **Esfuerzos Torsionales**

- Las cargas mecánicas especificadas en los planos son puntuales, si por efectos de diseño de detalle las cargas tienen que ser divididas o sus puntos de aplicación no coinciden con los ejes que pasan por sus centros de masa y causan esfuerzos torsionales, se calculan los esfuerzos en el diseño de las estructuras de tal forma que las mismas los soporten sin deformarse.
- En las estructuras de retención se considera el efecto torsional que se presenta al tener puntos de sujeción de las cadenas.

> **Arrancamiento**

- Las crucetas y el punto de anclaje del cable de guarda de las estructuras de retención deben resistir un arrancamiento, tiro hacia arriba, de 800 kg. Mientras que las estructuras de suspensión (tanto livianas como pesadas) deben resistir una tensión de tiro hacia arriba de 500 kg.

### 7.4.2.3.3 Requerimientos Estructurales

#### Fabricación del Acero

El acero estructural será fabricado de acuerdo con las siguientes especificaciones:

> **Requisitos del Material:**

---

<sup>2</sup> Estándares establecidos por TRANSELECTRIC para construcción de líneas de transmisión.

- Cualquier material estructural será nuevo y rectilíneo, limpio de moho y suciedad. De ser necesario se someterá al material a esfuerzos mecánicos, esto será realizado por medio de métodos que no fisuren las piezas y no alteren o perjudiquen las características del material.

> **Corte:**

- El corte de las piezas será realizado de manera cuidadosa por medio de herramientas apropiadas, en buen estado, con el fin de evitar la formación de fisuras, rebordes y rebabas. No se considera emplear antorchas de oxiacetileno guiadas manualmente.

> **Agujeros:**

- Todos los agujeros deberán ser limpiamente punzonados para el diámetro completo y no se permitirán rebabas o imperfecciones; todos los agujeros serán cilíndricos y perpendiculares a la superficie del miembro.
- En acero estructural con un espesor mayor a 20 mm los agujeros serán perforados o sub-punzados.
- El diámetro del troquel será 1,5 mm mayor que el diámetro nominal del perno respectivo y el diámetro del dado no deberá ser mayor que 1,5 mm del diámetro del punzón. Para un pre-troquelado, el diámetro del troquel será 5 mm menor que el diámetro nominal del perno y el diámetro del dado no será mayor que 2,5 mm que el diámetro del troquel.

> **Marcaje**

- Todas las piezas que componente una torre serán marcadas en bajo relieve con la designación que consta en los planos de montaje elaborados por el fabricante. A cada una de las marcas se antepondrá el tipo de estructura. La marcación será mediante estampado en el metal, antes del galvanizado, con números o letras de 12 mm de altura mínima y serán claramente legibles después del galvanizado. Los bordes de cada una de las piezas serán pintadas de acuerdo con el siguiente código:

**Tabla 7-17 Marcaje y Codificación de Estructuras**

Estructura	Color
Torre SL	Verde
Torre SP	Rojo
Torre AL	Amarillo
Torre AR	Azul

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

> **Precisión de los Agujeros:**

- El espaciamiento entre los agujeros será el indicado en los respectivos planos, con una tolerancia máxima de 1 mm debiendo los agujeros estar localizados en los ejes indicados en los planos.

**Limpieza y Galvanizado<sup>3</sup>:**

Limpieza y Preparación antes del Galvanizado

Una vez terminado el trabajo de fábrica, todos los materiales antes de ser galvanizados serán sometidos a un proceso de limpieza, de tal manera que no existan trazas de moho, escamas, suciedad, aceite, grasa y cualquier otra sustancia extraña.

<sup>3</sup> En cumplimiento con la Norma ASTM A123/A123M-02

### Composición del Galvanizado

La contratista encargada de los procesos de galvanizado de estructuras contará con el certificado de la composición química del Zinc con el fin de verificar su pureza, la cual debe cumplir con los requerimientos químicos especificados en la Tabla 1 de la norma ASTM B6-06, para el tipo “LME GRADE”, con un porcentaje mínimo de Zinc de 99,995% en la composición química del galvanizado

Grade [UNS] <sup>A</sup>	Color Code <sup>B</sup>	Composition, %							
		Lead	Iron max	Cadmium max	Aluminum max	Copper max	Tin max	Total Non-Zinc max	Zinc, min by difference
LME Grade (LME) [Z12002]	White	0.003 max	0.002	0.003	0.001	0.001	0.001	0.005	99.995
Special High Grade <sup>C</sup> (SHG) [Z13001]	Yellow	0.003 max	0.003	0.003	0.002	0.002	0.001	0.010	99.990
High Grade (HG) [Z14002]	Green	0.03 max	0.02	0.01	0.01	0.002	0.001	0.05	99.95
Intermediate Grade (IG) [Z16003]	Blue	0.45 max	0.05	0.01	0.01	0.20	...	0.5	99.5
Prime Western Grade (PWG) [Z18004]	Black	0.5–1.4	0.05	0.20	0.01	0.10	...	1.5	98.5

<sup>A</sup> UNS designations were established in accordance with Practice E 527.

<sup>B</sup> Refer to Practice B 914.

<sup>C</sup> For London Metal Exchange (LME) purposes, Special High Grade zinc must be 99.995 % minimum zinc content by difference, corresponding to LME Grade in ASTM Specification B 6.

### Figura 7-3 Composición Química del Zinc de Galvanizado

Fuente: ASTM B6-06, Tabla 1

### Selección de la Muestra

El método de selección y número de especímenes de control serán acordados entre el galvanizador y el comprador. De lo contrario, los especímenes de control serán seleccionados al azar de cada lote. En este caso, el número mínimo de especímenes de cada lote será como sigue:

**Tabla 7-18 Selección y Número de Muestra**

Número de Piezas	Número de muestras
3 o menos	Todas
4 a 500	3
501 a 1 200	5
1 201 a 3 200	8
3 201 a 10 000	13
10 001 y más	20

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Enrix, mayo 2022

### Espesor de Galvanizado

Todas las piezas serán galvanizadas de acuerdo con la norma ASTM A 123, la cual especifica el espesor del revestimiento del galvanizado, dependiendo del espesor del acero y categoría del material.

No se aceptarán daños ni deformaciones en el material durante el proceso de galvanizado. Reparaciones en el galvanizado se permitirán únicamente para fallas pequeñas y puntuales, por medio de la aplicación de una capa de pintura galvanizada<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Pintura Galvanizada: La pintura galvanizada cumplirá con los requisitos establecidos en la Norma ASTM A780 para reparaciones de daños en elementos galvanizados.

**TABLE 1 Minimum Average Coating Thickness Grade by Material Category**

Material Category	All Specimens Tested					
	Steel Thickness Range (Measured), in. [mm]					
	<1/16 [<1.6]	1/16 to <1/8 [1.6 to <3.2]	1/8 to 3/16 [3.2 to 4.8]	>3/16 to <1/4 [>4.8 to <6.4]	≥1/4 to <5/8 [≥6.4 to <16.0]	>5/8 [>16.0]
* Structural Shapes	45	65	75	75	100	100
Strip and Bar	45	65	75	75	75	100
Plate	45	65	75	75	75	100
Pipe and Tubing	45	45	75	75	75	75
Wire	35	50	60	65	80	80
Reinforcing Bar	...	...	...	...	100	100

## Figura 7-4 Composición Química del Zinc de Galvanizado

Fuente: ASTM 123, Tabla 1 Clase de Espesor de Revestimiento Promedio Mínimo por Categoría de Material

### Métodos de Control

Según la Norma ASTM 123, literal 8, los métodos de control a realizarse serán los siguientes:

- 8.1. *Requisitos de Control*
- 8.2. *Control del Espesor del Revestimiento*
  - 8.2.1. *Mediciones Magnéticas de Espesor*
  - 8.2.2. *Método de Descortezamiento [Peladura]*
  - 8.2.3. *Pesaje antes y después del galvanizado*
  - 8.2.4. *Microscopio*
- 8.3. *Adhesión*
- 8.4. *Quebramiento*

### Reparaciones

Las reparaciones serán realizadas basadas en la norma ASTM A780 para Reparación de Áreas Dañadas y no Recubiertas de Revestimientos Galvanizados por Inmersión en Caliente.

## Dimensionamiento – Diseño de Elementos

### Barras

El dimensionamiento de los elementos metálicos se ha realizado a través del programa SAP2000 V15.1, para las solicitaciones obtenidas de las cargas de diseño, mediante el chequeo de fuerzas en todos los miembros de las estructuras; realizado conforme con los criterios del ASCE 10-97 (diseño de última resistencia).

Para los elementos a tracción se realiza, además, la comprobación del esfuerzo máximo, calculando el área neta de la sección.

### Uniones

Todas las uniones serán diseñadas con pernos y se comprobará la resistencia, tanto al corte como al aplastamiento, desarrollada en cada una de las uniones proyectadas.

Para el diseño por corte, el último esfuerzo permisible al corte no excede el 60 % del correspondiente esfuerzo mínimo de tracción (Fu) Para el diseño por aplastamiento, el último esfuerzo permisible al aplastamiento en los agujeros para pernos, basados en el diámetro nominal de los pernos, no excede el 180% del correspondiente esfuerzo de cedencia (1,8 Fy) o el 120 % del mínimo esfuerzo permisible de tensión (1,2 fu).

La junta y el número de pernos cumplen el diseño tanto por corte como por aplastamiento.

## Detalles de Fabricación

Para la fabricación se tomarán en cuenta lo siguiente:

- > Los agujeros serán de 1,5 mm (1/16 de pulgada) mayor que el diámetro del perno utilizado e indicado en los planos.
- > Todas las piezas individuales serán marcadas conforme se indica en los planos, por estampado en frío, antes del galvanizado.
- > En los montantes se realizarán perforaciones a utilizarse en el sistema de puesta a tierra.

### 7.4.2.3.4 Características de los Componentes

Todas las piezas de las estructuras se dimensionarán para que los esfuerzos en sus miembros, producidos por las cargas de diseño, no excedan de los valores que, para los diferentes tipos de solicitaciones, se indican en la última versión de la norma ASCE 10-97 "DESIGN OF LATTICED STEEL TRANSMISSION STRUCTURES", publicada por la American Society of Civil Engineers.

#### > Acero Estructural

**Tabla 7-19 Resistencia de Materiales de Acero Estructural**

Descripción	Resistencia
<b>Perfiles metálicos tipo "L" (ASTM A572 (G50))</b>	
Esfuerzo de Fluencia mínima	$f_y = 3500 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia Última	$f_u = 4500 \text{ kg/cm}^2$
<b>Placas metálicas (ASTM A36)</b>	
Esfuerzo de Fluencia mínima	$f_y = 2536 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia Última	$f_u = 4080 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: ASTM A572 (G50) / ASTM A36

#### > Espesor Mínimo de los Materiales

**Tabla 7-20 Espesor de Materiales**

Descripción	Espesor
Miembros principales de crucetas y cantoneras	6 mm
Miembros angulares de superestructuras	4 mm
Miembros angulares secundarios	3 mm
Platinas de unión	6 mm

Fuente: ASCE 10-97 "DESIGN OF LATTICED STEEL TRANSMISSION STRUCTURES"

#### > Esbelteces Máximas

**Tabla 7-21 Esbelteces Máximas de Materiales**

Miembros	L/r
Patas de la estructura y miembros principales trabajando a compresión.	150
Otros miembros trabajando a compresión con esfuerzo calculado	200
Miembros secundarios trabajando a compresión	250
Brazos trabajando a tensión	250
Todos los otros miembros trabajando a tensión	500

Fuente: ASCE 10-97 "DESIGN OF LATTICED STEEL TRANSMISSION STRUCTURES"

> **Pernos**

Los pernos utilizados son tipo ASTM A394 T0, de cabeza hexagonal, con arandela de presión y tuerca de alta resistencia.

**Tabla 7-22 Dureza de Pernos**

Grado de resistencia	Material	Dureza Rockwell		Carga de prueba	Resistencia mínima a la tracción
		Mín.	Máx.		
A394 T0	Acero de bajo o medio carbono	Mín.	Máx.	55 (ksi)	74 (ksi)
		B 80	B 100		

Fuente: ASTM A394 T0

**Proceso de Cálculo**

El tipo geométrico de las torres es de un prisma de base cuadrada, formado por cuatro elementos principales (cantoneiros), con rigidizadores transversales (diagonales) que tiene la finalidad de controlar las deformaciones máximas y para conseguir longitudes de pandeo apropiadas, según el ASCE 10-97, para los diferentes miembros.

Para obtener como resultado los valores de las fuerzas actuantes o sollicitaciones en cada una de las barras, se realizará un modelo tridimensional de la torre en el programa SAP2000 V15.1, considerando que la estructura está apoyada en sus cuatro apoyos y que los miembros de la torre están liberados para que trabajen como armaduras.

**Límites de Longitud de los Miembros**

La relación de esbeltez  $L/r^5$  no excederá de los valores dados en la siguiente tabla:

**Tabla 7-23 Dimensionamiento de los Miembros**

Miembros	L/r
Patatas de la estructura y miembros principales trabajando a compresión	150
Otros miembros trabajando a compresión, con esfuerzo calculado.	200
Miembros secundarios trabajando a compresión	250
Brazos trabajando a tensión	250
Todos los otros miembros trabajando a tensión	500

Fuente: INECEL 1978. (Esbelteces Máximas normalizadas para el Ecuador y establecidas en 1978 por el entonces Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) en sus normas de diseño para líneas de 138kV (apartado 4.3.2 Esbelteces Máximas))

**Requerimientos Límites para Miembros y Pernos**

**Tabla 7-24 Requerimientos de Miembros y Pernos**

Descripción	Espesor
Miembros principales de crucetas y cantoneiras	7 mm
Miembros angulares de superestructuras.	5 mm
Miembros angulares secundarios	3 mm
Platinas de unión	7 mm

<sup>5</sup> Relación de Esbeltez (L/r): Relación entre la longitud y las dimensiones de las secciones transversales.



Descripción	Espesor
Ancho máximo de los ángulos de acero de alta resistencia	16 veces el espesor
Ancho máximo de los ángulos de acero estándar	20 veces el espesor
Diámetro mínimo de los pernos	12 mm.

Fuente: INECEL 1978. (Esbeltetes Máximas normalizadas para el Ecuador y establecidas en 1978 por el entonces Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) en sus normas de diseño para líneas de 138kV (apartado 4.3.2 Esbeltetes Máximas))

## Conexiones

Todas las conexiones serán empernadas y los miembros sometidos a esfuerzos que determinen tensiones suplementarias deberán ser conectados por los menos con dos pernos si son necesarios dos o más pernos para la unión de los miembros, deberá disponerse de cartela para la conexión, salvo en aquellos casos en que el ancho del miembro permita situar sobre el mismo dos pernos.

La excentricidad de las conexiones será reducida al valor más bajo posible, todos los miembros principales (web members) del cuerpo principal, extensiones de cuerpo, patas, deberán ser en lo posible hechos de una sola pieza, todas las diagonales dobles del sistema de miembros principales deberán ser conectadas en sus puntos de intersección por lo menos con un perno.

**Tabla 7-25 Espaciamiento Mínimo entre Pernos**

Diámetro	Espaciamiento Mínimo
12 mm	30 mm
16 mm	40 mm
19 mm	48 mm
22 mm	53 mm
25 mm	62 mm

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

**Tabla 7-26 Distancia Mínima al Filo del Miembro**

Diámetro	Espaciamiento Mínimo
12mm	20mm
16mm	22mm
19mm	25mm
22mm	28mm
25mm	31mm

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

## Pernos, Tuercas y Arandelas

Los pernos, pasadores, tuercas y arandelas serán de tamaños normalizados al igual que las roscas de los pernos y tuercas. En el caso de que se requiera la instalación de pernos de calidades especiales serán marcados en forma que sean identificables fácilmente.

### > Pernos de Conexión

Las cabezas de los pernos serán hexagonales y centradas, con su superficie perpendicular al eje del perno. El filo será redondo y libre de puntas y desarrollado en la longitud adecuada del perno.

> **Tuercas**

Serán hexagonales y de dimensión adecuada para desarrollar un ajuste pleno de los pernos. La superficie de contacto será perpendicular al eje de la tuerca y no tendrá esquinas chaflanadas.

> **Arandelas de presión**

Para todos los pernos se suministrará adicionalmente una arandela de presión.

> **Hilos**

Los hilos cumplirán los estándares de la American National Standard Institute (ANSI/ASME B1.13M<sup>6</sup> – 2005) o International Standard Organization (ISO BS 3643-1:2007<sup>7</sup>), la misma que deberá ser propuesta por el fabricante de torres y estará sujeta a aprobación de la fiscalización. Los pernos serán maquinados antes del galvanizado; las tuercas pueden ser maquinadas después del galvanizado para asegurar su limpieza interior.

> **Arandelas (Ring filler)**

Se suministrarán arandelas chaflanadas para todas aquellas conexiones donde se requieran.

> **Pernos-Peldaños**

Para las torres de líneas de 138 kV serán colocados en dos montantes no adyacentes.

La longitud mínima de los pernos peldaños será de 25 cm. La separación entre pernos escalantes será de 40 cm. comenzando a 2,5 m. del nivel del suelo y permitirán la llegada hasta el cable de guardia de la estructura

> **Antiescalantes**

Los antiescalantes se ubicarán tan cerca como sea posible, al primer miembro horizontal de las torres, siendo su altura preferible de montaje, entre 2,5 y 3,5 m desde el nivel del suelo.

> **Exceso**

Todos los pernos, tuercas y arandelas se suministrarán con un 3% de exceso con respecto al total requerido, para compensar las pérdidas normales durante el montaje.

#### **7.4.2.3.5 Armado de Fábrica**

Con el fin de asegurar el correcto diseño y fabricación de las estructuras, estas se ensamblarán completamente en fábrica, a su altura máxima, no se permitirá el relleno ni el escariado de agujeros mal perforados. Luego del ensamblado en fábrica y su correspondiente desarmado, se enviarán las diferentes partes al sitio de las obras para ser montadas.

#### **7.4.2.3.6 Pruebas**

La estructura que se pruebe será del mismo tipo, calidad y clase de fabricación que aquellas de la producción en serie.

Es obligación del contratista brindar las facilidades para estos ensayos. En caso de encontrarse defectos, el Contratista deberá reemplazar los elementos defectuosos. Las piezas galvanizadas deben pasar las pruebas de uniformidad, adherencia y peso de zinc. Especificadas en el literal 8, “Métodos de Control”, y el literal 9, “Inspección, Rechazo y Re-control”, de la norma ASTM 123.

---

<sup>6</sup> ANSI/ASME B1.13M Standardization and Unification of Screw Threads

<sup>7</sup> ISO BS 3643-1:2007 Specification for ISO metric screw threads

#### 7.4.2.4 Especificaciones Técnicas para Suministro de Postes de Acero

Estas especificaciones comprenden la fabricación y el suministro de postes de acero plegado para líneas de transmisión. Los postes serán auto soportados de forma hexagonal u octogonal, telescópica y estarán formados por varios tramos diseñados para lograr que se acoplen los unos en los otros por medio de bridas apernadas.

En ningún caso se permitirá la fabricación de postes partiendo de tubos cilíndricos del mercado.

Los postes deberán contar con las piezas metálicas adecuadas y necesarias para permitir el correcto y completo montaje de todos los herrajes requeridos para los conjuntos de aisladores o brazos.

##### 7.4.2.4.1 Diseño

> Códigos y normas para el diseño y fabricación de postes

**Tabla 7-27 Códigos y normas para el diseño y fabricación de postes**

Norma	Descripción
EN	European Norm
NF	Norma Francesa
EURONORME	Acero estructural
NFA 35.501	Grados de acero para la fabricación de los soportes
NFA 03.157	Plegado en frío de aceros (plegado a 180°).
NFA 88.110	Práctica recomendada para soldadura.
NFA 91.121	Proceso de galvanización en caliente.
ASTM	American Society for Testing and Materials.
A36 / A36M	Structural Steel.
A123	Standard Specification for Zinc (Hot Dip Galvanised) Coating on
A143	Recommended for Safeguarding Against Embrittlement of Hot Dip Galvanised Structural Steel Products and Procedure for Detecting Embrittlement.
A153	Standard Specification for Zinc Coating (Hot Dip) on Iron and Steel
A307	Standard Specification for Carbon Steel Bolts and Studs.
A325	Standard Specification for High Strength Bolts for Structural Steel
A370	Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of
A384	Recommended for Safeguarding Against Warpage.
A435 / A435M	Standard Specification for Straight – Beam Ultrasonic Examination
A441 / A441M	Standard Specification for High – Strength Low – Alloy Structural
A572 / A572M	Standard Specification for High – Strength Low – Alloy Columbium
A576	Standard Specification for Steel Bars, Carbon, Hot – Wrought, Special Quality.
A588	Specification for High Strength Low – Alloy Structural Steel with 50 psi Minimum Yield Point to 4 in Thick.
A595	Standard Specification for Steel Tubes, Low Carbon, Tapered for
A615	Standard Specification for Deformed and Plain Billet - Steel Bars for Concrete Reinforcement.
A633 / A633M	Standard Specification for Normalized High – Strength Low – Alloy
A673 / A673M	Standard Specification for Sampling Procedure for Impact Testing of Structural Steel.
A871	Specification for High Strength Low – Alloy Structural Steel plate with Atmospheric Corrosion Resistance.

Norma	Descripción
AWS	American Welding Society.
D1.1	Structural Welding Code – Steel.
AZI	American Zinc Institute Inspection Manual for Hot Dip Galvanized
NEMA	National Electrical Manufacturers Association No. TT-1-1983
ASCE	American Dising of Society of Civil Engineers Manual N° 72-
AISC	American Institute of Steel Construcción. Manual of Steel
ACI 318	American Concrete Institute. Building Code Requirements.
EN10025	Hot rolled products of Non – Alloy Structural Steel.
EN10029	Hot rolled steel plates 3 mm thick or above
ISO898	Mechanical properties of fasteners – bolts, screws.

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

> Los postes se diseñarán para responder:

- A un criterio de estética.
- A características geométricas y eléctricas.
- A condiciones de carga y seguridad.
  - A las prescripciones generales relativas a este tipo de obra.
  - Optimización del diseño.

Adicionalmente, los postes deben ser capaces de soportar las condiciones de carga que se muestran en las condiciones técnicas particulares para postes de acero, tomando en cuenta los siguientes factores:

- Presión de viento
  - Carga de diseño
  - Longitud
    - Momento de inercia de la sección
    - Esfuerzos máximos de diseño
    - Sección de cada uno de los elementos
- > Los cálculos de los factores de seguridad reales para los elementos comprimidos tendrán en cuenta las hipótesis más desfavorables de pandeo natural o local. Los valores de tensiones de deformación por pandeo deberán ser dados en un cuadro o representados por una curva. Las ecuaciones utilizadas para obtener estos cuadros deben incluirse en el informe de diseño.
- > La deflexión máxima admisible en la cúspide del poste será del 3% de la altura total bajo cargas de diseño (con factores de seguridad). El análisis estructural del poste deberá ser un análisis de segundo orden, que considere los momentos secundarios producidos por las deflexiones.
- > Los espesores mínimos y conicidad serán definidos por el diseñador del poste.
- > El diseño geométrico de los brazos para el hilo de guarda y los conductores debe seguir el estilo “ala de gaviota”, para lo cual el oferente definirá la curvatura según los resultados del diseño estructural (en caso de que los postes tengan brazos de acero. Para líneas compactas con linepost, este párrafo no aplica). En los postes metálicos de suspensión, cuando el cable de guarda se apoye en una grapa balancín, se deberá proveerse el mecanismo de apoyo y fijación adecuados para la colocación de dicha grapa.

El diseño del poste deberá contemplar una escalera para las labores de construcción y mantenimiento. En ningún caso se aceptarán pernos de escalera.

#### **7.4.2.4.2 Información de Fábrica**

El proceso de fabricación, la ejecución del trabajo, las tolerancias y los ajustes cumplirán con las mejores prácticas modernas de taller aplicables a la fabricación de este tipo de postes.

- > Las secciones de los postes serán fabricadas a partir de láminas y chapas de acero cortadas en trapecios y después plegadas para obtener la sección transversal poligonal y soldadas longitudinalmente para obtener la longitud requerida.
- > El elemento inferior deberá permitir la fijación del cable para la puesta a tierra de la línea de transmisión. El espesor de cada elemento será determinado en función de los esfuerzos que serán aplicados a los postes.
- > En caso de utilizarse más de un elemento, el fabricante deberá proveer los dispositivos necesarios para garantizar el empalme.
- > El Adjudicatario deberá recomendar los valores máximos y mínimos de fuerzas a aplicar para ejecutar las conexiones de las secciones tubulares con junta de traslape (no aplica si la juntura es por medio de brida).
- > Para todos los postes, los brazos para el soporte del hilo de guarda y los conductores deberá ser del tipo “alas de gaviota” y tendrá una sección transversal poligonal. (En caso de que se requiera postes con brazos).
- > Todos los postes deberán estar provistos de una escalera de protección anticaídas con carril central (línea de vida), en acero galvanizado por inmersión en caliente. El carril central de protección de ascenso será fabricado en acero perfilado. Los peldaños serán fabricados de chapa de acero y estarán soldados al dorso del carril central. Los peldaños tendrán una superficie perfilada y protecciones antideslizantes laterales en los extremos de 20 mm de altura. La separación entre peldaños debe ser de aproximadamente 300 mm. Los peldaños tendrán la misma altura a ambos lados.
- > Para las labores de mantenimiento, los brazos tipo “ala de gaviota” deberán contar con un gancho que permita el acople del sistema de deslizamiento para el operador.
- > Los dispositivos de seguridad para el ascenso deben satisfacer los requisitos de diseño del American National Standards Institute (ANSI) A14.3-2008, "Safety Requirements for Fixed Ladders", Sección 7.

#### **7.4.2.4.3 Materiales**

Las calidades de los aceros de construcción para la fabricación de los postes estarán de acuerdo con la norma europea 25, francesa NFA 35.501, ASTM A36, ASTM A572, A 595, A 871 o cualquier otra norma que determine calidades equivalentes o superiores. Los aceros utilizados serán de alta soldabilidad y permitirán un plegado en frío sin grietas ni iniciación de ruptura de conformidad con la norma NFA 03.157 (plegado a 180°). En ningún caso, el límite de deformación elástica será inferior a 240 N/mm<sup>2</sup>. Las clases de acero serán definidas por el fabricante. El espesor mínimo del acero a utilizar en la fabricación será de 4,76 mm.

El material de acero para formas estructurales, barras dobladas, y chapas a utilizar en los postes y brazos será conforme los requerimientos de las especificaciones ASTM A36, A141, A588, ISO\_898, o cualquier otra norma que determine calidades iguales o superiores.

#### **7.4.2.4.4 Soldadura**

Todas las soldaduras serán realizadas en fábrica antes de la galvanización. Las soldaduras estarán de acuerdo con los procedimientos de las normas de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS).

- > Los procedimientos de soldadura a utilizar serán los siguientes:
  - Soldadura de arco sumergido (SAW)
  - Soldadura de arco atmósfera gaseosa (GMAW), alambre desnudo o alambre forrado.

- Los electrodos utilizados deberán estar de acuerdo con la calidad de acero a soldar.
- > La calidad de ejecución de las soldaduras responderá a las exigencias mínimas siguientes:
  - > Soldadura transversal.
    - 100% de penetración entre las láminas cualquiera que sea el espesor.
    - Sin fisura interior o exterior.
    - Se rechazarán los postes que presenten burbujas, porosidades e inclusiones esféricas que excedan 5% del espesor de la lámina.
  - > Soldaduras longitudinales (cuerpo)
    - 80% de penetración cualquiera que sea el espesor de las láminas.
    - Sin fisura interior o exterior.
    - Sin burbujas superficiales.
  - > Otras soldaduras: Todas las soldaduras serán de gran penetración sin fisuras.
- > La calidad de la soldadura deberá ser controladas cualquiera que sea el método de soldadura empleado. El fabricante usará el método de control radiográfico (Rayos X) para verificar la calidad de las soldaduras realizadas. Deberán ser suministrados por el fabricante los correspondientes certificados de calidad.

#### **7.4.2.4.5 Galvanización**

##### **Procedimientos**

Todos los elementos constitutivos de los postes serán galvanizados en caliente por inmersión, después de la fabricación. La galvanización se realizará de acuerdo con las normas ASTM A123, A143 y A153 en su última revisión. Ningún retoque, perforación posterior, adición o modificación de los elementos será realizada después de la galvanización. Solamente material de zinc virgen será utilizado en la galvanización y el uso de zinc refundido es prohibido.

##### **Operaciones de galvanización**

- > Desengrase en caliente por inmersión en un baño de solución ácida para quitar de la superficie de las piezas todos los cuerpos grasos.
- > Un enjuague para eliminar las soluciones ácidas anteriores.
- > Un decapado en un baño químico, conteniendo una solución de ácido clorhídrico para eliminar los óxidos de hierro que cubren las piezas.
- > Enjuague después del decapado para lavar las soluciones ácidas.
- > Inmersión en un flujo de solución caliente de cloruros de zinc y de cloruros de amonio cuyo fin es proteger el acero que ha sido limpiado en las operaciones anteriores, e impedir que se reoxide, ya sea en secador o en el momento de la penetración en el baño de zinc. Eliminar el óxido de zinc que cubre el baño de galvanización en la zona de inmersión de la pieza, para que ésta esté en contacto con el metal limpio.
- > Secado al horno para eliminar el agua contenida en la solución protectora y calentar la pieza. Esta operación evita las impurezas y acumulaciones de zinc y reduce la formación de los óxidos de zinc en zona de penetración de las piezas en el baño.
- > Galvanización por inmersión en zinc fundido a 450 °C. El espesor mínimo del recubrimiento será igual a un peso de zinc de 500 g/m<sup>2</sup> por dentro y por fuera del poste.

#### **7.4.2.4.6 Controles de Fabricación**

Las tolerancias de fabricación deberán cubrir los siguientes aspectos:

> Elementos del poste:

- Longitud de los elementos: 25,4 mm, + 75 mm
- Linealidad: 2/1000 en la longitud total (2 mm/m).
- Torsión: Inferior a 1,5 grados por cada 3 m.

> Agujeros para tornillos.

- Ubicación a + 2 mm
- Entre ejes a + 2 mm
- Dimensiones: - 0, + 1 mm hasta 50 mm de diámetro, - 0, + 2 mm en diámetros mayores

> Soldadura.

Se comprobará la calidad de las soldaduras, utilizando los métodos y los aparatos de control apropiados para soldadura de los postes de chapa plegada, Según Norma AWS o NFA 88.110.

> Galvanización.

En este proceso deberá ejercerse un control sobre tres aspectos principales:

- La adherencia
- El peso de zinc depositado
- Continuidad del revestimiento.

Las normas aplicables corresponden a: ASTM A\_143, A\_153 y A 123, NFA A 91121.

> Aceros de construcción.

Se deberán realizar los procedimientos estándar de control de acuerdo con la norma ASTM. Las pruebas para realizar serán:

- Un ensayo de tracción
- Un ensayo de plegado

#### **7.4.2.5 Especificaciones Técnicas para Conductores Desnudos**

Estas Especificaciones Técnicas establecen los requisitos para el diseño, fabricación, pruebas en fábrica y embalaje de conductores desnudos y accesorios para líneas aéreas.

- > Conductor de aluminio reforzado con aleación de aluminio (ACAR).
- > Conductor de cableado de copperweld o equivalente, para puesta a tierra de la línea de transmisión.
- > Varillas de copperweld cada una con el conector apropiado para conductor cableado de copperweld para puesta a tierra de las líneas de transmisión.
- > Conectores para puesta a tierra.
- > Manguitos de unión, de reparación y amortiguadores para conductores

Mientras no se indique explícitamente lo contrario dentro de estas especificaciones, los conductores deberán satisfacer las siguientes normas ASTM:

- > Para alambres de aluminio: B230 y B193.

- > Para alambre de aleación de aluminio: B-398.
- > Para conductor copperweld B227 y B228.
- > Para conductor ACAR: B-524.

#### 7.4.2.5.1 Requerimientos Específicos

##### Alambres de Aluminio

Los alambres de aluminio serán del tipo EC-H19 estirado en frío y cumplirán con la norma ASTM-B230.

No se permitirán uniones en los alambres terminados sino únicamente en las varillas o en el alambroón, siempre que las roturas no sean consecuencia de defectos en el material. Para los requerimientos de tensión se aplicará la norma ASTM-B230.

La conductividad del alambre no será menor del 61 % del IACS para pruebas individuales y no menor del 61.2 % del IACS como promedio de un lote. La conductividad se medirá de acuerdo con la norma ASTM-B195.

El diámetro se medirá en dos puntos, desfasados 90° entre sí, sobre la circunferencia del alambre. El promedio de estas dos lecturas será el valor del diámetro de la muestra que tendrá una tolerancia como respecto al diámetro garantizado no mayor que la indicada en la Tabla 3 de la norma ASTM-B230.

<b>TABLA III: PRINCIPALES CONDUCTORES ACAR (1350+6201)</b>					
Calibre MCM	Construcción		Peso Aprox.	Carga rotura nominal	$\Omega$ /km DC a 20°C
	Hilos 1350/6201	Ø Hilo (mm)	Kg/km	kg.	
250	15/4 – 12/7	2,913	349	2430 – 2750	0,235 – 0,240
350	15/4 – 12/7	3,447	488	3315 – 3735	0,168 – 0,172
400	15/4 – 12/7	3,685	558	3735 – 3745	0,147 – 0,135
500	15/4 – 12/7,	4,120	698	4620 – 5240.	0,117 – 0,120,
	33/4 – 30/7 – 24/13 – 18/19	2,951		4440 – 4795 – 5285 – 5860	0,116 – 0,117 – 0,120 – 0,123
650	33/4 – 30/7 – 24/13 – 18/19	3,360	907	5680 – 6130 – 6800 – 7600	0,089 – 0,090 – 0,092 – 0,095
750	33/4 – 30/7 – 24/13 – 18/19	3,617	1050	6400 – 6930 – 7600 – 8440	0,077 – 0,078 – 0,080 – 0,082
900	33/4 – 30/7 – 24/13 – 18/19	3,962	1256	7550 – 8170 – 9015 – 9950	0,064 – 0,065 – 0,067 – 0,068
1,100	33/4 – 30/7 – 24/13 – 18/19	4,379	1537	9190 – 9990 – 11010 – 12300	0,053 – 0,053 – 0,054 – 0,056
1.300	33/4 – 30/7 – 24/13 – 18/19	4,760	1818	10880- 11810- 13000- 14520	0,044 – 0,045 – 0,046 – 0,047

**Figura 7-5 Diámetro Alambres de Aluminio**

Fuente: ASTM-B230, Tabla 3

Los alambres de aleación de aluminio serán del tipo 6201-T81 y cumplirán con la norma ASTM B-398.

##### Conductor Completo de Aluminio Reforzado con Aleación de Aluminio (ACAR)

El conductor será el denominado ACAR AI Kcmil de 18 hilos de aluminio y 19 de aleación de aluminio, cableado concéntricamente, para uso como conductor aéreo en líneas de transmisión y deberá cumplir lo establecido en la norma ASTM B-524.

**Tabla 7-28 Conductor ACAR AI Kcmil**

Calibre MCM	Sección 1350 H19	Sección 6201 T81	Sección Total	Formación No. de hilos por diámetro mm.	Diámetro Exterior
	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	1350 H19 / 6201 T81	mm
500	123,08	129,92	253,00	18x2,95 + 19x2,95	20,65

Fuente: ASTM-B-524



**Tabla 7-29 Características Conductor ACAR AI Kcmil**

Peso 1350 H19	Peso 6201 T81	Peso Total	Tensión de Rotura	Resistencia C.C. A 20°C	Capacidad de Corriente	Carretes
Kg/Km	Kg/Km	Kg/Km	Kg.	ohms/Km	Amp	m
339,00	356,00	695,00	5986,00	0,1225	619	2000

Fuente: ASTM-B-524

### Conductor Recocido de Acero Enchapado con Cobre (Copperweld o Equivalente)

El conductor de copperweld serán 3 hilos - No. 8 AWG o No. 2 AWG (0.28") grado 40HS. El conductor cuenta con alambres de sección circular formados de una combinación de cobre y acero copperweld y todos los alambres tendrán el mismo grado de calidad.

#### Alambres

Estarán compuestos de un núcleo de acero con una cubierta de cobre completa, de tal manera que se forme una unión cristalina inseparable entre los dos metales que será utilizado en la instalación de puesta a tierra.

El diámetro del alambre se expresará en milímetros, usando tres decimales y no variará del valor garantizado en más de  $\pm 1,5\%$ .

La resistencia eléctrica del alambre, al ser medida, no excederá del valor calculado considerando el diámetro nominal y los siguientes valores de resistividad a 20° C; máximo para la parte central del carrete: 0,0440 ohms mm<sup>2</sup>/m; máximo para los extremos del carrete: 0,0475 ohms mm<sup>2</sup>/m. La resistencia eléctrica se calculará usando el método descrito en la norma ASTM-B193 para los conductores de copperweld. La superficie del alambre será suave y libre de imperfecciones.

#### Conductor Completo

Será hecho de alambres de copperweld de grado 40HS, sin uniones en los alambres componentes. La dirección del cableado de la última capa será la de la mano izquierda e irá cambiando en las capas interiores alternativamente.

Todos los alambres estarán perfectamente cableados y tenderán a permanecer en su posición cuando se corte el conductor en cualquier punto, debiendo permitir el recableado a mano.

El peso aproximado y la resistencia eléctrica se medirían considerando los incrementos por el cableado. El área de la sección transversal no será inferior del 98% del valor garantizado y será la suma de las áreas transversales de los alambres componentes.

### Varillas de Acero Enchapado con Cobre

Serán de acero de alta resistencia, cubiertas de cobre y de sección circular, terminado en una punta cónica maquinada en uno de sus extremos y con un chaflán en el otro para montaje del respectivo conector varilla-cable. El cobre se aplicará de la tal manera que se tenga una capa sellante a prueba de herrumbre entre el cobre y el núcleo de acero. La superficie exterior será lisa, continua y uniforme, con un espesor mínimo de cobre de 0,4445 mm. Las varillas tendrán una resistencia mecánica<sup>8</sup> a la tensión de 482 MPa (70 000,00 psi) como mínimo.

Las varillas se suministrarán con un conector adecuado para conductor de copperweld 3 No. 8 AWG, o cobre No. 2 AWG, similar al tipo copperweld AB, con perno de cabeza hexagonal.

<sup>8</sup> Resistencia Mecánica: La resistencia mecánica es la capacidad de los cuerpos para resistir las fuerzas aplicadas sin romperse. La resistencia mecánica de un cuerpo depende de su material y de su geometría medida en MPa (Mega Pascales).

### **Amortiguador ACAR 500**

El Contratista será responsable del diseño y aplicación de amortiguadores tipo stockbridge, tal que la máxima vibración eólica en los vanos de las líneas de transmisión no supere las 150 micras (0.005”).

#### **Accesorios**

- > Los empalmes deberán soportar por lo menos el 95% de los esfuerzos nominales establecidos por la norma ASTM para el correspondiente cable o conductor y tendrán una resistencia eléctrica menor que la que tendría una longitud igual del conductor usado. Se suministrarán con la mezcla sellante (filler compound), recomendada por el Fabricante.
- > Los conectores para puesta a tierra se usarán para conectar los cables de puesta a tierra con las estructuras y serán hechos de aleación de cobre, con pernos, tuercas y arandelas de acero inoxidable (o acero galvanizado).

#### **7.4.2.5.2 Pruebas**

Todos los cables y carretes serán inspeccionados y aprobados, antes de su despacho, de acuerdo con estas especificaciones y con las normas aplicables.

Se efectuarán las siguientes pruebas en los conductores ACAR.

- > Alambres de aluminio de aleación de aluminio, antes del cableado de acuerdo con las normas ASTM-B230, ASTM-B231, ASTM-B398 y ASTM-B-524.
- > Pruebas de tensión de muestras que contengan uniones de los alambres de aluminio, antes del cableado.
- > Pruebas de composición química de los alambres de aluminio antes del cableado.
- > Pruebas en el conductor terminado, de acuerdo con las normas ASTM-B232 y B549, que comprendan:
  - Inspección del acabado
  - Dimensiones físicas, diámetro, dirección del cableado, sección transversal, peso, etc.
  - Resistencia mecánica

Para el conductor de copperweld y cobre se efectuarán las pruebas físicas y eléctricas indicadas en la norma ASTM-B228, B8 respectivamente en cuanto sean aplicables.

Para los materiales de puesta a tierra (varillas y conectores) se efectuarán inspecciones visuales y se verificarán las dimensiones.

### 7.4.2.6 Especificaciones Técnicas de Aisladores, Herrajes y Accesorios

#### 7.4.2.6.1 Detalle de Sub-Ensamblaje para Conductor ACAR

Tabla 7-30 Sub-Ensamblaje “A”

7	1	GRAPA RANURA PARALELA	GALVANIZADO EN CALIENTE	
6	1	GRILLETE U / U-SHACKLE	ACERO FORJADO-TEMPLE Y REVENIDO, ACERO INOXIDABLE	120
5	1	ADAPTADOR OJO-BOLA / EYE-BALL FITTING	ACERO GALVANIZADO	120
4	13	AISLADOR DISCO TIPO ANSI C52.3 ROTULA-BOLA (BALL & SOCKET DISC INSULATOR)	VIDRIO	120
3	1	ROTULA CORTA / SOCKET-EYE FITTING	ACERO GALVANIZADO, ACERO INOXIDABLE	120
2	1	GRILLETE U / U-SHACKLE	ACERO INOXIDABLE, ACERO GALVANIZADO	120
1	1	GRAPA DE RETENCIÓN TIPO PISTOLA	GALVANIZADO EN CALIENTE	120
ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CARGA MIN. DE ROTURA (kN)
<b>SUB-ENSAMBLAJE TIPO A PARA CONDUCTOR ACAR 500 MCM</b>				

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Tabla 7-31 Sub-Ensamblaje “P”

5	1	GRAPA DE SUSPENSIÓN PAR CABLE ACAR 500 MCM ( $\phi=20.7$ mm)	ACERO GALVANIZADO	70
4	1	ROTULA CORTA / SOCKET-EYE FITTING	ACERO GALVANIZADO	70
3	11	AISLADOR DISCO TIPO ANSI C52.3 ROTULA-BOLA (BALL & SOCKET DISC INSULATOR)	VIDRIO	70
2	1	ADAPTADOR OJO-BOLA / EYE-BALL FITTING	ACERO GALVANIZADO	70
1	1	GRILLETE RECTO CON PASADOR / U-SHACKLE	ACERO GALVANIZADO	70
ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CARGA MIN. DE ROTURA (kN)
<b>SUB-ENSAMBLAJE TIPO P PARA CONDUCTOR ACAR 500 MCM</b>				

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

**Tabla 7-32 Sub-Ensamblaje “S”**

6	1	GRAPA DE SUSPENSIÓN PARA CABLE ACAR 500 MCM + VARILLA DE ARMAR	ALIACIÓN DE ALUMINIO	70
5	1	JUEGO DE VARILLAS DE ARMAR PARA ACAR 500 MCM	ALIACIÓN DE ALUMINIO	N/A
4	1	ROTULA CORTA / SOCKET-EYE FITTING	ACERO GALVANIZADO	70
3	11	AISLADOR DISCO TIPO ANSI C52.3 ROTULA-BOLA (BALL & SOCKET DISC INSULATOR)	VIDRIO	70
2	1	ADAPTADOR OJO-BOLA / EYE-BALL FITTING	ACERO GALVANIZADO	70
1	1	GRILLETE RECTO CON PASADOR / U-SHACKLE	ACERO GALVANIZADO	70
ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CARGA MIN. DE ROTURA (kN)
<b>SUB-ENSAMBLAJE TIPO S PARA CONDUCTOR ACAR 500 MCM</b>				

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

#### 7.4.2.6.2 Detalle de Sub-Ensamblaje para OPGW

**Tabla 7-33 Sub-Ensamblaje “D”**

7	1	COLILLA DE PUESTA A TIERRA / EARTH BONDING LEAD	ACERO GALVANIZADO	N/A
6	1	GRAPA DE RANURAS PARALELAS / PARALLEL GROOVE CLAMP	ACERO GALVANIZADO	N/A
5	2	VARILLA DE ARMAR PARA OPGW / STRUCTURAL REINFORCING RODS	ACERO RECUBIERTO DE ALUMINIO	N/A
4	2	RETENCIÓN PREFORMADA / DEAD-END COMPONENT	ACERO RECUBIERTO DE ALUMINIO	70
3	2	HORQUILLA GUARDACABOS / THIMBLE CLEVIS	ACERO GALVANIZADO, ACERO INOXIDABLE	70
2	2	EXTENSIÓN METÁLICA GALVANIZADA (PROLONGA) / EXTENSION LINK	ACERO INOXIDABLE, ACERO GALVANIZADO	70
1	4	GRILLETE U / U-SHACKLE	ACERO FORJADO TEMPLE Y REVENIDO, ACERO INOXIDABLE	70
ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CARGA MIN. DE ROTURA (kN)
<b>SUB-ENSAMBLAJE TIPO D PARA OPGW EN ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN</b>				

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

**Tabla 7-34 Sub-Ensamblaje “C”**

7	1	COLILLA DE PUESTA A TIERRA / EARTH BONDING LEAD	ALUMINIO	N/A
6	1	GRAPA DE REANURAS PARALELAS / PARALLEL GROOVE CLAMP	ALEACIÓN DE ALUMINIO	N/A
5	1	CONJUNTO DE VARILLAS DE PROTECCIÓN / STRUCTURAL REINFORCING RODS	ALEACIÓN DE ALUMINIO	N/A
4	1	CONJUNTO DE VARILLAS EXTERNAS / OUTER RODS	ALEACIÓN DE ALUMINIO	N/A
3	1	GRAPA DE SUSPENSIÓN / SUSPENSION HEAD	.	70
2	1	EYE LINK	ACERO GALVANIZADO	70
1	1	GRILLETE U / U-SHACKLE	ACERO GALVANIZADO	70
ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CARGA MIN. DE ROTURA (kN)
SUB-ENSAMBLAJE TIPO C PARA OPGW EN ESTRUCTURAS DE SUSPENSIÓN				

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Los conectores para derivaciones y grapas paralelas serán del tipo empernado, de una aleación de aluminio de alta resistencia tratada al calor, y se suministrarán con pernos de acero galvanizado.

#### **7.4.2.7 Especificaciones de Cables con Fibra Óptica y Accesorios**

Estas especificaciones tratan del suministro de cable de guarda con fibra óptica (OPGW), cable con fibra óptica, con herrajes, accesorios y materiales asociados, mismos que se utilizarán en la infraestructura eléctrica de la conexión 138 kV SE PUYO – SE CPF.

Las fibras ópticas que conforman los cables se utilizarán para integrar a las subestaciones eléctricas relacionadas (Puyo y CPF) a 138 kV, prestando los servicios de telecomunicaciones para: control de generación y distribución, transmisión de datos en tiempo real, red LAN, comunicaciones de voz para operación, Internet, teleprotecciones, protección diferencial de línea, etc.

> Detalle del suministro:

- Fibra óptica OPGW, y fibra óptica, todos con 48 fibras ópticas norma ITU-T G.652D revisión 06/2005.
- Se requiere además accesorios: herrajes de suspensión y retención con puestas a tierra, grapas y amortiguadores, para instalación de cables OPGW, en torres y postes de alta tensión.
- También se requieren Cajas de empalme, cada uno con 4 press stop's (OPGW-OPGW), bastidores (racks), y distribuidores de Fibra Óptica terminales y en las Subestaciones cajas de empalme para cables OPGW-Subterránea.

> Los servicios de:

- La realización de las pruebas en fábrica de los cables, herrajes y accesorios para el montaje de la fibra óptica.
- Los ensayos y mediciones sobre la fibra en bodegas, previa a su instalación.

El fabricante deberá acreditar que todos sus procedimientos empleados han sido certificados bajo la aplicación de las normas ISO incluyendo copia de los certificados pertinentes. Así como también cumplir con las normas internacionales existentes para sistemas de fibra óptica según lo determinado en estas especificaciones.

Los cables con fibras ópticas, accesorios y herrajes de montaje, deberán cumplir además de las especificaciones técnicas descritas en este documento con la última edición de cada una de las siguientes normas que le sean aplicables en cada caso:

> **ASTM:**

- A90 Weight of coating on zinc-coated (galvanized) iron or steel articles.
- A153 Zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware.
- A239 Test for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles by the Preece test (copper sulfate dip).
- A475 Zinc-coated steel wire strand castings, series II.
- B230: Aluminum 1350-1119 wire for Electrical purposes.
- B415: Standard Specification for Hard-Drawn Aluminium-Clad Steel Wire.
- B416: Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Aluminium-Clad Steel Cables.
- B393: Dimensional Tolerances for Nb and Nb1Zr
- B483: Aluminum and Aluminum Alloy Tubes for General Purpose Applications.
- B502: Aluminium-clad steel core wire for aluminium cables.
- E138: Standard method for wet magnetic particle inspection.
- E155: Reference radiographs for inspection of aluminum and magnesium.

> **IEC:**

- 104: Aluminum-magnesium-silicon alloy wire for overhead line cables.
- 793-1 - 1: Optical fibres. Part 1: Generic Specification - Section 1: General.
- 793-1-2: Optical fibres. Part 1: Generic Specification - Section 2: Measuring methods for dimensions.
- 793-1-3: Optical fibres. Part 1: Generic Specification - Section 3: Measuring methods for mechanical properties.
- 793-14: Optical fibres. Part 1: Generic Specification - Section 4: Measuring methods for transmission and optical characteristics.
- 793-1-5: Optical fibres. Part 1: Generic Specification - Section 5: Measuring methods for environmental characteristics.
- 794-1: Optical fibres cables. Part 1: Generic Specification.
- 794-2: Optical fibres cables. Part 2: Product Specification.
- 794-3: Optical fibres cables. Part 3: Telecommunications cables.
- 888: Zinc coated steel wires for stranded cables.
- 889: Hard-drawn aluminum wire for overhead electrical standard cables.
- 1089: Round wire concentric lay overhead electrical standard cables.
- 1232: Aluminium-clad steel wire for electrical purposes.

- 1395: Creep test procedures for stranded cables.
- 61323. Neutron radiation protection instruments of direct reading radiation dose equivalent individuals and / or dose equivalent rate monitors
- 60104: Aluminium-magnesium-silicon alloy wire for overhead line conductors
- 60794: Optical fibre cables - Part 1-1: Generic specification – General
- 62305-1: Protection against lightning. Part 1: General principles
- > **CEI:**
  - 7-9: Morsetería para línea eléctrica aérea para transporte de energía con conductor.
- > **ICONTEC:**
  - NTC-2076 Galvanizado por inmersión en caliente para herrajes y perfiles estructurales v de hierro y acero.
- > **IEEE:**
  - Std 1138 1994: Standard Construction of Composite Fiber Optic Overhead Ground Wire (OPGW) for Use on Electric Utility Power Lines.
  - Paper No. 3 1TP65-156: Standardization of cable vibration measurements
  - ITU-T:
  - ITU-T G. 650
  - ITU-T G. 653
  - ITU-T G.652 D (revisión 06/2005).
- > **NBR:**
  - 7096: Para línea de transmisión de alta tensión.
- > **NEMA:**
  - Methods of measurement of radio influence voltage (RIV) of high voltage apparatus. Pub. 107.
- > **MIL:**
  - STD 105. Sampling procedures and tables for inspection by attributes.

#### **7.4.2.7.1 Especificaciones Particulares**

##### **Fibra Óptica**

Todos los cables deben ser construidos bajo un proceso de control de calidad ISO 9001 como mínimo. Las fibras deben estar recubiertas por capas de material resistente principalmente a la luz ultravioleta, que brinden, además:

- > Protección a la fibra contra atenuación por micro flexión
- > Resistencia contra abrasiones y cortes
- > Aumento de su fiabilidad
- > Mejoras a la estabilidad hidrolítica
- > Mayor resistencia mecánica a la fibra
- > Protección contra la humedad

Adicionalmente, las fibras deberán ser producto de un diseño tal que no se rompan o disminuyan su resistencia mecánica, después de las vibraciones y tensiones impuestas al cable. Cada fibra óptica deberá estar recubierta con una capa coloreada que permita su identificación de acuerdo con las normas correspondientes.

Para contar con uniformidad en las fibras ópticas con las que se construye el OPGW, todos los hilos de fibra deberán pertenecer a un mismo tiraje y el fabricante cumplirá con la presentación de los certificados correspondientes que acrediten lo solicitado.

### **Cable de Guarda con Fibra Óptica (PGW)**

La parte metálica del cable OPGW cumple con la función de proteger a la línea de transmisión contra las descargas atmosféricas.

El diseño del cable con fibra óptica OPGW, deberá ser tal que soporte las tensiones mecánicas, fuerzas de compresión y curvatura esperadas durante el proceso de transporte, montaje, instalación y operación, también deberá soportar la corriente de cortocircuito del sistema sin daño alguno a los materiales ni a la función de transmisión de la información.

El cable OPGW se requiere con características especiales para ser instalados y que trabajen por lo menos por el tiempo de 25 años, en la zona de la costa. Las espiras y los elementos metálicos que conforman el cable OPGW deberán ser construidas por completo de acero inoxidable, aluminio y/o alumoweld, tal que cumplan con los requerimientos aquí indicados.

Los alambres que conforman las coronas de hilos, según aplique, deberán cumplir con las exigencias de las normas indicadas en los Requerimientos Generales según los materiales de fabricación.

Los valores ofrecidos por el fabricante son nominales y permitirán solo las tolerancias especificadas en las normas, a excepción de los valores descritos en los datos técnicos garantizados entregados por el fabricante.

El núcleo óptico debe construirse utilizando uno o más tubos holgados para albergar las 24 fibras ópticas, el o los tubos holgados siempre deberán estar por debajo de la capa conductora superior del cable por razones de protección mecánica y eléctrica de las fibras ópticas en dicho/s tubo/s albergadas. El o los tubos deben ser fabricados en material resistente a altas temperaturas con un relleno de compuesto gel higroscópico que impida la penetración de agua.

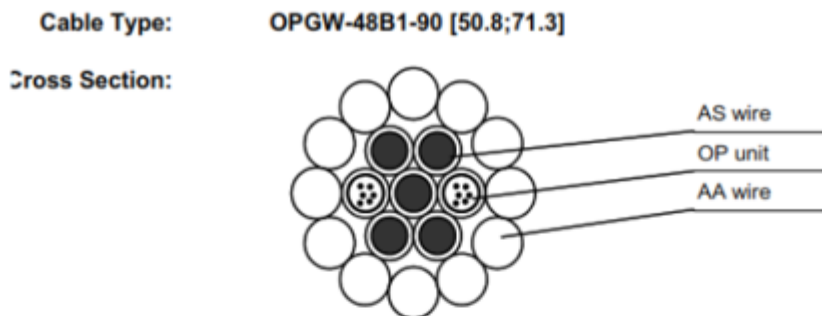
El o los tubos deben proporcionar protección holgada a las fibras y ser fabricados por extrusión alrededor de estas, garantizando que, en ninguna circunstancia en condiciones normales, la fibra trabajará bajo tensión debido a la longitud extra de fibra respecto a la longitud del cable.

El o los tubos donde se albergan las fibras ópticas deberán estar protegidos a la vez como refuerzo para protección mecánica tanto como para protección eléctrica y colaborará con la disipación térmica.

El código de colores deberá ser de fácil reconocimiento y cumplir con normas establecidas.

La coloración aplicada a las fibras debe ser de tonalidades diferentes y de fácil reconocimiento.





ESTRUCTURA	MATERIAL	No	MATERIAL	No	MATERIAL DIA	
	FIBRA	G,652	48	G,655	0	
CENTRO	20,3% AS alambre	1			Diametro	2,60 mm
CAPA 1	20,3% AS alambre	4	AA alambre	0	Diametro	2,55 mm
	Tubo Central	2	Fibras (todo el tubo)	48	Diametro	2,50 mm
CAPA 2	20,3% AS alambre	0	AA alambre	12	Diametro	2,55 mm

DATOS TECNICOS	Según los estándares IEC, IEEE, DLT 832, GB/T 7424.4	
	La dirección de trenzado de la capa exterior es hacia la derecha (trenzado en Z)	
	Diametro de cable	12,80 mm
	Peso del cable	372 kg/km
	Sección transversal	87,0 mm <sup>2</sup>
	Sección del alambre AS	25,74 mm <sup>2</sup>
	Sección del alambre AA	61,28 mm <sup>2</sup>
	Tasa de resistencia a la tracción (RTS)	50,8 KN
	Módulo de elasticidad (E)	93,7 KN/mm <sup>2</sup>
	Coefficiente de elongación térmica	17,9x10 <sup>-6</sup> °C
	Estrés de trabajo máximo permitido (40% RTS)	233,7 N/mm <sup>2</sup>
	Estado de todos los días (EDS) (18% - 25% RTS)	105,2 - 146,1 N/mm <sup>2</sup>
	Estrés excepcional máximo (70% RTS)	409,0 N/mm <sup>2</sup>
	Resistencia CC	0,468 Ω/Km
	Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> , 20 °C-200 °C)	8,4 KA
Capacidad de corriente de cortocircuito I <sup>2</sup> t	71,3 KA <sup>2</sup> S	
Radio de curvatura mínimo instalación:	256 mm	
Operando:	192 mm	
Relación entre tracción y peso	14,0 Km	
RANGO DE TEMPERATURA	Instalación	-10°C +50°C
	Transporte y operación	-40°C +80°C

**Figura 7-6 Características del Cable de Fibra Óptica**

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

### Herrajes y Accesorios para Fijación del Cable OPGW

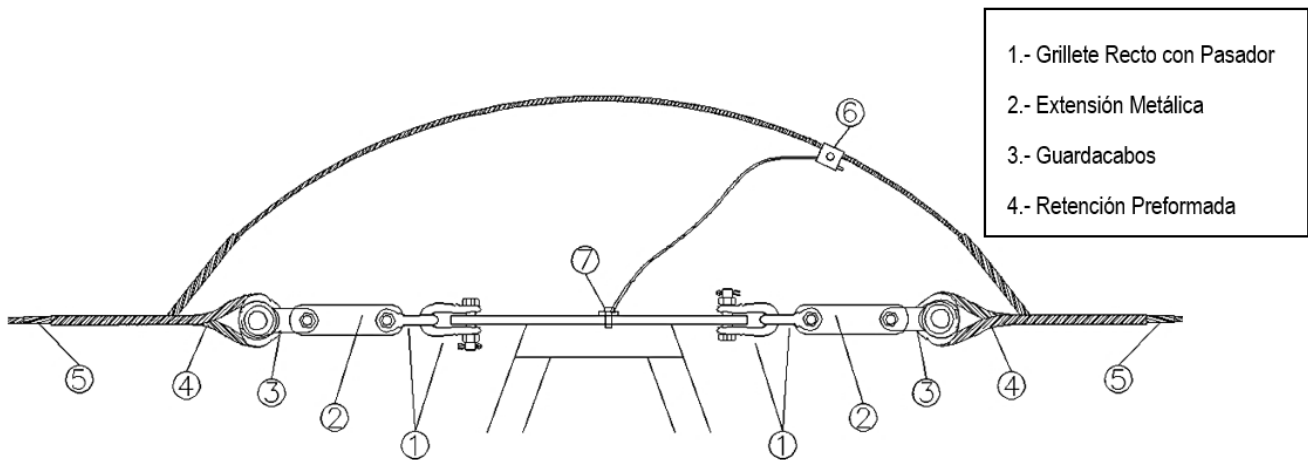
Los herrajes y accesorios de fijación del cable OPGW deberán estar compuestos por acero inoxidable, acero galvanizado, aluminio y/o alumoweld.

Todos los materiales ferrosos serán galvanizados en caliente de acuerdo con la norma ASTM-A153. Ningún material será galvanizado antes de haberse fabricado, excepto las tuercas que pueden ser roscadas después de galvanizadas.

Los herrajes y accesorios, así como las cajas de empalmes deben cumplir con las características garantizadas especificadas en los formularios respectivos.

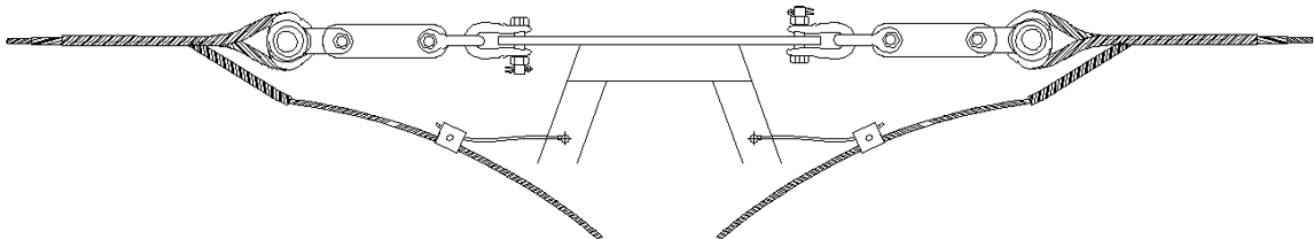
### Herrajes de Retención o Amarre, Bajantes y Pasantes para el Cable de Guarda OPGW

- > Los herrajes de retención o amarre pasantes (Figura 7-7) y bajantes (Figura 7-8), para el cable de guarda OPGW deberán ser de acero galvanizado y aluminio, según el cable OPGW.
- > Los accesorios o conjuntos de retención o amarre deberán ser completos, para los dos extremos, tanto en el caso de los pasantes como para los bajantes (para torres con cajas de empalme).
- > Las prolongas para el accesorio pasante deberán ser de 30 cm de longitud y para el accesorio bajante deberán ser de 60 cm de longitud.
- > Las tuercas y tornillos deberán ser de acero galvanizado en caliente. La presión sobre el cuerpo de la grapa de aluminio deberá obtenerse con la colocación de arandelas cónicas. Las tuercas y las cabezas de los tornillos deberán ser hexagonales y deberán presentar facilidad para el montaje y desmontaje con herramientas usuales.
- > En las fijaciones de los pernos deberán preverse medios que eviten su aflojamiento debido a la vibración, empleando arandelas de presión, tuercas, contratueras y otros dispositivos adecuados.
- > Para la puesta a tierra del cable de guarda OPGW, en los conjuntos de retención, se utilizarán grapas adecuadas y chicote o colilla con terminales para una perfecta conexión del cable de guarda OPGW a las estructuras.



**Figura 7-7 Referencia de conjunto de amarre pasante de OPGW para ser instalado en los 2 extremos de la torre**

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

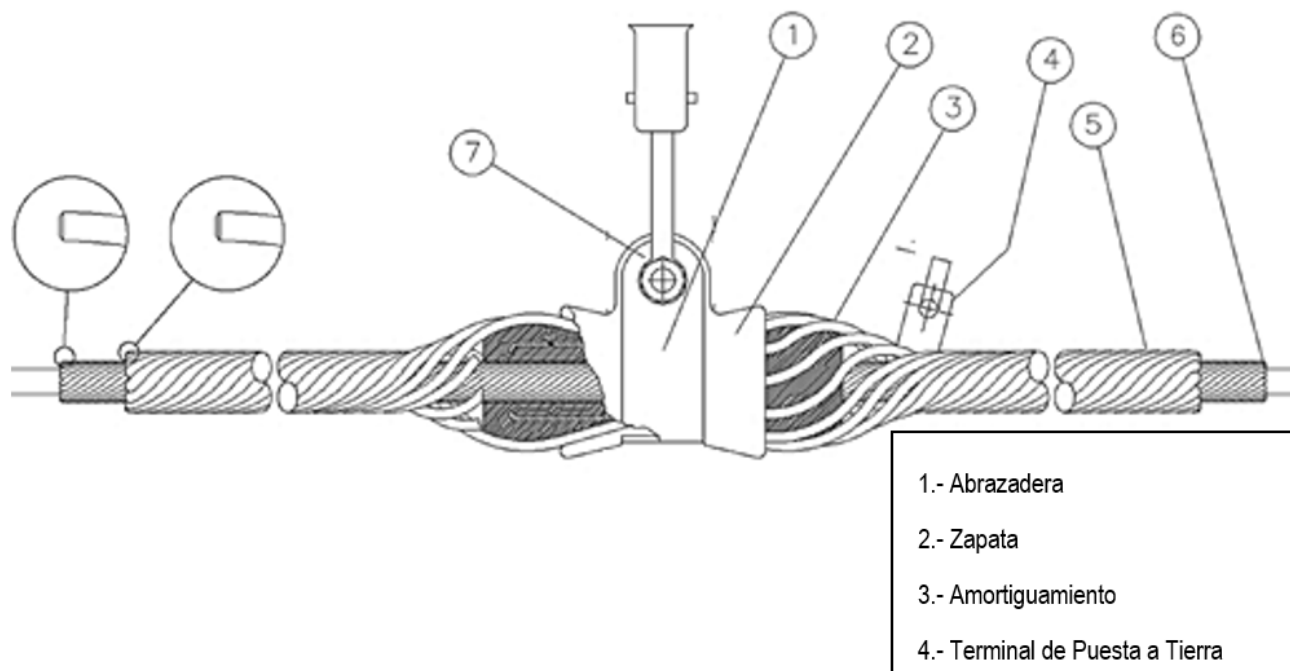


**Figura 7-8 Referencia de conjunto de amarre bajante de OPGW para ser instalado en los 2 extremos de la torre**

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

### Herrajes de Suspensión para el Cable de Guarda OPGW

Las estructuras en donde será instalado el OPGW están diseñadas para dos hilos de guarda, por lo que el herraje será instalado suspendido (Figura 7-9) en el vértice que para este fin dispone la torre, el herraje de suspensión será construido con materiales preformados AGS ("Armour Grip Suspensión"), en aluminio resistente a la corrosión. La grapa de fijación, grilletes, eslabones y pernos que requiera, deberán ser de acero inoxidable o acero galvanizado.



**Figura 7-9 Referencia de herraje de suspensión para instalar en el vértice de la torre**

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Las varillas de los preformados deberán tener un paso adecuado para evitar problemas mecánicos o eléctricos capaces de afectar el comportamiento del cable.

Las tuercas y tornillos deberán ser de acero galvanizado en caliente. La presión sobre el cuerpo de la grapa de aluminio deberá obtenerse con la colocación de arandelas cónicas. Las tuercas y las cabezas de los tornillos deberán ser hexagonales y deberán presentar facilidad para el montaje y desmontaje con herramientas usuales.

En las fijaciones de los pernos deberán preverse medios que eviten su aflojamiento debido a la vibración, empleando arandelas de presión, tuercas, contratuercas y otros dispositivos adecuados.

Resistencia mínima a la tracción igual al 95% de la tensión de rotura del cable de guarda OPGW especificado.

Carga de deslizamiento no inferior al 20 % ni superior al 25 % de la tensión de rotura del cable OPGW especificado, para lo cual deberá adecuarse el torque de los tornillos y permitir el deslizamiento del cable cuando la tensión se encuentre dentro de dicho rango.

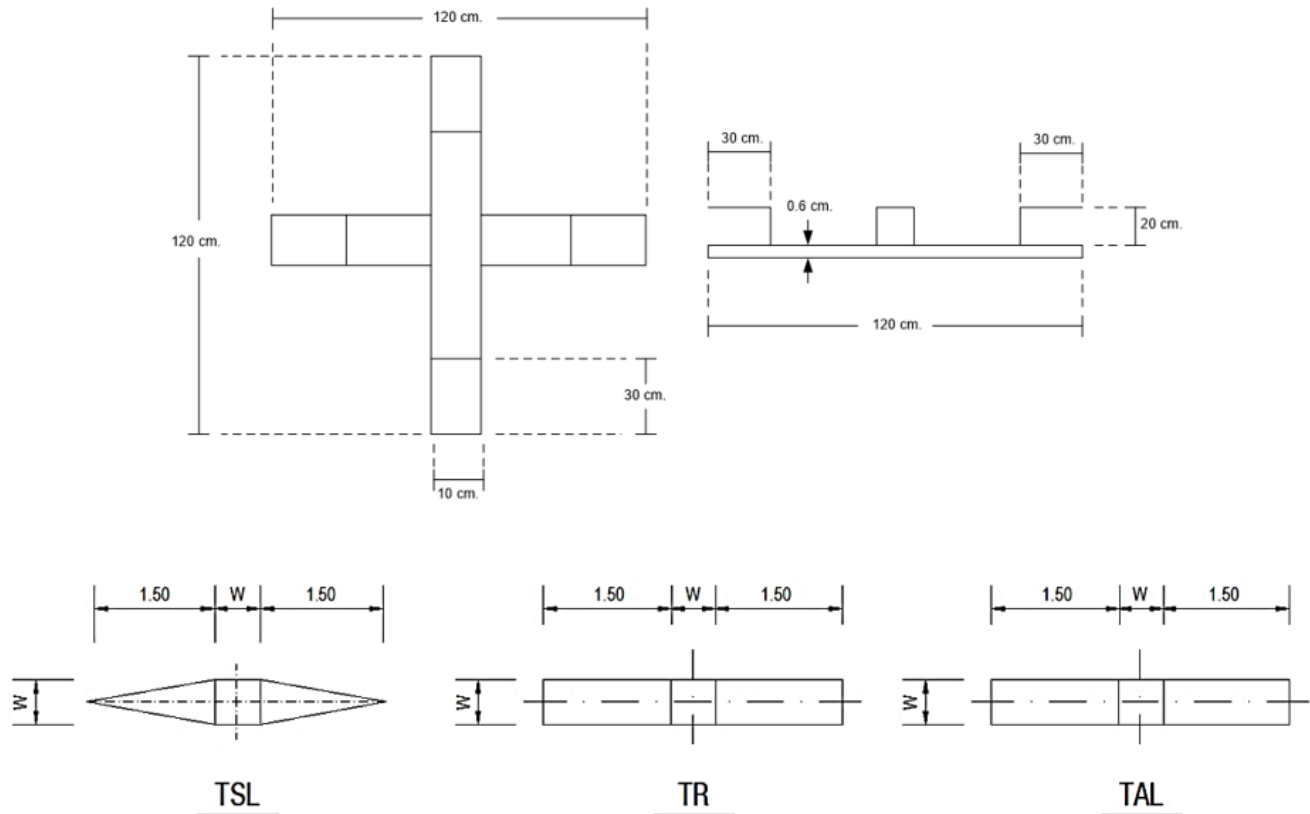
Ángulos de salida del cable de por lo menos 18o hacia abajo y 5o hacia arriba, con respecto al plano horizontal de la grapa.

Para la puesta a tierra del cable de guarda OPGW, en los conjuntos de suspensión, se utilizarán grapas adecuadas y chicote o colilla con terminales para una perfecta conexión del cable de guarda OPGW a las estructuras.

### Cruceta para Escolta o Reserva de Cable de Guarda OPGW

Las crucetas para escolta o reserva de cable OPGW, serán de acero galvanizado y deberán ser diseñados de tal manera que puedan ser instaladas sobre las torres o postes utilizando cinta inoxidable para su fijación.

Las crucetas deberán ser de al menos 120 cm (60 cm por cada uno de los cuatro lados) y la “C” que albergará la escolta de cable estará en cada extremo de la cruz, será de 30 cm x 20 cm; el espesor será de 0,6 cm y el ancho de 10 cm, para toda la platina utilizada en la construcción de la cruceta.



**Figura 7-10 Referencia de cruceta para escolta o reserva de cable OPGW**

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

### Grapas para colocar el Chicote de Puesta a Tierra del Cable de Guarda OPGW

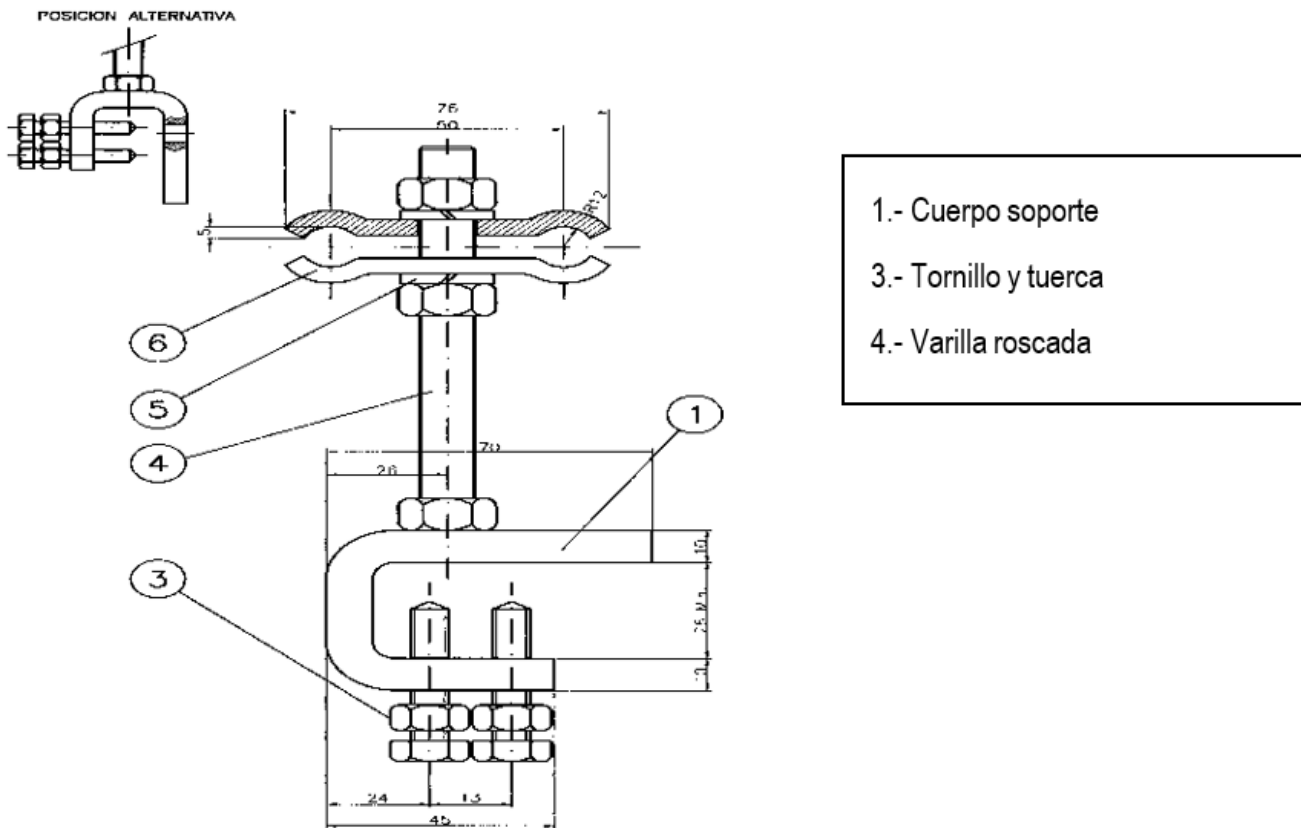
En caso de que se utilicen grapas paralelas o dobles para conectar la colilla o chicote de puesta a tierra, estas deberán ser diseñados de tal manera que puedan ser instaladas sobre los preformados de protección del OPGW y acoplarse a la colilla o chicote que conecta con la estructura, tanto en los herrajes de suspensión como en los herrajes de retención.

Las tuercas y los pernos deberán ser de acero galvanizado en caliente. La presión sobre el cuerpo de la grapa de aluminio deberá obtenerse con la colocación de arandelas cónicas. Las tuercas y las cabezas de los tornillos deberán ser hexagonales y deberán presentar facilidad para el montaje y desmontaje con herramientas usuales, el chicote o colilla deberá ser de aluminio o alumoweld, que garantice una buena conducción en caso de descargas atmosféricas, inducciones o corrientes de cortocircuito.

### Grapas de Anclaje y Bajada para el Cable de Guarda OPGW

Para las grapas de anclaje y bajada, se presenta una referencia en la Figura 7-11, en el cable de guarda OPGW, se utilizarán accesorios guías bifilares para los dos cables, los cuales serán metálicos, de aluminio o acero galvanizado con revestimiento interno de caucho o neopreno para protección del cable OPGW. Los pernos deberán estar previstos de arandela de presión y tuerca hexagonal.

Las tuercas deberán ser de acero galvanizado en caliente. La presión sobre el cuerpo de la grapa de aluminio deberá obtenerse con la colocación de arandelas cónicas. Las tuercas y las cabezas de los tornillos deberán ser hexagonales y deberán presentar facilidad para el montaje y desmontaje con herramientas usuales.



**Figura 7-11 Referencia de grapa de bajada para OPGW**

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

### Elementos Preformados

Los elementos preformados deberán obtenerse mediante el proceso de formación helicoidal de varillas. El número de varillas deberá ser adecuado para su aplicación, compatible con el cubrimiento periférico, sin separación entre las varillas del conjunto.

### Varillas preformadas para protección

Las varillas preformadas para protección deberán ser de acero inoxidable, aluminio o de una aleación de aluminio apropiada, con los extremos redondeados y ligeramente aplanados de tal manera que se tenga una transición suave sobre el cable.

Deberán marcarse en el centro con tinta indeleble para facilitar su instalación y deberán codificarse para identificar adecuadamente los tipos de cables en los cuales pueden emplearse.

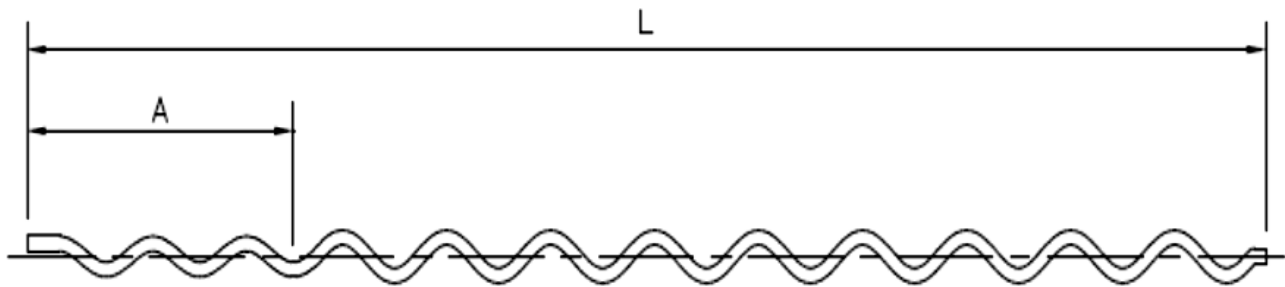
### Varillas preformadas para amarre

Las varillas preformadas para amarre podrán ser de acero inoxidable, acero recubierto con aluminio (alumoweld), con los extremos redondeados y completamente recubiertos con aluminio y ligeramente aplanados de tal manera que se tenga una transición suave sobre el cable.

### Amortiguadores OPGW

Los amortiguadores de OPGW deberán ser de tipo espiral o con preformado para su instalación (Figura 7-12), apropiados para amortiguar efectivamente la vibración eólica en un rango de frecuencias que puedan producir daños al cable OPGW, y deberán ser suministrados con todos los elementos para su montaje.

El amortiguador deberá ser de la misma calidad y cumplir con las mismas exigencias especificadas para las grapas de suspensión de los cables de fase y el cable de guarda convencional, donde sean aplicables.



**Figura 7-12 Referencia de amortiguador tipo espiral para OPGW**

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

#### **7.4.2.7.2 Cajas de Empalme, Terminales de Fibra Óptica (ODF's) y Conectores**

##### **Cajas de Empalme para Torres Intermedias y Pórticos, 24 Fibras Ópticas**

Para los empalmes se deberán suministrar las cajas apropiadas, mismas que estarán construidas con protección a la intemperie y serán totalmente herméticas. Estas cajas se deberán instalar en las torres, postes y en los pórticos.

Tanto las cajas de empalme como las cajas de interconexión y los terminales ópticos deberán ser suministrados con un 25% de los accesorios de fusión adicionales, es decir, protecciones de empalme, bandejas, pig tails y patch cords.

Las cajas serán metálicas resistentes a la intemperie, a la corrosión y a impactos; deberán poseer sellamiento para polvo y agua IP-64 o mejor, para no permitir la penetración de humedad y polvo; después de la instalación el ingreso de los cables deberá quedar perfectamente sellado. Las tapas deberán tener llaves para permitir el acceso a su interior. Las cajas se suministrarán con todos los elementos para ser fijada en las torres; las cajas deberán garantizar la seguridad eléctrica del operario durante mantenimiento.

Estas cajas deberán permitir su instalación en la parte alta de las torres a una altura de 7m sobre el suelo y cumplir con las siguientes características mínimas:

- > Contar con espacio suficiente para alojar un bucle de cable de fibra óptica de reserva.
- > A prueba de impactos, las cajas para OPGW deben tener una cobertura construida con metal de al menos 0,5 cm de espesor.
- > A prueba de intemperie, con cerramiento hermético que impida la entrada de humedad en particular.
- > Sin porosidades: no deberán mostrar ningún escape después de 48 horas de haberle suministrado gas a una presión de 0,5 – 0,1 kg/cm<sup>2</sup>.

- > A prueba de humedad: los cierres no deberán presentar humedad después de haber sido sumergido en agua por una hora con una presión de 1,1 kg/cm<sup>2</sup>.
- > Prueba de presión: El cierre no deberá presentar fisuras ni deformación después de aplicarle 150 kg\*f, a una velocidad de 10 m/s.
- > Que sean reutilizables.

Los empalmes ópticos deberán estar dispuestos dentro de las cajas de empalme en bandejas flexibles que permitan la manipulación de una determinada fibra (mínimo 48 fibras).

Dentro de los suministros se deberán incluir las cajas de empalme para torres y/o postes, con todos los accesorios necesarios para su correcta instalación. Estas cajas deberán poder ser instaladas en las torres, postes de energía y en los pórticos.

Estas cajas deberán estar equipadas con los elementos necesarios para alojar los empalmes requeridos conforme al cable suministrado, teniendo en cuenta que por bandeja se deberán instalar 12 empalmes como máximo para evitar que se generen pérdidas debidas a macrocurvaturas en las fibras.

Los empalmes deberán efectuarse mediante el método de fusión térmica. La porción de cable con fibra óptica empalmada deberá ser protegida mediante un tubo aislante termocontractil, los cuales deberán ser suministrados con las cajas empalme.

#### **Terminales de Distribución para el Cable de Fibra Óptica (ODF's)**

Estos terminales de distribución deberán presentar características adecuadas al tipo de cable de fibra óptica con que se termina en ellas. Estas se refieren al número de salidas, calibre de la fibra a utilizar, tipo de conectores, etc. Así mismo deben tener la holgura suficiente para efectuar trabajos de instalación, operación y mantenimiento, y, en lo posible disponer de compartimientos para albergar la reserva suficiente del cable de fibra óptica y el espacio para que esté cómodo el cable fusionado con los pig-tails. También tendrán las protecciones necesarias y suficientes para que, con la manipulación de la bandeja con las fibras ópticas, estas no sufran ningún tipo de estrés.

Las conexiones de las fibras del cable que viene por canaleta o ducto desde el pórtico de la subestación hasta estas cajas terminales deben ser del tipo de empalme por fusión al interior de la caja.

Los distribuidores ópticos deberán tener como mínimo las siguientes facilidades:

- > Manejo, manipulación e identificación de las fibras;
- > Interconexión de los cables;
- > Protección mecánica para las fibras y conectores;
- > Protección de las fibras y los empalmes contra el deterioro por condiciones ambientales;
- > Protección de las fibras y conectores contra el polvo; y,

Los conectores del ODF y los terminales de los pig-tails, serán del tipo SC UPC planos y deberán presentar los protocolos de pruebas correspondientes.

Tanto las cajas de empalme como las cajas de interconexión y los terminales ópticos deberán ser suministrados con un 25% de los accesorios de fusión adicionales, es decir, protecciones de empalme, bandejas, pig tails y patch cords.

#### **7.4.2.7.3 Conectores**

Todos los conectores para fibra óptica tienen pérdidas de inserción con valores aproximados de pérdida menores a 0,25 dB, serán de alta resistente mecánica, inmunes a la contaminación y a las condiciones ambientales, así como los Pig tails, patch cords, empalmes mecánicos, micro sleeves y demás materiales.

La información meteorológica de interés para el estudio electromecánico de la línea, tal como temperaturas y vientos en la zona de influencia del proyecto, se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 7-35 Información Meteorológica del Tramo de la Línea de Transmisión**

Parámetro	Característica	Valor
Cotas	Máxima	7 msnm
	Mínima	4 msnm
Temperaturas	Mínima	10°C
	Máxima	40°C
Velocidad de viento	Máxima	60 km/h

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Enrix, mayo 2022

#### **7.4.2.8 Diseño Electromecánico**

##### **7.4.2.8.1 Cálculo Mecánico de Conductores**

Para el cálculo de los valores de tensión y flecha del conductor y cable de guarda OPGW se ha utilizado el programa digital "ECUACIÓN DE CAMBIO DE ESTADO" desarrollado por el Ing. Jorge Santillán B.; este software permite resolver la ecuación de tercer orden que sirve para evaluar el efecto térmico y mecánico al que va a estar sometido el conductor de aluminio en las líneas aéreas, ha sido probado en anteriores diseños del Sistema Nacional de Transmisión (SNT) obteniendo excelentes resultados.

Es importante recalcar que para el diseño de las líneas de transmisión se debe tener cierta metodología debido al esfuerzo que van a estar sometidos los conductores y estructuras por las condiciones de emplazamiento que se tiene en los lugares de instalación, por lo tanto, para el diseño mecánico de los conductores se ha considerado los siguientes escenarios climatológicos básicos para el análisis:

- > Estado de todos los días (Every Day Stress)
- > Estado de mínima temperatura (Solo Hielo)
- > Estado de máxima carga mecánica (Solo Viento)
- > Estado de máxima temperatura o máxima flecha

##### **Estado de Todos los Días (EDS)**

En la práctica de diseño de líneas de transmisión, se recomienda que para (EDS) se considere un valor límite de 25% de la tensión de rotura del conductor (factor de seguridad 4), en consideración de que es una línea de transmisión con componente rural con vanos de hasta 500 m se considera realizar el estudio al 22% de la tensión de rotura. En la zona urbana donde existen mayores ángulos de nivel de deflexión y los vanos deben ser más cortos, se ha elegido una tensión de EDS igual al 10% de la tensión de rotura.

##### **Estado de mínima temperatura**

La condición de temperatura ambiente es de 5 °C sin viento y los conductores no deben sobrepasar del 35% de la tensión de rotura.

##### **Estado de máxima carga mecánica**

La condición de temperatura ambiente es de 25°C y con una presión causada por un viento a una velocidad de 90 km/h. Los conductores no deben sobrepasar del 35% de la tensión de rotura.



### Estado de máxima temperatura o máxima flecha

La temperatura ambiente será 35 °C y la temperatura del conductor será de 60°C (efecto joule) y sin presión debida al viento. En todas las condiciones mecánicas anteriores el cable guardia debe tener una flecha inferior al 90% de la flecha del conductor en condiciones iniciales.

El cálculo de las tensiones del conductor ACAR 500 estandarizados de esta manera las estructuras y diseñados para la peor de las condiciones.

**Tabla 7-36 Entrada de Datos al Programa en Excel para-ACAR 500**

Datos de Ingreso del Conductor			
Tipo de conductor		ACAR	500
Calibre	500	composición	18/19
VANO (m)	150	TR(kg)	5990
P0(kg/m)	0,696	P1	0,696
AR(mm <sup>2</sup> )	353	%TR	10% - 22%
E(kg/mm <sup>2</sup> )	6374,00	TO	1317,8
ALFA(1/°C)	2.30E-05	Diam(m)	0,02066
t1(°C)	25	Zona	Tropical
t2(°C)	5	Variación del vano	25
Velocidad de viento		km/h	90

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022  
Elaborado por: Entrix, mayo 2022

**Tabla 7-37 Entrada de datos al programa en Excel para OPGW**

Datos de Ingreso del OPGW			
Tipo de conductor		OPGW	48 fibras
Calibre	NA	Composición	6/1
VANO (m)	150	TR (kg)	5649
P0(kg/m)	0,374	P1	0,374
AR (mm <sup>2</sup> )	88,8	%TR	6% - 14,0%
E(kg/mm <sup>2</sup> )	9952	TO	338,94
ALFA(1/°C)	1,74E-05	Diam(m)	0,0126
t1(°C)	25	Zona	Costa
t2(°C)	5	Variación del vano	10
Velocidad de viento		km/h	90

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022  
Elaborado por: Entrix, mayo 2022

### Donde:

- P0, P1**            Peso unitario del cable en kg/m
- AR**                Sección transversal del cable en mm<sup>2</sup>
- T1, T2**            Temperatura inicial y final en ° C
- TR**                Tensión de rotura del cable en kg
- To**                Tensión Every Day Stress EDS en kg

**E** Coeficiente de elasticidad en kg/mm<sup>2</sup>  
**Alfa** Coeficiente de dilatación térmica en 1/°C

**Conductor ACAR 500 MCM**

Ecuación de cambio de estado al 22% (componente rural)

**Tabla 7-38 Cálculo para conductor ACAR 500 (componente rural)**

Cálculo de Tensiones Mecánicas del Conductor						
Tipo de Conductor:			ACAR 500MCM			
Datos Básicos del Conductor						
Calibre	500 MCM		Composición		Al/Ac	18/19
Peso	kg/m	0,696	Tensión de rotura		kg	5990
Diámetro	m	0,02066	Área total		mm <sup>2</sup>	353
Módulo de elasticidad	kg/mm <sup>2</sup>	6374	Coeficiente de dilatación		1/°C	2,3E-05
Estados de carga	Mínima temperatura	Máxima carga	De todos los días	Máxima temperatura	Zona	costa
Temperatura(°C)	5	18	25	60	PARAMETRO	FLECHA
Velocidad de viento(km/h)	0	90	0	0		
Porcentaje de la tensión de rotura	33%	33%	22%	22%		
Tensión máxima (kg)	1 977	1 977	1 318	1 318		
Vano(m)	Tensión (kg)	Tensión (kg)	Tensión (kg)	Tensión (kg)	m	m
150	2016	1817	1318	747	1074	2,6
175	1927	1841	1318	812	1167	3,3
200	1842	1862	1318	869	1248	4,0
225	1766	1880	1318	917	1317	4,8
250	1700	1896	1318	959	1378	5,7
275	1645	1910	1318	995	1430	6,6
300	1599	1922	1318	1027	1476	7,6
325	1560	1932	1318	1055	1516	8,7
350	1529	1940	1318	1079	1551	9,9
375	1503	1948	1318	1101	1581	11,1
400	1481	1955	1318	1120	1609	12,4
425	1463	1960	1318	1136	1633	13,8
450	1447	1966	1318	1151	1654	15,3
475	1434	1970	1318	1164	1673	16,9
500	1423	1974	1318	1176	1690	18,5
525	1413	1977	1318	1187	1705	20,2
550	1405	1981	1318	1196	1719	22,0
575	1397	1983	1318	1205	1731	23,9

Cálculo de Tensiones Mecánicas del Conductor						
Tipo de Conductor:			ACAR 500MCM			
Datos Básicos del Conductor						
600	1391	1986	1318	1213	1742	25,8

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

Ecuación de cambio de estado al 10 % (componente urbano)

**Tabla 7-39 Cálculo para conductor ACAR 500 (componente urbano)**

Cálculo de Tensiones Mecánicas del Conductor						
Tipo de Conductor:			ACAR 500MCM			
Datos Básicos del Conductor						
Calibre	500 MCM		Composición		Al/Ac	18/19
Peso	kg/m	0,696	Tensión de rotura		kg	5990
Diámetro	m	0,02066	Área total		mm <sup>2</sup>	353
Módulo de elasticidad	kg/mm <sup>2</sup>	6374	Coeficiente de dilatación		1/°C	2,3E-05
Estados de carga	Mínima temperatura	Máxima carga	De todos los días	Máxima temperatura	Zona	sierra
Temperatura(°C)	-5	5	10	45	PARAMETRO	FLECHA
Velocidad de viento(km/h)	0	90	0	0		
Porcentaje de la tensión de rotura	21%	21%	10%	10%		
Tensión máxima (kg)	1 258	1 258	599	599		
Vano(m)	Tensión (kg)	Tensión (kg)	Tensión (kg)	Tensión (kg)	m	m
50	2203	883	599	252	363	0,9
60	-663	888	599	289	415	1,1
70	985	893	599	321	462	1,3
80	914	896	599	350	503	1,6
90	854	899	599	375	539	1,9
100	807	902	599	397	571	2,2
110	770	904	599	417	599	2,5
120	742	905	599	434	624	2,9
130	719	907	599	449	646	3,3
140	702	908	599	463	665	3,7
150	688	909	599	475	682	4,1
160	676	910	599	485	697	4,6
170	667	911	599	495	711	5,1
180	659	911	599	503	723	5,6

Proyecto No 10490408

<b>Cálculo de Tensiones Mecánicas del Conductor</b>						
<b>Tipo de Conductor:</b>			<b>ACAR 500MCM</b>			
<b>Datos Básicos del Conductor</b>						
190	653	912	599	510	733	6,2
200	647	912	599	517	743	6,7
210	643	913	599	523	752	7,3
220	639	913	599	529	759	8,0
230	635	913	599	533	766	8,6

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Enrix, mayo 2022

### OPGW G652 de 48 Fibras

Ecuación de cambio de estado al 14 %, (componente rural)

**Tabla 7-40 Cálculo para Hilo de guarda OPGW (componente rural)**

<b>Cálculo de Tensiones Mecánicas del Conductor</b>						
<b>Tipo de Conductor:</b>			<b>OPGW 48 fibras</b>			
<b>Datos Básicos del Conductor</b>						
<b>Calibre</b>	0		<b>Composición</b>		Al/Ac	18/19
<b>Peso</b>	kg/m	0,374	<b>Tensión de rotura</b>		kg	5649
<b>Diámetro</b>	m	0,0126	<b>Área total</b>		mm <sup>2</sup>	88,8
<b>Módulo de elasticidad</b>	kg/mm <sup>2</sup>	9952,43	<b>Coefficiente de dilatación</b>		1/°C	1,7E-05
<b>Estados de carga</b>	<b>Mínima temperatura</b>	<b>Máxima carga</b>	<b>De todos los días</b>	<b>Máxima temperatura</b>	<b>Zona</b>	<b>costa</b>
<b>Temperatura(°C)</b>	5	18	25	60	<b>PARAMETRO</b>	<b>FLECHA</b>
<b>Velocidad de viento(km/h)</b>	0	90	0	0		
<b>Porcentaje de la tensión de rotura</b>	25%	25%	14%	14%		
<b>Tensión máxima (kg)</b>	1 412	1 412	791	791		
<b>VANO(m)</b>	<b>Tensión (kg)</b>	<b>Tensión (kg)</b>	<b>Tensión (kg)</b>	<b>Tensión (kg)</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
150	1024	1018	791	511	1366	2,1
175	1003	1043	791	540	1445	2,6
200	982	1065	791	566	1514	3,3
225	963	1086	791	589	1574	4,0
250	945	1105	791	608	1626	4,8
275	928	1122	791	625	1672	5,7
300	913	1137	791	641	1713	6,6
325	900	1151	791	654	1749	7,5
350	889	1163	791	666	1781	8,6
375	879	1175	791	677	1809	9,7
400	870	1185	791	686	1834	10,9

Cálculo de Tensiones Mecánicas del Conductor						
Tipo de Conductor:			OPGW 48 fibras			
Datos Básicos del Conductor						
425	862	1194	791	694	1857	12,2
450	856	1202	791	702	1877	13,5
475	850	1210	791	709	1895	14,9
500	845	1217	791	715	1911	16,4
525	840	1223	791	720	1926	17,9
550	836	1228	791	725	1939	19,5
575	833	1233	791	730	1951	21,2
600	829	1238	791	734	1961	22,9

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

Ecuación de cambio de estado al 6%, (componente urbano)

**Tabla 7-41 Cálculo para Hilo de guarda OPGW (componente urbano)**

Cálculo de Tensiones Mecánicas del Conductor						
Tipo de Conductor:			OPGW-48 fibras			
Datos Básicos del Conductor						
Calibre	0		Composición		Al/Ac	18/19
Peso	kg/m	0,374	Tensión de rotura		kg	5649
Diámetro	m	0,0126	Área total		mm <sup>2</sup>	88,8
Módulo de elasticidad	kg/mm <sup>2</sup>	9952,43	Coeficiente de dilatación		1/°C	1,7E-05
Estados de carga	Mínima temperatura	Máxima carga	De todos los días	Máxima temperatura	Zona	sierra
Temperatura(°C)	-5	5	10	45	PARAMETRO	FLECHA
Velocidad de viento(km/h)	0	90	0	0		
Porcentaje de la tensión de rotura	17%	17%	6%	6%		
Tensión máxima (kg)	960	960	339	339		
VANO(m)	Tensión (kg)	Tensión (kg)	Tensión (kg)	Tensión (kg)	m	m
50	508	466	339	164	440	0,7
60	487	477	339	184	493	0,9
70	466	487	339	202	539	1,1
80	447	496	339	217	579	1,4
90	431	503	339	230	614	1,6
100	417	510	339	241	644	1,9
110	406	515	339	251	670	2,3
120	396	520	339	259	693	2,6
130	389	524	339	267	713	3,0

<b>Cálculo de Tensiones Mecánicas del Conductor</b>						
<b>Tipo de Conductor:</b>			<b>OPGW-48 fibras</b>			
<b>Datos Básicos del Conductor</b>						
140	382	528	339	273	731	3,4
150	377	531	339	279	746	3,8
160	372	534	339	284	760	4,2
170	369	536	339	289	772	4,7
180	366	538	339	293	783	5,2
190	363	540	339	297	793	5,7
200	361	542	339	300	802	6,2
210	359	543	339	303	809	6,8
220	357	544	339	305	816	7,4
230	355	546	339	308	823	8,0

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Enrix, mayo 2022

### **Conclusiones del Cálculo Mecánico del Conductor**

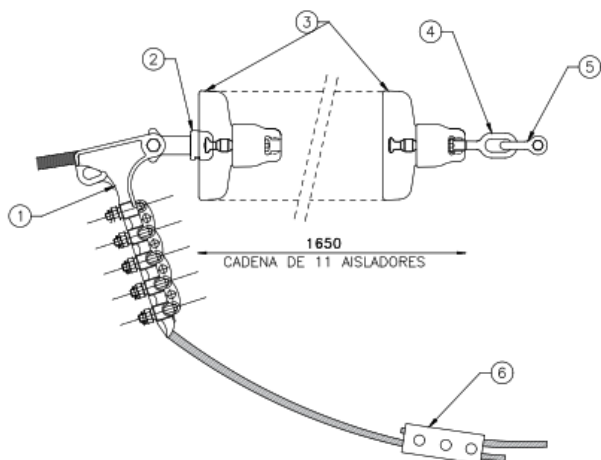
- > El conductor que será tendido en las zonas urbanas está sujeto a una Tensión EDS de 599 kg que corresponde al 10% de la Tensión de Rotura y su Tensión Máxima es 902 kg.
- > El conductor que será tendido en la zona rural está sujeto a una Tensión EDS de 1318 kg que corresponde al 22% de la Tensión de Rotura y su Tensión Máxima es 1922 kg.
- > El cable de OPGW que será tendido en las estructuras correspondientes a la zona urbana está sometido a una tensión EDS de 339 kg que corresponde al 6% de la Tensión de Rotura y su Tensión Máxima es 510 kg.
- > El cable de OPGW que será tendido en las estructuras correspondientes a la zona rural está sometido a una tensión EDS de 791 kg que corresponde al 14% de la Tensión de Rotura y su Tensión Máxima es 1137 kg.

#### **7.4.2.8.2 Aislamiento**

Para la selección del aislamiento de la línea de transmisión de 138 kV, se efectuó bajo ciertos criterios, mismos que corresponden a los siguientes:

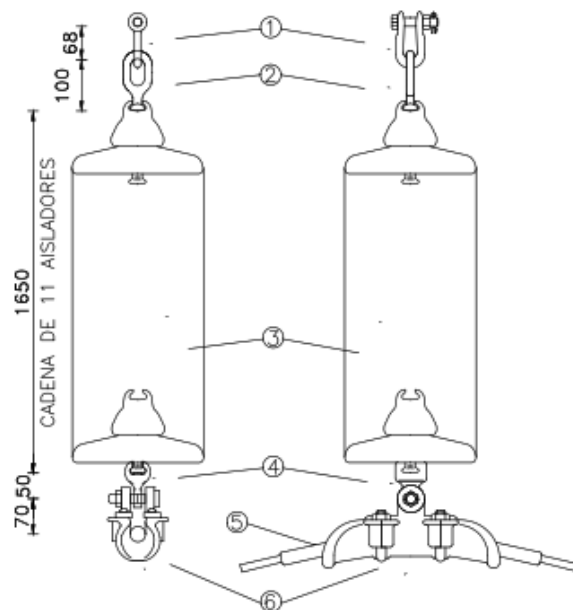
- > Selección por consideraciones mecánicas:
  - Cadena de suspensión
  - Cadena de anclaje.
- > Selección por aspectos eléctricos:
  - A frecuencia industrial y distancia de fuga
  - Por sobretensión atmosférica

El aislamiento consistirá en la ubicación de cadenas conformadas por 11 aisladores de suspensión de tipo C52-3 para 138 kV tanto para cadenas de suspensión como de retención conforme a la norma ANSI C29.2-1992.



**Figura 7-13 Cadena de retención “sub-ensamblaje A”**

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022



**Figura 7-14 Cadena de suspensión “sub-ensamblaje S”**

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

#### 7.4.2.8.3 Puesta a Tierra

Las líneas eléctricas de transmisión se encuentran expuestas a descargas atmosféricas debido a los lugares en los que se encuentran emplazadas y para evitar que estas ocasionen sobre voltajes que superen los niveles de aislamiento es necesario que este tipo de perturbaciones sean descargadas a tierra por medio de estructuras metálicas de acero y las conexiones de puesta a tierra de las mismas.

De acuerdo con los valores de resistividad del terreno se ha obtenido una parametrización de los tipos de resistividades máximas y mínimas que se puede encontrar en la línea de transmisión, para lo cual se ha diseñado sistema de puesta a tierra para estos niveles de resistividad de terreno y la resistencia a pie de torre establecido en el estudio de coordinación de aislamiento es de 10 ohmios.

Las estructuras que presenten resistividades de terreno superiora los indicados se recomienda utilizar métodos alternativos, los que deberán ser preparados con materiales conductivos tales como: cementos conductivos, bentonita, tierragel, etc.

#### 7.4.2.8.4 Ubicación de Estructuras Catenaria

La ubicación de las estructuras a lo largo de la línea de transmisión de 138 kV se realizó mediante el uso de programas digitales especializados que ubican las catenarias correspondientes al parámetro de ubicación de cada vano regulador, este parámetro se lo calcula con el conductor en el escenario de temperatura en máxima operación; el software utilizado es el PLS-CADD, para el cual se ingresaron los siguientes datos:

- > Características del conductor de fase ACAR 500 MCM
- > Características de la fibra óptica tipo OPGW
- > Hipótesis de carga para los conductores y OPGW
- > Distancias mínimas de seguridad del terreno, de acuerdo con la altitud por donde se ubica las líneas de transmisión en diseño

La ubicación de estructura de acuerdo con la catenaria se realizó con el conductor en un estado de creep a 10 años.

#### 7.4.2.8.5 Ubicación de Estructuras

El resultado de ubicación de estructura de acuerdo con las catenarias del programa PLS-CADD se muestra en la Tabla 7-4 del presente documento, así como de manera gráfica en el Mapa 7-1 Implantación (Anexo D.- Cartografía), donde los datos fundamentales son:

- > **APA:** Altura, desde el nivel del suelo, al punto de amarre o sujeción de conductor más bajo dentro de la estructura.
- > **Vano Adelante:** Distancia horizontal hasta la estructura (torre) siguiente.
- > **Vano Medio:** Semi-suma del Vano Adelante y Vano Atrás.
- > **Vano Peso:** La suma de la distancia horizontal de los puntos más bajos de la catenaria hasta la estructura (torre) de los vanos adyacentes.

#### 7.4.2.8.6 Cálculo de Cargas

##### Cargas sobre la Estructura

Las cargas sobre la estructura se han clasificado de acuerdo con la dirección del eje y la dirección de la línea sobre las que actúan, teniendo así cargas verticales, transversales y longitudinales. A su vez pueden existir sobrecargas en los mismos sentidos debido a condiciones eventuales que pueden ocurrir en las estructuras.

##### Cargas Verticales

El peso del conductor correspondiente al vano peso de la estructura, más el peso de los aisladores, más el de los amortiguadores y demás accesorios aplicados en los puntos de suspensión de los conductores al final de las crucetas.

El peso de los cables de guarda correspondiente al vano peso de la estructura, más el peso de los accesorios.

##### Sobre – Carga Vertical

Las cargas reales máximas de trabajo con un factor de seguridad de 2,0

##### Cargas Transversales

Estas cargas se deben al efecto de los vientos y al efecto del ángulo de deflexión de la línea de transmisión

##### Efecto del ángulo

La fuerza resultante de las tensiones mecánicas del conductor y los cables de guarda, calculados con el ángulo máximo de diseño de la estructura, aplicadas en los puntos de sujeción de los conductores.

##### Cargas longitudinales

Estas cargas son producidas por un desequilibrio longitudinal de las tensiones mecánicas del conductor y los cables de guarda, ocurre cuando las temperaturas varían y los vanos adyacentes tienen diferente longitud.

##### Sobrecarga longitudinal

Las sobrecargas longitudinales son producidas por la rotura del conductor y cables de guarda en el mismo vano adyacente; en el caso la estructura ha sido diseñada para soportar la rotura de un conductor o un cable de guarda.

##### Cargas de montaje

Se considera una carga puntual de 250 kg, en cualquier nudo de la cruceta y una carga de 150 kg en cualquier punto de la estructura, excepto para barras que forman un ángulo mayor de 45° con la horizontal.

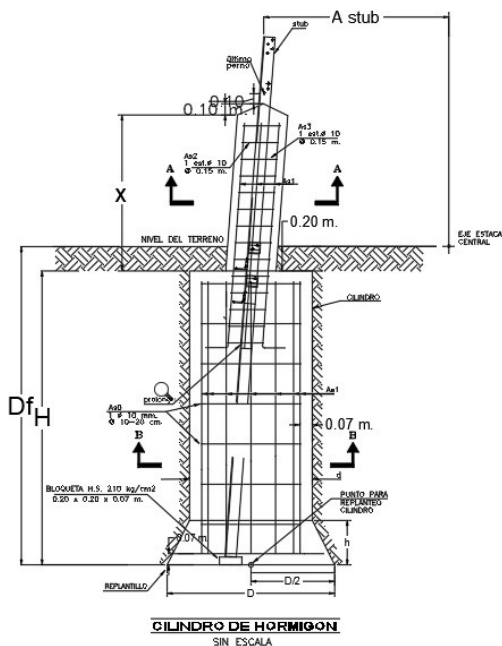


## Cálculo de las Cargas

Las cargas finales sobre la estructura se realizan en base a los criterios anteriormente mencionados y para condiciones extremas, mediante el software de diseño PLS-CADD.

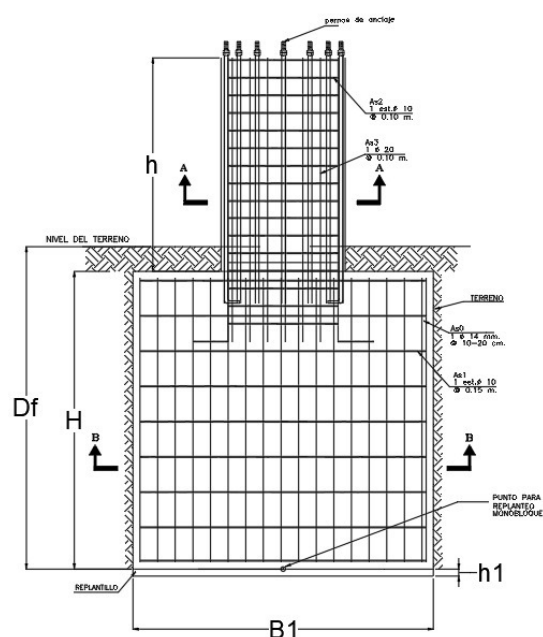
### 7.4.2.8.7 Diseño de Cimentaciones

Se presenta el análisis geotécnico y estructural del diseño de cimentaciones:



**Figura 7-15 Cimentación tipo cilindro para torres”**

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022



**Figura 7-16 Cimentación tipo monobloque para poste**

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

En el diseño de las cimentaciones la ejecución de la Ingeniería se enmarca en las siguientes normas nacionales NEC 15 e internacionales:

- > Normas nacionales
  - NEC-SE-CG- Cargas (no sísmicas)
  - NEC-SE-HM Hormigón armado
  - NEC-SE-GC Geotecnia y Cimentaciones
- > Normas extranjeras
  - ASCE N°10/97 “Guide for Desing of Steel Transmission Towers” (1997)
  - A.C.I. 318-14 AMERICAN CONCRETE INSTITUTE MANUAL

### Consideraciones de Diseño

Propiedades de los materiales utilizados en el diseño de las cimentaciones:

- > Hormigón Estructural
  - Resistencia a la compresión:  $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$
  - Peso Específico:  $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$

- Módulo de Elasticidad  $12500 \cdot \sqrt{f'c}$

> Acero de Refuerzo:

- Esfuerzo de fluencia  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Peso específico:  $\gamma = 7850 \text{ kg/m}^3$

### **Cargas para el Análisis Estructural**

> Cargas muertas:

Estas cargas corresponden al peso propio de la estructura, e incluye componentes no estructurales como accesorios, equipos permanentes y conductores.

> Cargas de viento:

Se aplica cargas de viento de 30 a  $120 \text{ kg/m}^2$  aplicados en las estructuras, de acuerdo con lo descrito en cada caso de carga de árboles de carga.

> Cargas electromecánicas debidas al conductor:

De acuerdo con los factores para mayorar cargas se tiene:

- $F_n = 1.40$  (Cargas normales)
- $F_v = 1.50$  (Cargas de viento)
- $F_e = 1.20$  (Cargas eventuales).

### **Combinaciones de Carga de Diseño**

Para las combinaciones de diseño geotécnico de la cimentación se considera, combinaciones de esfuerzos de trabajo (cargas sin mayoración).

1.0 Cargas muertas + 1.0 cargas vivas + 1.0 cargas Electromecánicas

Para el diseño del hormigón armado se realizará de acuerdo con las combinaciones de carga descritas en la NEC15.

Para el análisis de cilindros y monobloques se verifico el diseño a corte, punzonamiento, flexión, flexo compresión de acuerdo con los requisitos establecidos en el ACI318-14, cumpliendo con las cuantías de acero de refuerzo mínimo. Para cuantía de acero de refuerzo del pedestal de monobloque se considerará el 0,50% de acuerdo con las recomendaciones del ACI para este tipo de estructuras de hormigones en masa.

#### **7.4.3 Adecuación de Accesos**

Se parte del hecho de la existencia de vías de acceso, caminos en la zona y el aprovechamiento de la franja de servidumbre, se minimizará la intervención de nuevas áreas.

El trazado de los accesos debe realizarse con pendientes que minimicen el impacto ambiental. Se realizará una inspección visual que considere el tipo de vegetación, topografía, irregularidades y pendientes del terreno. El ancho máximo requerido será de 4,50 metros con desbroce únicamente de zonas con vegetación de baja altura como pastizales, se evitará cortar árboles o arbustos.

Es importante indicar que los accesos que serán adecuados para el ingreso a la línea de transmisión serán utilizados únicamente mientras dure la fase de construcción, posterior a ello se realizarán acciones de reconformación en dichos accesos.

En la sección 7.5.3. se detalla las coordenadas de ubicación de los accesos temporales.

#### **7.4.4 Instalación de campamentos**

Es importante recalcar que no se ha visto la necesidad de implementar un campamento para la ejecución del proyecto ya que este atraviesa gran parte de la zona urbana y se dispone de servicios de alojamiento para el personal necesario.

### **7.5 Fase de Construcción**

#### **7.5.1 Subestación Reductora CPF**

##### **7.5.1.1 *Limpieza del Terreno***

La limpieza del terreno y replanteo del eje de vía se realizará por medio de estación total en base a las coordenadas indicados en los planos aprobados por fiscalización. Los puntos de corte y relleno se colocarán en los laterales de la vía, las cuales se clavarán a ras de piso pintada de rojo para el corte y amarillo para el relleno. El corte se medirá de la parte superior de la estaca. Se realizar la conformación de subrasante con el 2 % de pendiente (bombeo).

##### **7.5.1.2 *Excavación y Desalojo a Máquina***

Una vez establecido las áreas de excavación con el equipo de estación total, demarcar y delimitar la zona para señalar las obras a iniciar, se utiliza la retro excavadora o gallineta en donde se lo requiera, y lo demás se lo realizará a mano. Establecido los hitos y puntos de construcción a tratarse, desalojar con la maquinaria disponible o a mano de escombros y tierras que no se usaran de relleno.

##### **7.5.1.3 *Relleno de Lastre***

Esta actividad tiene como objeto el mejoramiento del suelo a medida que se realice la excavación y desalojo del material, se rellenará con piedra bola bajo cimient, grava, replantillo y colocación de malla ectrosoldada.

Como preámbulo a la ejecución de la estructura de pavimento, se preparará una cantidad y se stockeará el material con el objeto de mejorar el suelo a medida que se va realizando a la excavación; ya que, por motivos climáticos del sitio del proyecto, inviabiliza el realizar una actividad a continuación de otra.

##### **7.5.1.4 *Hormigón Simple, Estructura de Hormigón Armado***

Las obras relacionadas el uso de hormigón se detallan a continuación:

- > Pavimento
- > Hormigón  $f_c=180\text{kg/cm}^2$
- > Muro de hormigón ciclópeo
- > Columnas de hormigón  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$
- > Cadena de hormigón simple  $f'c=210\text{kg/cm}^2$
- > Contrapiso de hormigón simple  $f_c=180\text{kg/cm}^2$ ,  $E=6$
- > Masillado de piso
- > Bloque liviano de 15cm
- > Hormigón para plintos y zapata  $f'c=210\text{kg/cm}^2$
- > Vigas de cimentación  $f'c=210\text{kg/cm}^2$
- > Pozo de hormigón tipo E Medio voltaje
- > Pozo de hormigón tipo D Medio Voltaje
- > Canaletas

- > Relleno de mejoramiento bajo cimientos
- > Tuberías PVC
- > Sumideros
- > Tapas Metálicas.

Una vez obtenida la mezcla necesaria bajo los procedimientos y normas se procede a la colocación del hormigón, y para esto se lo realizará de manera manual en donde se lo considere necesario (para todos los trabajos de hormigón), para los demás encofrados, muros y soportes de hormigón se los realizará por medio de los desplazamientos necesarios de la concretera. Se asegurará el encoframiento, se oxigena el concreto por medio de la vibradora se rellena hasta donde permite las indicaciones, se asegura todo el encofrado hasta dejarlo secar.

#### **7.5.1.5 Acero de Refuerzo y Estructuras**

Las obras a ser ejecutar corresponden a las siguientes:

- > Aceros de refuerzo  $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$
- > Vigas de cimentación  $f'y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

El acero de refuerzo se instalará dependiendo del tipo de junta. En juntas longitudinales de construcción se instalan varillas corrugas de amarre de tal manera que impida el desplazamiento transversal del pavimento y los bordillos.

#### **7.5.1.6 Montaje de Estructuras AU-90°-G**

- > Se realizará el traslado de ángulos en camión y un camión grúa.
- > Se iniciará con el pre armado de las estructuras en el sitio de montaje colocando plásticos y madera para que se mantengan limpios.
- > Se realizará para las columnas el pre armado un solo cuerpo
- > Se procederá con el montaje de la estructura que se encuentra pre armada la columna con una grúa con brazo extensor.
- > Se procederá con el pre armado de las vigas en solo cuerpo todo.
- > Se procederá con la colocación de una contra flecha y ajuste, torque de esta.
- > Una vez montadas las columnas se realizará el izaje de las vigas con una grúa con brazo extensor en cada extremo de la viga para formar el pórtico.
- > Se realizará la revisión y verticalidad de las columnas con topografía.
- > Se realizará el ajuste y terqueo del pórtico.
- > Se procederá con la entrega de los pórticos a los fiscalizadores.

#### **7.5.1.7 Montaje de Pórtico de Acero y Galvanizado**

- > Se procederá con la revisión y verificación de las estructuras según los planos aprobados por la fiscalización.
- > Se realizará el traslado de ángulos en camión y un camión grúa.
- > Se iniciará con el pre armado de las estructuras en el sitio de montaje colocando plásticos y madera para que se mantengan limpios.
- > Se realizará para las columnas el pre armado un solo cuerpo
- > Se procederá con el montaje de la estructura que se encuentra pre armada la columna con una grúa con brazo extensor.

- > Se procederá con el pre armado de las vigas en solo cuerpo todo.
- > Se procederá con la colocación de una contra flecha y ajuste, torque de esta.
- > Una vez montadas las columnas se realizará el izaje de las vigas con una grúa con brazo extensor en cada extremo de la viga para formar el pórtico.
- > Se realizará la revisión y verticalidad de las columnas con topografía.
- > Se realizará el ajuste y terqueo del pórtico.
- > Se procederá con la entrega de los pórticos a los fiscalizadores.

#### **7.5.1.8 Montaje de Equipos de Alta Tensión**

Esta secuencia de trabajo se aplicará para el montaje de los equipos de 69 kV, Incluye seccionadores de línea, descargador de sobretensiones, celdas de acometida de transformador de potencia, seccionadores, celdas de entrada, celdas de maniobra, celdas de salida, descargador de sobretensión.

A continuación, el procedimiento de las actividades que serán ejecutadas respecto al montaje de equipos de alta tensión:

- > Verificación del estado de las unidades después de la instalación en las bases.
- > Verificación de la placa de características, y si está acorde a lo solicitado.
- > Verificación si el transformador ha sufrido daños, deformaciones o existen fugas
- > Revisión de los registros en papel del registrador de impactos tridimensional, estos serán firmados por las dos partes (cliente y proveedor).
- > Verificación del packinglist, cantidades de cajas y contenido de cada caja. y verificar si existen daños o faltantes.
- > Verificación de la presión interna del gas de protección (Nitrógeno  $\geq 10$  kPa). En este punto se debe registrar la presión cada hora, por un lapso de 12 horas y así verificar la estanqueidad de la unidad.
- > Ejecución de pruebas de punto de rocío
- > Revisión visual de accesorios y/o partes montadas en la unidad.
- > Todas las partes que serán ensambladas luego de ser verificadas deben ser protegidas de la lluvia, adicionalmente todas las partes deben estar a 10 cm del suelo para evitar rozamientos. Los aisladores, instrumentos de medición, empaques y cables deben ser colocados en una localización tal que evite contacto con herramientas que podrían generar daños.
- > Verificación de los sellos en los contenedores de aceite.
- > Se contará todos los empaques de transporte y estos serán identificados con cinta y entregados a fiscalización, para evitar su uso.

#### **7.5.1.9 Montaje Conductores, Cables y Terminales de Energía, Pruebas Funcionales**

Esta actividad tiene como objeto ejecutar el tendido, montaje, instalación y conexionado de conductores de alta tensión, cable de guarda, herrajes y accesorios

Esta secuencia de trabajo se aplicará para los alimentadores de alta tensión, cables de guarda, errajes y accesorios, conexionado de equipos y terminales, excavaciones, tendido e izaje de cables.

A continuación, se detalla el procedimiento de ejecución de estas actividades:

- > Calificación y aprobación de los materiales por parte de fiscalización.

- > Verificar que no interfiera con el recorrido del alimentador cruces de líneas de baja o media tensión, edificaciones, o esteros, que puedan socavar la cimentación de los apoyos, para estos casos los apoyos se trasladarán hacia atrás o hacia delante de acuerdo la instrucción de fiscalización.
- > Una vez replanteado y aprobado la ruta, la excavación de hueco con una profundidad, según indica el instructivo correspondiente.
- > El tendido de conductor se realizará por tramos y de retención a retención. Utilizando una pareja gato hidráulicos porta bobinas o camión grúa para soltar el conductor, se utilizará aparejo con mordaza para jalar el conductor, o por medio de un hilo portante si es necesario.
- > Previa energización del alimentador la construcción debe ser fiscalizada por un equipo de especialista designados. Como consecuencia el fiscalizador emite informe dando a conocer si existen observaciones y de ser el caso las correcciones que se debe realizar a la construcción.
- > Finalmente se emitirá un informe técnico de recepción de obra, mismo que es el documento habilitante para la solicitud del sistema de medición y energización del alimentador.

#### **7.5.1.10 Montaje de Equipos de Sistemas de Servicios Auxiliares e Instalaciones Eléctricas**

Se ejecutarán las obras de montaje de equipos de servicios auxiliares, gabinete cargador de baterías, bancos de baterías, tableros de control, protección y medición, rack de comunicaciones, tableros de distribución, obras de instalaciones eléctrica en general.

Esta secuencia de trabajo se aplicará únicamente para la instalación y montaje de tableros de servicios auxiliares, tableros de control, sistema eléctrico general, conexiones y pruebas, como detallan los procedimientos a continuación:

- > Calificación y aprobación de los materiales por parte de fiscalización.
- > Verificar que no interfiera con el recorrido de otros equipos, o alimentadores existentes o previamente montados.
- > Una vez replanteado y aprobado la ruta (en caso de ser necesario) proceder a la instalación del sistema eléctrico general.
- > Se realizará el traslado con el camión grúa de cada uno de los equipos al lugar donde se procederá con el montaje, señalizando el lugar con cinta de peligro y conos donde va a realizar el izaje.
- > Una vez replanteado y aprobado la ruta (en caso de ser necesario) proceder a la instalación del sistema eléctrico general.
- > Se retirará la madera o material que proteja al equipo con una barra y martillo con mucho cuidado.
- > Se procederá con la limpieza de la base de hormigón o lugar especificado en donde va a quedar anclado el equipo.
- > Una vez replanteado y aprobado la ruta (en caso de ser necesario) proceder a la instalación del sistema eléctrico general.
- > Previa energización del alimentador la construcción debe ser fiscalizada por un equipo de especialista designados. Como consecuencia el fiscalizador emite informe dando a conocer si existen observaciones y de ser el caso las correcciones que se debe realizar a la construcción.
- > Finalmente emite un informe técnico de recepción de obra, mismo que es el documento habilitante para la solicitud del sistema de medición y energización del alimentador.

### **7.5.1.1 Instalaciones, Pruebas y Puesta en Marcha de Red de Datos Interna**

Se ejecutarán los trabajos de instalación en lo que compete al sistema de red de datos internas de la subestación, router (CPA administrable, WAN slots, Software, IP base, Switch administrable, además pruebas certificadas y puesta en operación.

Esta secuencia de trabajo se aplicará únicamente para la instalación, toma de pruebas y puesta en operación del sistema de red datos interna, conforme el siguiente proceso:

- > Calificación y aprobación de los materiales por parte de fiscalización.
- > Verificar que no interfiera con el recorrido de otros equipos, o alimentadores existentes o previamente montados.
- > Una vez replanteado y aprobado la ruta (en caso de ser necesario) proceder a la instalación del Sistema Eléctrico General.
- > Se procederá con la limpieza y adecuación de los lugares designados para los equipos y líneas de recorrido del Inter conexionado de la red de comunicaciones interna.
- > Previa energización se tomará las pruebas SAT y la puesta en servicio del sistema
- > Finalmente emite un informe técnico de recepción de obra, mismo que es el documento habilitante para la solicitud del sistema de medición y energización del alimentador.

## **7.5.2 Línea de Transmisión Subestación Reductora CPF – Subestación Eléctrica Puyo**

### **7.5.2.1 Ingeniería de Detalle y Área Eléctrica**

El desarrollo estará basado en la ingeniería básica, características técnicas, trazado definido de la línea de transmisión que forma parte del proyecto, los cuales serán aprobados previo a la ejecución de actividades, y se desarrollara los siguientes documentos y procesos:

- > Replanteo topográfico
- > Mediciones de resistividad
- > Cálculo mecánico del conductor
- > Diseño e instalación de Puesta a tierra
- > Diseño de estructura
- > Ubicación de estructuras
- > Tablas de tendido
- > Criterios de aplicación de amortiguadores
- > Lista de Materiales
- > Especificaciones técnicas
- > Procedimientos
- > Registros
- > Diseño estructura
- > Ruta de reubicación de L/T
- > Plano y perfil longitudinal de ubicación de estructuras
- > Diseño de ensamblajes

- > Diseño de sub-ensamblajes
- > Diseño e instalación de puesta a tierra
- > Placa de numeración y Peligro
- > Brecha forestal
- > Baliza de señalización
- > Memoria de cálculo de protección catódica
- > Protección Catódica

Al término de la obra se entregará el expediente técnico con los planos e información actualizada tal como se está entregado la obra, así como el Dossier de cierre de obra

#### **7.5.2.2 Replanteo de la Línea de Transmisión**

Esta actividad tiene como por objeto, realizar el levantamiento topográfico de la ruta de la línea de transmisión, obteniendo datos suficientes para realizar planos con perfiles longitudinales del terreno y planimetrías de la ruta de la línea de transmisión. **Cabe mencionar que, existe la posibilidad que la línea de transmisión cambie ligeramente su ruta, siempre dentro del área geográfica del proyecto, esto debido a posibles novedades topográficas o geológicas que puedan identificarse ya durante la fase constructiva.**

Replantar de acuerdo con los datos de diseño los puntos exactos de implantación de las estructuras que corresponden a la línea de transmisión, obtener datos de perfil del terreno para realizar los planos de perfiles diagonales de cada estructura, los mismos que permitirán realizar el plano propuesta para cada fundación

Verificar la ubicación de estructuras para mantener las distancias de seguridad normalizadas tanto vertical como horizontal.

El residente del proyecto conjuntamente con el topógrafo entregará a la supervisión los mojones o estacas de los vértices y referencia y procederá a limpiar el área alrededor del centro del mojón central en un área de 10 x 10 m y de no presentarse inconvenientes técnicos y sociales, procederá a dar por recibido el vértice.

Una vez que se ha confirmado los vértices y referencias se procederá alinear entre vértices, tomando en cuenta la referencia adelante y se verificará esta alineación en base al rumbo calculado entre las coordenadas. Si la tangente entre vértices tiene visual directa, se alineará desde un vértice a otro.

Una vez que se tenga el rumbo se irá colocando las estacas centrales de las estructuras en tangente con base en la distancia indicada en la tabla de ubicación de estructuras y se irá ubicando las referencias atrás y adelante de cada torre. Las referencias se pondrán entre 3 a 5 metros desde la estaca central.

Se procederá a señalar con pintura la ubicación de la torre y los accesos desde las carreteras principales.

Cada que se obtenga el sitio de la estaca central se pedirá la aprobación del responsable técnico para la colocación final de la estaca central de cada torre.

#### **7.5.2.3 Diseño de Concreto y Fundaciones**

Esta actividad tiene como objeto el realizar un estudio sobre las capacidades portantes y estabilidad del terreno en cada sitio de implantación de las estructuras de la línea de transmisión, con la finalidad de emitir un informe con recomendaciones sobre la idoneidad del sitio del estudio para la implantación de la fundación y el dimensionamiento de las fundaciones necesarias para cada sitio.

De acuerdo con las tablas de ubicación de estructuras definitiva del replanteo, el equipo de estudio de suelos identificara el sitio destinado para la construcción de la cimentación. El especialista recogerá las impresiones sobre la estabilidad del terreno, vegetación y condiciones generales.

Una vez identificado el sitio de implantación del terreno, el equipo de trabajo dispondrá el trípode (castillo) con sus elementos de impacto y sujeción sobre el sitio a realizar la penetración. Se verificará la correcta sujeción y



estabilidad del trípode y del martillo. Se enterrará la punta de la probeta y se procederá a impactarla con el martillo. El especialista tomara nota del número de impactos para obtener una penetración de 1 m.

El especialista, deberá ejecutar un análisis completo del tipo de suelo, nivel freático, nivel de inundación de acuerdo con lo estipulado en las especificaciones técnicas.

El estudio de penetración en cada sitio se realizará hasta la profundidad a la cual se determine el rechazo de acuerdo con lo establecido en las especificaciones técnicas.

Finalmente, el personal recolectará todas las muestras, las clasifica, marca y almacena en un contenedor. Se desarma el trípode, y martillo y el equipo procede al siguiente punto de exploración.

La coordinación logística del proyecto se encargará de seleccionar proveedores tanto para el agregado fino y el agregado grueso para la fabricación de hormigones. Estos proveedores deberán contar con todos los permisos y regulaciones establecidas en el marco legal vigente.

Los materiales serán analizados de acuerdo a las solicitudes de las especificaciones técnicas y de acuerdo con los resultados se emitirá un diseño para el concreto en la construcción de las cimentaciones y obras complementarias. Los diseños deberán contener instrucciones para mezcla tanto en peso como en volumen.

En base a los perfiles diagonales para cada estructura y la fundación a realizarse en cada sitio, se procederá a realizar un plano específico para las fundaciones de cada estructura. El plano indicará las recomendaciones emitidas del estudio de suelos para esa fundación. Estos planos serán planos de detalle y tendrán sus cotas referenciadas a la estaca central de la fundación.

#### **7.5.2.4 Accesibilidad para Actividades Civiles**

La accesibilidad para la ejecución del proyecto tiene como objeto el diseñar la ruta y construir accesos carrozables desde los carreteros o trochas existentes hasta los sitios de implantación de las torres o el lugar más cercano posible. El camino deberá permitir el ingreso de vehículos motorizados.

En los sitios donde se realizará la apertura de accesos, conjuntamente con el operador de la retroexcavadora, se ira definiendo la mejor ruta, la misma que deberá tener como premisas causar la menor afectación posible, realizar un camino estable y realizar un camino corto. Se irá colocando pequeñas banderas a lo largo del camino.

Una vez estacada la ruta, se mostrará la ruta al dueño del terreno el mismo que dará sus observaciones y su aprobación por escrito en el formulario debido.

La retroexcavadora procederá a realizar el camino de acceso mediante el uso de sus herramientas hidráulicas. Se retirará la maleza evitando el daño de cultivos adyacentes. El material producto de los cortes se desalojará teniendo cuidado de no dañar los cultivos adyacentes.

El dimensionamiento del camino y su geometría estar supeditadas a los estipulado en las especificaciones técnicas.

Una vez aprobado el plan de utilización de los caminos existentes, se podrá hacer uso de estos. EL personal a cargo tomará nota y fotografías del estado inicial de los caminos, asimismo, al culminar las actividades de apertura de accesos, se constatará el estado final de estos y serán comparados con el estado inicial del sitio intervenido. En el caso de existir daños a los caminos producidos por el constante paso de maquinaria u otra razón, se procederá a reparar el mismo conforme lo establece el plan de relaciones comunitarias.

#### **7.5.2.5 Desbroce de Franja de Servidumbre y Accesos**

Esta actividad tiene la finalidad de liberar la franja de servidumbre de la línea de transmisión de los obstáculos existentes como es la presencia de cobertura vegetal, así como el mantenimiento de los caminos existentes, los cuales permitan el ingreso y salida de materiales y equipos hacia los diferentes frentes de trabajo.

El procedimiento de estas actividades se detalla a continuación:

- > Realizar el retiro de maleza, árboles que interfieran y estén dentro de la franja de servidumbre de la línea de transmisión de energía eléctrica.

Para la actividad de desbroce de caminos de acceso, el personal deberá cortar a ras de piso la maleza para que permita el normal acceso a las estructuras. El ancho de camino a ser limpiado será de 2 y 3 metros dependiendo si el acceso es peatonal o vehicular respectivamente.

Si en el trayecto de las áreas a intervenir se detectaran fisuras, grietas o huecos, el personal deberá rellenar estos espacios con material orgánico del sector, sin causar daños a terceros.

Los caminos de acceso a las estructuras deben ser mantenidas de tal forma que se pueda transitar sin mayor dificultad, eliminando la presencia de vegetación a los costados que impidan el tránsito del personal de mantenimiento, esta actividad puede ser realizada al momento que el personal accede al sitio de la estructura.

> Rehabilitación de caminos de accesos.

Mediante el uso de una gallineta se realizará la rehabilitación de caminos de acceso de las torres existentes.

> Caminos de acceso o Construcción de tarabitas.

Según las características del terreno de ubicación de la torre de transmisión se tomará la decisión si es necesario realizar un camino de acceso vehicular, en el caso de que el mismo sea inaccesible se realizará el análisis de proponer una tarabita para el acarreo del material.

> Estancamiento de la ruta.

Dentro de las visitas al sitio de construcción, conjuntamente con el operador de la retroexcavadora, se irá definiendo la mejor ruta, la misma que deberá tener como premisas causar la menor afectación posible, realizar un camino estable y realizar un camino corto. Se irá colocando pequeñas banderas a lo largo del camino.

Una vez estacada la ruta, se mostrará la ruta al dueño del terreno el mismo que dará sus observaciones y su aprobación por escrito en el formulario debido.

> Apertura del acceso.

La retroexcavadora procederá a realizar el camino de acceso mediante el uso de sus herramientas hidráulicas. Se retirará la maleza evitando el daño de cultivos adyacentes. El material producto de los cortes se desalojará teniendo cuidado de no dañar los cultivos adyacentes.

El dimensionamiento del camino y su geometría estar supeditadas a lo estipulado en las especificaciones técnicas.

> Uso de los accesos.

Una vez aprobado el plan de uso de los caminos existentes, se podrá hacer uso de los mismos. Personal responsable de la ejecución de las obras tomara nota y fotografías del estado inicial de los caminos. Una vez finalizada las actividades de construcción se constatará el estado final del camino y se lo compara con el inicial. En el caso de existir daños a los caminos producidos por el constante paso de maquinaria u otra razón, se procederá a reparar el mismo

### **7.5.2.6 Trabajos Civiles Preliminares**

> Aprobación de minas (material pétreo).

Se emitirá el documento para que la fiscalización apruebe las minas para el suministro del material pétreo, mismos que deberán contar con todos los permisos establecidos en el marco legal vigente.

> Acareo de material pétreo a sitio.

Cuando la supervisión haya aprobado las canteras y el agua a utilizarse se iniciará un proceso de acopio de la arena y ripio junto a la torre a fundirse.

Para que el material no se mezcle con la tierra local se colocará plásticos en el suelo donde se depositará la arena y ripio, debe tomarse en cuenta que para cada metro cubico de hormigón debe acopiarse uno y medio metros de material pétreo

> Acarreo de cemento y agua.

El día de la fundación de la estructura, se transportará los sacos de cemento y el agua necesaria, así como la concretará, el vibrador y el aditivo.

#### **7.5.2.7 Almacenamiento de Residuos y Desalojo Definitivo de Residuos**

En el caso de talado de árboles se procederá a almacenar las ramas de forma provisional en un lugar que no afecte las actividades a desarrollarse, si el material puede aprovechar en otra actividad será utilizada durante las actividades planificadas.

En el caso del desalojo de residuos de la deforestación (ramas caídas, hojas de árboles. etc.), las mismas se ubicarán en un lugar provisional para que posteriormente se realice el desalojo hacia un lugar autorizado, o se realice un aprovechamiento óptimo de los residuos (abono orgánico), por ningún motivo se podrá dejar almacenado ya que este residuo podría convertirse en un material inflamable (madera seca) y podría causar perjuicios al ecosistema (incendio forestal).

#### **7.5.2.8 Movimiento de Suelo**

##### **7.5.2.8.1 Marcado**

El primer paso será definir los centros y límites de la excavación mediante una estación total y con las medidas dadas en los planos de las propuestas de fundición, los cuales serán consultadas con la supervisión y autorización correspondiente.

##### **7.5.2.8.2 Excavación**

En los terrenos que se permita se utilizará excavación a mano, a máquina u otro método según las características del tipo de terreno. El área de la excavación será marcada por el topógrafo hasta llegar a la profundidad establecida, las profundidades se medirán desde la estaca central, para lo cual se tomarán las medidas de seguridad correspondiente en cuanto a las paredes de la excavación, ya que siendo fundaciones estas se fundirán contra el suelo.

La remoción de piedras o rocas serán clasificados según tamaño, así mismo se dará el adecuado trato al material suelto, así mismo la ubicación, ordenamiento y realizando la limpieza del área evitando la interferencia con otras actividades que puedan producir algún tipo de afectación.

Para excavaciones de cimientos, zanjas serán con los procedimientos de seguridad definidos previamente utilizando entibados o el procedimiento respectivo.

Para evitar los derrumbes de acuerdo con las normas de seguridad se entibará las paredes de la excavación para que no ocurran.

De tener material excedente como producto de las excavaciones que no sean adecuado para los rellenos serán transportados a sitios autorizados.

Todo trabajo de excavación o movimiento de tierras será previamente evaluado y ejecutado por el procedimiento respectivo.

Para evitar posibles derrumbes de las paredes de la excavación, el Superintendente de obra civil, analizará el tipo de suelo y ordenará entibar las paredes de la excavación sobre el 1,60 m. de profundidad.

##### **7.5.2.8.3 Perfilar las paredes.**

Para el caso de la torre, será necesario perfilar las paredes con mucho cuidado y mantener abiertas máximo 48 horas.

#### **7.5.2.8.4 Sustituciones y replantillo**

En aquellas excavaciones donde la base de soporte no esté lo suficientemente firme y se encuentre por debajo del nivel freático, se deberá colocar una capa de espesor mínimo de 10 cm de piedra triturada o de concreto para evitar contaminación.

Donde la base de soporte sea inestable, se realizará la sustitución con material seleccionado y aprobado por la inspección para estabilización.

En todas las excavaciones se garantizará la seguridad de los trabajadores, de modo tal que se utilizará el equipo de protección adecuada según los procedimientos de seguridad, además se utilizarán andamios u otros sistemas para garantizar la estabilidad de las paredes de la excavación.

#### **7.5.2.8.5 Sistema de puesta a tierra**

Se realizará la medición de resistividad del suelo mediante el uso de un teluro metro, una vez realizada las medidas se procederá a realizar el dimensionamiento de la malla de tierra de la torre de transmisión, una vez que se haya verificado que el valor está dentro de los estándares del Código Nacional de Electricidad.

#### **7.5.2.8.6 Rellenos y compactación**

Las consideraciones y especificaciones técnicas para aplicar por el contratista en el manejo de canteras o áreas de préstamo tendrán las siguientes recomendaciones generales.

Los rellenos serán construidos según el trazado establecidos en planos indicados por el propietario o la ingeniería. Aquellos materiales que no se requieran deberán ser removido y reemplazado en coordinación con el propietario.

El relleno a utilizar durante la obra puede ser de material propio, extraídos en el lugar, o material de préstamo.

Para el proceso de compactación previo al inicio del relleno esta área deberá preparada para recibir el material diseñado de tener otro tipo de material para realizar las correcciones del caso.

#### **7.5.2.9 Preparación de Cimentaciones**

Las cimentaciones aprobadas, serán las diseñadas en la ingeniería de detalle, para asegurar el concreto y el acero de refuerzo que se utilizarán en las cimentaciones, mismos que deberán cumplir con lo especificado en las memorias técnicas.

##### **7.5.2.9.1 Almacenamiento y provisión del Acero**

Dentro del patio de trabajo/bodega se deberá disponer de un sitio con el tamaño suficiente para almacenar el acero de refuerzo que se consume en dos semanas de trabajo.

El acero debe ser entregado por parte del proveedor de manera semanal y siempre existirá stock para una semana de trabajo. El material recibido nuevo, es el nuevo stock y para la nueva semana de trabajo se utiliza el material que estuvo en stock anterior.

El acero será dispuesto de tal manera que este cubierto de lluvias y no esté en contacto directo con el suelo natural

##### **7.5.2.9.2 Cortes**

El residente deberá realizar un cálculo de optimización de cortes de acuerdo con el material necesario para cada tipo de fundición.

Los operarios marcaran con tiza de acero el lugar donde se realizan los cortes y el AS al que pertenecerá cada pedazo cortado

Mediante el uso de cizallas y/o tronadoras se cortará el hierro y se separan los pedazos de acuerdo con el AS al que pertenecen.

### **7.5.2.9.3 Figurado del acero**

Todos los elementos, antes del figurado, deberán ser completamente rectos y no habrán sido previamente enderezados.

De acuerdo con las dimensiones finales del elemento se marcará en un tablero de doblado el sitio donde debe realizarse los dobles; los operarios proceden a realizar los dobleces en los elementos de acero.

Se acopia y se separa los elementos marcando el número de estructura y la pata para los que fueron fabricados y el AS al que pertenecen.

Todos los dobleces se realizan siempre en frío.

### **7.5.2.9.4 Ensamblaje de las armaduras**

De acuerdo con el procedimiento de construcción de las cimentaciones, ciertas armaduras se ensamblan en patio de trabajo y otras en el sitio de construcción. Las armaduras que se transportan armadas van marcadas con: Número de estructura, pata y As. Las varillas que se arman se transportan enzunchadas y marcadas de igual manera.

El amarre se realiza con alambre de acero recocido del calibre exigido en las especificaciones técnicas. En cada intersección de elementos de una armadura se realiza un amarre con alambre. El espaciamiento entre elementos de la armadura debe mantener equidistancia en todos los puntos.

### **7.5.2.9.5 Colocación de armaduras**

La armadura siempre debe mantener una separación mínima de 5 cm con el suelo y los encofrados. Se utilizará separadores de mortero para mantener el acero por sobre el suelo y separados de los encofrados.

### **7.5.2.9.6 Nivelación de STUB´s**

- > Colocación de ángulos de anclaje.

El topógrafo debe nivelar la estación total en el centro de la estructura y calibrar el cero del ángulo horizontal en dirección de la L/T o en la bisectriz para estructuras angulares

El primer ángulo de anclaje deberá colocarse a 45° horizontal y a la distancia marcada en el plano, la distancia está dada desde el centro de la excavación al ángulo externo del perfil.

El segundo a 135° y a la misma distancia desde el centro de la torre, el tercero 225° y el cuarto a 315°.

- > Nivelación.

Cuando los 4 ángulos de anclaje se hayan colocado en su posición respectiva se procede a nivelar los mismo en base a poner en 90° el ángulo vertical de la estación total y pasar el nivel a las puntas superiores de los ángulos.

- > Inclinación.

Los ángulos de anclaje deberán tener la inclinación establecida en los planos. La cual será mediada con una plomada y una regla graduada en milímetros. El topógrafo calculara el porcentaje de pendiente del STUB y verificara que corresponda al exigido

### **7.5.2.9.7 Hormigonado de Bases**

- > Preparación del material.

De acuerdo las recomendaciones del diseño de fundaciones y cimentaciones se prepara el material para utilizarlo de acuerdo con la resistencia requerida con el control de la supervisión.

- > Encofrado.

De acuerdo con el diseño del concreto y los planos de fundación y cimentaciones se prepara concreto con la resistencia requerida en las especificaciones técnicas para el encofrado.

La preparación de la mezcla para encofrado se la podrá realizar a mano o se utilizará una mezcladora de concreto. La cota final del encofrado será respetada a nivel y será nivelada apropiadamente.

Una vez seco el encofrado se procederá a realizar un pequeño picado de su superficie para retirar su escoria y dar rugosidad a la misma.

#### **7.5.2.10 Relleno y Compactación**

##### > Relleno con material de sitio

Los materiales excavados que resulten inadecuados para el relleno de las fundaciones deberán descartarse y eliminarse según lo disponga la inspección.

Se deberá colocar el mejor material de relleno de la excavación en el fondo de la cimentación.

Los primeros 40 cm del relleno en contacto con el piso de la fundación, deberán colocarse manualmente en capas no mayores de 20 cm y compactarse con apisonador manual, tomando especial cuidado de impedir el desplazamiento de los perfiles metálicos o de desnivelar o desalinear la base. Las piedras mayores de 5 cm no deberán estar en contacto con los angulares que forman la parrilla.

Dentro del relleno no se permitirá utilizar suelo o materiales orgánicos (raíces, troncos, hojas, madera, etc.), ni materiales inestables o expansivos.

El relleno deberá colocarse en capas no mayores de 20 cm (ya compactado) si se utilizara apisonador manual, o de 40 cm en el caso que se usará compactador mecánico. Cada capa deberá ser cuidadosamente compactada antes de colocar la siguiente. La compactación deberá lograr una densidad por lo menos igual a aquella del terreno no alterado de los alrededores (no deberá sobrar material de relleno), pero no menor al 90% del valor de la prueba del rector estándar.

##### > Control de Compactación.

Después de colocar los primeros 40 cm del relleno, la base deberá revisarse con teodolito para verificar los niveles y el alineamiento, antes de continuar con el resto de la compactación

Los materiales empleados para entibar, o los ademes para reforzar las paredes de las excavaciones, deberán retirarse antes del relleno, siguiendo el sentido inverso de la colocación.

#### **7.5.2.11 Montaje de Estructura Metálica**

Previo al montaje de las estructuras metálicas se verificará que las bases estén de acuerdo con las especificaciones de los planos.

##### **7.5.2.11.1 Clasificación**

Las piezas de las estructuras deben clasificarse de acuerdo con la lista de despiece de cada torre, en la bodega temporal contratada para depósito de estructuras, se deberá armar paquetes de piezas y tornillos correspondiente a cada una de las torres considerando el tipo y la altura al punto de amarre indicada en los planos.

##### **7.5.2.11.2 Transporte**

Los paquetes de cada estructura serán cargados mediante la grúa del tonelaje adecuado en camiones aptos que transporten los paquetes al sitio de la torre a instalarse.

##### **7.5.2.11.3 Pre armado**

En concordancia a los planos, las cuadrillas de personas, de dos en dos procederán a pre armar la torre en el suelo, en tramos aptos para ser subidos mediante la pluma y el malacate

#### 7.5.2.11.4 Posición de los pernos

Se tomarán las precauciones en cuanto a la posición de los pernos, los cuales guarden correspondencia con los agujeros en las estructuras, así como la ubicación de las cabezas.

#### 7.5.2.11.5 Armado

Una vez que la estructura se encuentre pre armada, se izará la pluma de montaje, la cual será venteada por los cuatro lados a anclajes firmes en el suelo.

Cuando se haya comprobado la rigidez de la pluma se procederá a levantar para el ensamblaje de patas y el primer cuerpo de la torre, se ajustará las cantoneras y se procederá a levantar la pluma para salga dos tercios de su altura, se fijará la pluma, se elevará el siguiente tramo de la torre y en esta secuencia se seguirá hasta que la torres se haya instalado en su totalidad.

#### 7.5.2.11.6 Revisión

Una vez que la torre haya sido armada en su totalidad, se verificará su verticalidad y mediante vientos de manila, se la llevará dentro de la tolerancia indicada en las especificaciones técnicas, para luego proceder a su apriete con el torque especificado para cada perno.

En el caso que se presenten piezas dañadas en el proceso de montaje, estas serán cambiadas o reparadas con retoques de pintura especial en frío.

#### 7.5.2.12 Tendido de Conductor

##### 7.5.2.12.1 Ubicaciones de pórticos provisionales

Se debe suministrar y montar las estructuras de defensa tan fuertes como se requieran (Figura 7-17), el punto de anclaje servirá para dos funciones en la instancia que se esté realizado el tendido de conductor ser apoyo para el tendido y una vez que se haya realizado el tendido el conductor, será retirado.

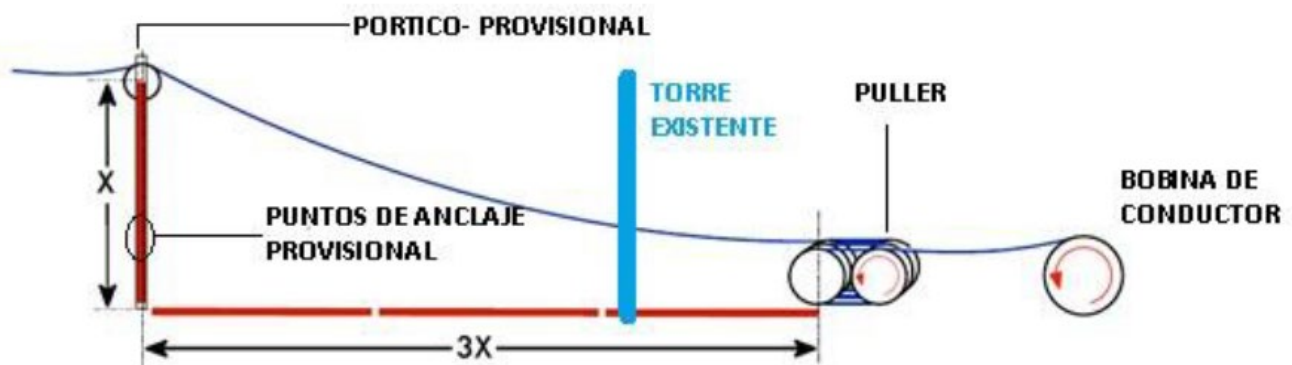


Figura 7-17 Ubicación de pórticos-provisionales

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

##### 7.5.2.12.2 Colocación de poleas

Se colocará una polea de tendido en cada brazo de la estructura (Figura 7-18), que respeta el conductor existente. Las poleas serán elevadas mediante el uso de polipastos y poleas y serán fijadas firmemente a las estructuras. En las estructuras angulares se deberá permitir el movimiento controlado de las poleas en forma horizontal.

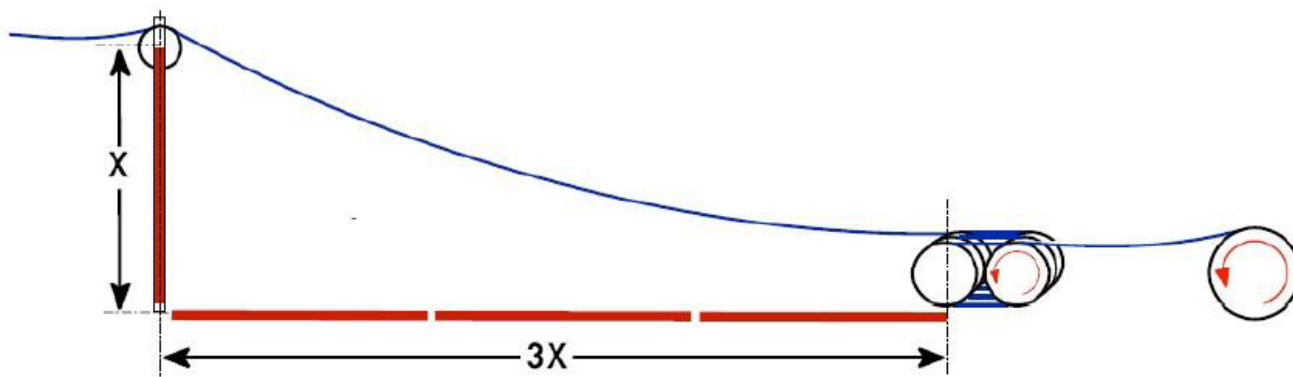


**Figura 7-18 Colocación de poleas de tendido**

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Las poleas deben tener un diámetro de "fondo de acanaladura" de 15 a 18 veces el diámetro del cable. La profundidad de la canaladura será al menos 25% más grande que el diámetro del cable. El radio en la base de la canaladura será al menos 10% pero no más del 25% más grande que el radio del cable y los lados de la acanaladura deben ser inclinados al menos en 15 grados de la vertical. Las poleas deben ser hechas de aleación de aluminio, diseñadas para permitir la pasada de empalmes temporales hechos con sujeción "Kellen"; sus acanaladuras revestidas con neopreno poliuretano adecuado, equipadas con rodamiento de bola y rodillo de alta calidad auto lubricados o con elementos para lubricación a presión.

Según el espacio disponible se deberá colocar el puller y el freno. La ubicación del puller con respecto a la primera estructura deberá ser de 3 veces la altura del conductor (Figura 7-19).

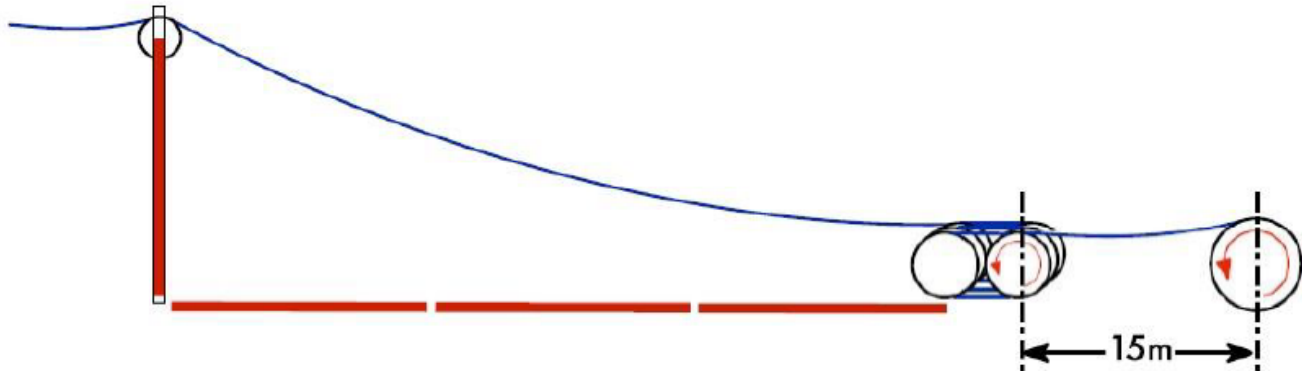


**Figura 7-19 Distancia de seguridad pórtico-equipos de tendido**

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

La distancia entre el puller y la bobina del conductor deberá ser de 15 m (Figura 7-20).





**Figura 7-20 Distancia de seguridad equipo de tendido-bobina de cable**

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Por ningún motivo se procederá a colocar directamente desde la bobina al puller, la misma deberá pasar antes por un rodillo o polea, por ningún motivo se dejará que el conductor se arrastre.

#### **7.5.2.12.3 Tendido de cabo manila**

Las manilas deben ser arrastradas manualmente a través del eje de la línea de transmisión usando la mayor precaución para evitar daños innecesarios sobre vegetación o sobre inmuebles. Las manilas deben pasarse por sobre las protecciones construidas. Una vez que la punta de la manila llegue a la siguiente estructura de la línea de transmisión, se pasará la punta a través de la polea para que la misma siga corriendo a través de la polea. Una vez que la manila haya atravesado todas las poleas de una misma fase del tramo, se procederá a tensar la misma para elevar su nivel del piso.

#### **7.5.2.12.4 Tendido de cable piloto**

En el caso de que la tensión de tendido de los conductores supere la tensión de carga de las manilas, se tenderá un cable piloto de acero después del tendido de las manilas. Mediante un malacate, se halará la manila la misma que estará en el otro extremo sujeta al cable piloto de acero. De esta manera, el halado final del conductor se realizará utilizando el cable de acero.

Los cables de templado serán del tipo no rotativo, para evitar esfuerzo de enrollado o de torque sobre el conductor.

#### **7.5.2.13 Tendido de Conductores y Cable Guarda**

Las actividades tienen como objeto llevar a los nuevos conductores y cable de guarda, a su posición final elevada sostenida por las estructuras de la línea de transmisión. El conductor y el cable de guarda, será elevado a través de poleas colocadas en los brazos de las estructuras con una tensión controlada. Para este efecto se deberá utilizar un malacate hidráulico y un tensionado (freno hidráulico) en los extremos del tramo a tender.

El conductor y el cable de guarda serán instalados por el método de tensión controlada por medio de equipo de tendido rueda de giro doble, tal que los soportes de los carretes sean estacionarios y los conductores sean tirados directamente a las ranuras de las poleas con el hilo piloto (coordina), sin topar el suelo, estructuras u otros objetos.

Se deberá elaborar un programa de tendido en el cual debe constar:

- > La sección o subsección a ser tendida, por números de estructuras.
  - Número de carretes y longitud del cable contenido en estos.
  - Longitud a utilizarse de cada carrete.
  - Localización propuesta del equipo de tendido.
  - Ubicación de empalmes.

- Ubicación de estructuras de defensa y estructuras de protección.
- Ubicación de telefonistas.
- > A menos que la supervisión apruebe otro procedimiento, se realizará:
  - Primero el cable de guarda
  - Segundo, conductor de fase superior.
  - Tercero, conductor de fase intermedio.
  - Cuarto, conductor de fase inferior.
- > Los requerimientos generales para instalación de los tensores temporales son:
  - En ángulo formado por conductores con la horizontal no excederá 20 grados.
  - Los tensores serán alineados en la dirección del eje de la línea.
  - Los tensores y sus accesorios soportarán la tensión máxima del conductor con un factor de seguridad de dos.

Una vez terminado el tendido de una sección limitada en el extremo por una estructura de anclaje, los conductores serán anclados en la estructura en forma definitiva y en cualquier combinación de uno a todos los conductores, siempre que no se excedan las limitaciones establecidas para las estructuras.

#### **7.5.2.13.1 Protección a Tierra**

Se usará métodos adecuados de puesta a tierra que protejan a personas y equipos, de voltajes inducidos en los cables de tensado o en el conductor.

Los siguientes requisitos generales deben aplicarse en todas las secciones de la línea:

- > La puesta a tierra debe ser instalada en ambos extremos de la línea de transmisión, o de la sección de la línea en que se está trabajando. Los conjuntos de puesta a tierra instalados en ambos extremos de la línea o tramo de línea deben permanecer en su lugar hasta el término del trabajo.
- > La puesta a tierra debe ser instalada firmemente para evitar una conexión suelta o intermitente. Todas las puestas a tierra suministradas e instaladas para protección contra descargas estáticas deben ser claramente visibles para inspección y deben ser de materiales tales como alambre de aluminio desnudo.
- > Todos los equipos de tendido y tensado serán puestos a tierra en forma segura y efectiva con un tipo aprobado de hincamiento a tierra, firmemente unido al equipo. Se usará al menos dos varillas hincadas en tierra tanto al lado del freno como en el conjunto del winche. Adicionalmente, todas las partes conductoras de la instalación y equipos de tensado deben ser operadas desde una plataforma aislada y con barandas.

#### **7.5.2.13.2 Cruces**

Cuando haya que cruzar líneas de fuerza eléctrica, líneas de comunicaciones, carreteras o ferrocarriles, se debe notificar a los propietarios con anticipación y hacer todos los cambios temporales requeridos. Cuando se crucen líneas energizadas, no se permitirá el trabajo en conductores hasta que se haya desenergizado y se bloqueen los res conectadores de esas líneas.

Todas las líneas que han sido desenergizadas estarán cortocircuitadas y puestas a tierra en el sitio de cruce, todo el tiempo que dure el trabajo. Para reenergizar estas líneas se hará a través de los canales que corresponda y una vez que se verifique que todo el personal se ha retirado del área de trabajo.

Se proveerá estructuras de protección en todos los cruces como se requiera, para la protección del conductor, línea, carretera, estructura o elemento a ser cruzado.

### **7.5.2.13.3 Condiciones de Viento**

Todas las operaciones de tendido y templado se interrumpirán cuando las velocidades del viento sean tales que puedan causar en los conductores una deflexión mayor de 1,5 metros en la mitad del vano desde la posición normal, sin viento en vanos de hasta 500 m. y de 3 m. en superiores a 500 m.

### **7.5.2.13.4 Tensiones de Tendido**

La tensión de tendido será uniforme y constante durante todo el tiempo de trabajo.

La tensión máxima no excederá el 75% de la tensión de templado, que resulta en la condición de todos los días (EDS)", establecidas para el cálculo de las tablas de tendido.

La tensión mínima será tal que mantenga los conductores a una distancia mínima de tres metros sobre el suelo o la parte superior de cualquier obstáculo.

Se requiere que las tensiones de tendido estén cerca del máximo permisible a fin de prevenir daño interno del conductor y mantener pequeñas variaciones de tensión.

Inmediatamente de terminado el tendido de una sección de la línea, se aumentará hasta el 75% de la tensión de templado.

Se evitará excesiva longitud de cable entre los carretes y las ruedas de giro del freno, aplicando frenos a los carretes y asegurando una tensión constante en este tramo de cable.

### **7.5.2.13.5 Consideraciones Generales**

- > Los tensores temporales y el equipo de tendido se ubicarán en sitios tales que se evite sobrecargar las estructuras por la imposición de cargas excesivas sobre las estructuras. En general, si se colocan los anclajes a una distancia horizontal de al menos 200 m. desde la estructura más cercana, a través de la cual se van a tender los conductores, se evitarán las cargas verticales excesivas.
- > Se usarán envolturas no metálicas para proteger cualquier estructura permanente o temporal que esté sujeta al roce del hilo piloto o las que puedan dañar los conductores al pasar por ellas. Cualquier superficie del suelo u obstáculo con el que los conductores puedan tener contacto durante las operaciones de tendido y ajuste, será aislada con protectores no metálicos a fin de no dañar los conductores. Cuando se usen mordazas tirantes para desenrollar los carretes, tender y templar los conductores, se protegerá los conductores con mangas de caucho de longitud suficiente.
- > Las uniones de plena tensión tipo compresión y los manguitos de reparación, no deben tirarse sobre las poleas de tendido. Durante el tendido, los conductores se unirán mediante sujeciones tipo Kellem.
- > Si es necesario dejar los conductores en el equipo durante la operación de tendido debido a inclemencia del tiempo, daño en el equipo u otras razones, los conductores podrán dejarse a la máxima flecha posible siempre que se los mantenga por lo menos a tres metros de distancia sobre la superficie del suelo u obstáculo.
- > Los tramos de cables sucios con contaminantes, polvo o cualquier material extraño serán limpiados usando paños limpios y/o cepillos de hilos duros.
- > Se tendrá cuidado que los conductores no lleven suciedades desde los carretes o poleas. Los carretes y poleas serán adecuadamente limpiados antes de iniciar la operación de tendido de cualquier tramo de línea.
- > Se tendrá especial cuidado para evitar que se doble el conductor con un radio de curvatura inferior al diámetro interior del carrete respectivo.
- > Se evitará el giro sin avance de conductores e hilos de guardia durante el tendido.
- > Se observará de cerca y continuamente el des enrollamiento de conductores durante el tendido, a fin de detectar cualquier daño o desprendimiento en el conductor.
- > La operación de tendido será coordinada mediante comunicaciones por radio.

- > Todas las secciones dañadas de conductores por efecto de sujeción de grapas serán eliminadas antes de que los conductores sean finalmente templados.

#### **7.5.2.14 Vestido de Estructuras**

Tiene como objeto colocar los aisladores y accesorios para el aislamiento y fijación de los cables en las estructuras.

Utilizando los planos de diseño, se armará en el suelo los sub-ensamblajes correspondientes a cada estructura. Posteriormente, mediante el uso de polipastos y poleas se subirá el sub-ensamblaje, armado hasta su posición final en las crucetas de las estructuras.

Se colocará una polea de tendido en cada brazo de la estructura, que respeta el conductor existente. Las poleas serán elevadas mediante el uso de polipastos y poleas y serán fijadas firmemente a las estructuras. En las estructuras angulares se deberá permitir el movimiento controlado de las poleas en forma horizontal.

##### **7.5.2.14.1 Especificaciones para poleas de tendido**

Las poleas deberán tener un diámetro de "fondo de acanaladura" de 15 a 18 veces el diámetro del cable. La profundidad de la canaladura será al menos 25% más grande que el diámetro del cable. El radio en la base de la canaladura será al menos 10% pero no más del 25% más grande que el radio del cable y los lados de la acanaladura deben ser inclinados al menos en 15 grados de la vertical. Las poleas deben ser hechas de aleación de aluminio, diseñadas para permitir la pasada de empalmes temporales hechos con sujeción "Kellen"; sus acanaladuras revestidas con neopreno poliuretano adecuado, equipadas con rodamiento de bola y rodillo de alta calidad auto lubricados o con elementos para lubricación a presión.

##### **7.5.2.14.2 Limpieza de aisladores**

Antes de instalar los aisladores en las estructuras, se deberá limpiar completa y totalmente las superficies de estos. Se deberá revisar la configuración del montaje de las cadenas de aisladores según planos, evitar restregar exhaustivamente la superficie de estos a fin de evitar la remoción de resinas hidrofóbicas.

##### **7.5.2.14.3 Tipo de estructura**

Las estructuras de suspensión deberán ser vestidas con anterioridad a la colocación de las poleas de tendido y las mismas se colocarán sujetadas al sub-ensamblaje de suspensión. Las estructuras de anclaje se vestirán al momento del grapado definitivo.

#### **7.5.2.15 Templado de Conductores e Instalación de Accesorios**

Esta actividad tiene la finalidad de dar a los conductores y cable guarda su tensión de tendido final. Las tensiones serán aquellas que se estipulan en las tablas de tendido del conductor.

Mediante el uso de un teclé y una agarradora se elevará la tensión del conductor en un tramo hasta llevarlo a su tensión de tendido final que se estipula en las tablas de tendido. Se deberá verificar la temperatura del conductor para aplicar la tensión correcta.

El templado de conductores se debe efectuar a más tardar 24 horas después que los conductores hayan sido colocados en las poleas. El templado se efectuará únicamente después que se ha terminado el tendido de todos los conductores en la respectiva sección o subsección. No se permitirá pretensado de los conductores. Los datos de flechas y tensiones serán tomados de las tablas de tendido. Se considerará el "creep" inicial únicamente si se efectúa el templado después de tres horas de operación de tendido. La longitud de la sección a ser templada se limitará de tal modo que se obtenga un templado satisfactorio y en ningún caso se excederá los ocho (8) kilómetros o veinte (20) vanos.

Durante la operación de templado todos los conductores permanecerán en poleas. Cuando la sección templada de la línea, límite en un extremo con una estructura de retención, los conductores serán anclados en dicha estructura teniendo en cuenta que se cumplan rigurosamente todas las limitaciones especificadas.

La operación de templado se efectuará únicamente bajo condiciones atmosféricas favorables, relativamente sin viento y con temperaturas sobre 12° C.

#### **7.5.2.15.1 Control de templado**

En todos los sectores comprendidos entre retenciones deben ser medidas las flechas:

En los vanos de control, que serán de una para tramos de 1 a 5 vanos, de 2 para tramos de 6 a 10 vanos y de 3 para más de 10 vanos: b) todos los vanos mayores a 600 m. y c) vanos con ángulo vertical pronunciado; los vanos de control serán seleccionados prefiriendo los de mayor longitud y de buena ubicación del teodolito para el flechado.

Cuando la distancia entre estructuras de retención es muy grande como para que los conductores sean templados en una operación, se establecerán terminales temporales en la forma especificada.

El templado de una subsección sucesiva de la línea se iniciará únicamente después del templado de todos los conductores de la subsección precedente y una vez que los conductores hayan sido engrapados hasta por lo menos de estructuras anteriores a la última estructura de la subsección templada adyacente a la subsección a ser templada.

La tensión de los conductores anteriormente templados será ligeramente inferior que la tensión de la subsección que se está templando debido al "creep" del conductor. Esto se requiere para igualar las tensiones en los cables entre las operaciones de templado sucesivas, a fin de que los sub ensamblajes de suspensión queden en posición vertical cuando el conductor sea engrapado.

El templado del conductor se hará en la siguiente forma:

- > Primero el cable de guarda
- > Segundo, conductor de fase superior.
- > Tercero, conductor de fase intermedio.
- > Cuarto, conductor de fase inferior.

Para definir la temperatura de templado, se usará un termómetro aprobado; el cual debe estar insertado en el núcleo de un tramo de conductor de longitud adecuada. Este tramo de conductor se pondrá a pleno sol a una altura de por lo menos cuatro metros sobre el suelo y durante un período no menor a 30 minutos antes de la operación de templado. La temperatura que se lea se empleará como temperatura de templado.

Antes de empezar la operación, se preparará un programa de templado incluyendo la siguiente información:

Identificación de la sección de la línea a ser templada indicando los números de las estructuras que la limitan.

- > Método a emplearse en el templado de cada sección.
- > Identificación de los vanos de control en cada sección.
- > Localización y tipo de tensores temporales que se propone usar en cada sección.

A fin de cada operación de templado, se remitirá a la Supervisión un informe por triplicado que contenga las fechas de las operaciones de tendido y templado, número de las estructuras de los extremos de los vanos templados, flechas medidas, factores de corrección usados debido al "creep", método de medición de flechas y temperatura al momento de la medición.

#### **7.5.2.15.2 Instalación de amortiguadores**

Se debe instalar amortiguadores de vibración. La ubicación de los amortiguadores de vibración para conductores e hilos de guardia será la calculada por la contratista o entregada por la fiscalización. Los amortiguadores deben fijarse en tal forma que cuelguen todos en un plano vertical y se verificará que los huecos de drenaje queden trabajando después de su colocación.

Los amortiguadores de vibración deben instalarse dentro de las 24 horas siguientes del engrapado de los conductores e hilos de guardia, a excepción de aquellos casos donde la fiscalización ordene que se instalen inmediatamente.

#### **7.5.2.15.3 Instalación de separadores**

Mediante el uso un carro de inspección para conductores de 2 haces se procede a realizar la instalación de los separadores, en la longitud que indique el diseño.

#### **7.5.2.16 Pruebas SAT de la Línea de Transmisión**

Tiene el objeto de corroborar que la línea se encuentra funcional, previo a la energización de la línea de transmisión.

##### **> Prueba OTDR**

- Limpie adecuadamente los conectores.
- Conecte una fibra óptica de inicio entre el dispositivo a prueba y el puerto OTDR.
- Si es necesario ingrese la longitud del metrado de la FO.
- Realice Configuración de parámetros del equipo.
- Realizar la verificar si la atenuación de la FO está dentro de los parámetros establecidos.
- Prueba impedancia secuencia cero:
  - Limpie adecuadamente los conectores.
  - Conecte el equipo hacia la línea de transmisión.
  - Realice Configuración de parámetros del equipo.
  - Realizar la medición.
- Prueba megado:
  - Limpie adecuadamente los conectores.
  - Conecte el equipo hacia la línea de transmisión.
  - Realice Configuración de parámetros del equipo.
  - Realizar la medición.

#### **7.5.3 Adecuación de Accesos**

Como se señaló en la sección 7.4.3, se parte del hecho de la existencia de vías de acceso y caminos en la zona, se minimizará la intervención de nuevas áreas.

El trazado de los accesos debe realizarse con pendientes que minimicen el impacto ambiental. Se realizará una inspección visual que considere el tipo de vegetación, topografía, irregularidades y pendientes del terreno. El ancho máximo requerido será de 4,50 metros con desbroce únicamente de zonas con vegetación de baja altura como pastizales, se evitará cortar árboles o arbustos.

Es importante indicar que los accesos que serán adecuados para el ingreso a la línea de transmisión serán utilizados únicamente mientras dure la fase de construcción, posterior a ello se realizarán acciones de reconformación en dichos accesos.

A continuación, se detalla la ubicación de los tramos de acceso a adecuarse para la fase de construcción de la línea de transmisión, teniendo como referencia que se priorizará el uso de la franja de servidumbre:

**Tabla 7-42 Puntos de inicio y fin de los accesos temporales**

ID	Acceso	Longitud (m)	Coordenadas WGS 84			
			Inicio		Fin	
			Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)
1	Acceso a E3 y E4	62.19	166663.40	9837911.48	166603.27	9837895.63
2	Acceso a E35	220.67	171647.17	9839528.73	171864.22	9839553.79
3	Acceso a E99	151.40	189976.58	9842339.20	189969.37	9842467.22
4	Acceso a E111	69.73	192819.71	9844193.63	192805.39	9844258.89
5	Acceso a E113	71.01	193483.19	9844165.29	193445.01	9844224.71
6	Acceso a E121	63.10	194434.69	9845769.65	194482.04	9845738.14
7	Acceso a E122	82.03	194487.64	9846032.73	194560.21	9846057.33
8	Acceso a E123	67.87	194389.21	9846481.51	194339.63	9846452.65

Fuente: Pluspetrol Ecuador B.V., diciembre 2022

Elaboración: Entrix, diciembre 2022.

## 7.6 Fase de Operación

### 7.6.1 Subestación Reductora CPF

Se refiere al funcionamiento de la Subestación Reductora de la Facilidad Central de Procesamiento (CPF), donde en esta etapa, las actividades corresponden a la ejecución de mantenimiento de la infraestructura en general, ya que la operación es automatizada, las actividades a ser ejecutadas se detallan a continuación:

- > Mantenimiento de la GIS
- > Mantenimiento de los descargadores de sobretensión
- > Mantenimiento de equipamiento del PCR4, 138/34.5 kV - comunicaciones

### 7.6.2 Línea de Transmisión Subestación Reductora CPF – Subestación Eléctrica Puyo

Una vez que la línea de transmisión entra en servicio, es necesario efectuar una serie de labores de mantenimiento y vigilancia para conseguir que opere en óptimas condiciones y que será llevado a cabo por el área que estará a cargo de estas actividades.

El mantenimiento implica una serie de actividades para el personal encargado que consisten en revisiones periódicas, accidentales y control del arbolado, de muy diversa trascendencia para el medio ambiente, si bien cabe mencionar que la mayor parte de ellas no constituyen en sí mismas ningún riesgo para el medio.

Como norma general, anualmente se realiza una inspección normal a la totalidad de la instalación, así como una revisión anual de todos los puntos singulares de la línea de transmisión (cruzamientos con vías de circulación de elevado tráfico, apoyos en lugares con gran concurrencia de personas, cruzamientos con otras líneas, etc.). Periódicamente se lleva a cabo una inspección a pie y/ o drone (intensiva) de todo el trazado. Como resultado de estas revisiones preventivas, se detectan las anomalías que puedan presentar los distintos elementos de la línea de transmisión.

Las averías más usuales, dentro de su eventualidad o rareza, son: aisladores rotos, daños en los conductores o cables de tierra, rotura de los separadores de los conductores, etc.

Uno de los factores que intervienen en la frecuencia con que se producen las alteraciones y anomalías en la línea de transmisión, es la vida media de los elementos que la componen. El período de amortización de una línea de alta tensión oscila entre 30-40 años, el galvanizado de los apoyos puede durar 10-15 años y el cable de tierra unos 25-30 años.

Para realizar las labores de mantenimiento y reparación de averías se utilizarán los accesos que fueron habilitados para la construcción, no siendo necesaria la apertura de nuevos accesos sino exclusivamente en el mantenimiento de los ya existentes, que consistirá en el corte de maleza y la colocación de material pétreo con el fin de mantener en buenas condiciones de los accesos.

El equipo normalmente utilizado en estas reparaciones consiste en un vehículo “todo terreno” y en las herramientas propias del trabajo, no siendo necesaria en ningún caso la utilización de maquinaria pesada. En general se realizará:

- > **Mantenimiento Rutinario:** Las actividades de este tipo requerirán estar incluidas en el plan de mantenimiento programado vigente y estar debidamente declaradas y autorizadas.
- > **Mantenimiento Preventivo Programado:** Las actividades de este tipo deberán estar incluidas en el plan de mantenimiento programado vigente y estar debidamente declaradas y autorizadas, requiriendo además la salida de servicio de las instalaciones en las que se va a trabajar.
- > **Mantenimiento Correctivo Emergente:** Las actividades de mantenimiento correctivo emergente no tienen una periodicidad establecida, debido a que corresponden principalmente a sustituciones o reemplazos de elementos y equipos (aisladores, conductores, perfiles.) que han salido de operación por fallas del sistema, desperfectos y siniestros.
- > **Mantenimiento de Franja de Servidumbre:** Con el objeto de evitar que el crecimiento de árboles y otro tipo de vegetación generen inconvenientes en la operación de la línea de transmisión, normalmente se realizará cada seis meses el mantenimiento de la franja de servidumbre, que consiste en el desbroce, limpieza y/o tala de dicha vegetación. Los principales parámetros tienen que ver con:
  - Identificación de sitios críticos.
  - Identificación de sitios con distancias de seguridad inferiores a las permitidas.
  - Presencia de retoños
  - Presencia de árboles con proyección.
  - Identificación de actividades de desbroce y/o talas realizadas.

### **7.6.3 Mantenimiento de la Línea de Transmisión**

Para efectuar las actividades de mantenimiento en la línea de transmisión durante la fase de operación, se priorizará el uso de la franja de servidumbre como acceso a la LT.

## **7.7 Fase de Cierre y Abandono**

### **7.7.1 Desmontaje de Conductores**

El proceso de desmontaje de los conductores y cables será el siguiente:

- > Se colocarán los apoyos que sean precisos como medida de seguridad para que no se colapsen los apoyos de manera descontrolada.
- > Posteriormente se procederá a desmontar los separadores, amortiguadores, balizas de señalización, y demás accesorios utilizando vehículos adecuados para este fin, los cuales estarán suspendidos en los propios conductores en caso de ser necesario. También se aprovechará para enrollar los conductores en los apoyos de suspensión.
- > A continuación, se bajarán hasta el suelo todos los conductores situados entre los apoyos extremos.
- > En las zonas donde exista algún tipo de arbolado protegido o de alto valor ecológico y paisajístico, se procederá a un desmontaje especial; sin embargo, en el presente proyecto no se cuenta con este tipo de cobertura vegetal conforme la información oficial proporcionada por el MAATE.
- > Si existieran cruzamientos intermedios, se deberá proteger con anterioridad al inicio de los trabajos (con porterías o grúas autopropulsadas).



- > Una vez que están todos los conductores en el suelo, se recogerán manualmente. Se irán cortando con tijera hidráulica en pequeños tramos facilitando el enrollamiento de estos. Una vez realizada esta acción, se transportarán al almacén de gestión de residuos correspondiente.

### 7.7.2 **Desmontaje de los Apoyos**

El desmantelamiento de un apoyo consiste en la retirada del apoyo o torre propiamente dicho, eliminando la plataforma creada en la construcción, en la que se ubicaba el apoyo correspondiente.

Por otro lado, se denomina campa o plataforma de un apoyo a la superficie afectada por las obras bien de construcción bien de desmantelamiento de este. Para el desmontaje de apoyos, se realizará el siguiente procedimiento:

- > Se llevará una grúa autopropulsada, de tonelaje adecuado, hasta el apoyo. Una vez estribado el apoyo, se soltarán los tornillos de los anclajes de los tramos de la torre y la grúa descenderá el apoyo hasta es suelo. Un camión- grúa hará la retenida del apoyo en caso de ser necesario. También se podrá desmontar el apoyo por tramos.
- > Troceado y retirada.

### 7.7.3 **Demolición de Cimentaciones**

Las cimentaciones de cada apoyo se demolerán hasta los 80 cm de profundidad en terrenos de labor o cultivo (evitando así rotura de maquinaria agrícola), en el resto de los terrenos se realizará a 20 cm de la superficie excepto en zonas de roca viva donde se podrá demoler hasta el ras de suelo. En caso de que se requiera, se procederá a realizar la demolición mediante martillo hidráulico.

Posteriormente se cortarán los anclajes utilizando métodos que no supongan riesgo o impacto al ambiente, con especial atención a aquellos susceptibles de producir incendios. Posteriormente se gestionarán adecuadamente todos los residuos generados, restaurando el terreno según las condiciones propias o características de este.

En las zonas de trabajo se retirará el cable de puesta a tierra que circunvalaba la cimentación para su posterior gestión adecuada de residuos.

Los restos de hormigón y tierra serán entregados a escombreras autorizadas que cuenten con los permisos de funcionamiento y ambientales requeridos por ley.

## 7.8 **Ciclo de Vida del Proyecto**

- > Fase de construcción e instalación de infraestructura: Máximo 15 meses
- > Fase de operación y mantenimiento: A lo largo de toda su vida útil (el período de amortización mínimo calculado para una línea de transmisión y subestaciones oscila entre 30 a 40 años).
- > Fase de desmantelamiento: Máximo 6 meses

## 7.9 **Personal Requerido para el Desarrollo del Proyecto**

El personal contratado para las actividades del proyecto será el que se describe en la siguiente tabla, considerando los requerimientos establecidos por el Ministerio de Trabajo y sus cuerpos legales vigentes.

**Tabla 7-43 Personal Requerido para el Desarrollo del Proyecto**

Área	Cargo	Personas Requeridas	Fase (construcción, operación, abandono)
Civil y eléctrica	Capataz	5	Construcción
Civil y eléctrica	Albañil, operador de equipo liviano, pintor, fierro, carpintero	10	Construcción

Área	Cargo	Personas Requeridas	Fase (construcción, operación, abandono)
Civil y eléctrica	Peón	25	Construcción
Civil y eléctrica	Operador de equipo pesado	13	Construcción
Civil y eléctrica	Chofer	18	Construcción
Civil y eléctrica	Electricista general	2	Construcción
Civil y eléctrica	Soldador	2	Construcción
Civil y eléctrica	Cadenero	6	Construcción
Civil y eléctrica	Topógrafo	2	Construcción
Civil y eléctrica	Laboratorista	2	Construcción
Civil y eléctrica	Guardia de seguridad	2	Construcción
Civil y eléctrica	Personal de limpieza	1	Construcción
Civil y eléctrica	Linieros	15	Construcción
Civil y eléctrica	Técnico de fibra óptica/ cobre / empalmador	2	Construcción
Civil y eléctrica	Superintendente	1	Construcción
Civil y eléctrica	Médico	1	Construcción
Civil y eléctrica	Supervisor civil	2	Construcción
Civil y eléctrica	Supervisor SSA	2	Construcción
Civil y eléctrica	Supervisor eléctrico	2	Construcción
Civil y eléctrica	Trabajador Social	1	Construcción
Civil y eléctrica	Arqueólogo	1	Construcción
Civil y eléctrica	Supervisor de movimiento de tierras	2	Construcción
Civil y eléctrica	Administrador	1	Construcción
Civil y eléctrica	Bodeguero	2	Construcción
Civil y eléctrica	Perito evaluador	2	Construcción
<b>TOTAL</b>		<b>117</b>	

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Enrix, mayo 2022

## 7.10 Insumos, Materiales, Equipos y Maquinaria

De manera general se detallan los equipos y maquinaria que serán utilizados en la fase constructiva del proyecto, tanto para las actividades contempladas en la Subestación Reductora CPF como en la Línea de Transmisión:

**Tabla 7-44 Equipos y Maquinara**

Maquinaria / Equipo	Cantidad	Uso	Tipo de Energía para su funcionamiento	Potencia y/o capacidad	Fase
Camioneta	4	Transporte	Diesel	N/A	Construcción
Estación total	2	Topografía	Baterías	N/A	Construcción
Tanquero de agua	1	Hidratación vías de acceso	Diesel	N/A	Construcción
Volqueta	10	Movimiento de tierras	Diesel	N/A	Construcción

Maquinaria / Equipo	Cantidad	Uso	Tipo de Energía para su funcionamiento	Potencia y/o capacidad	Fase
Bus	2	Movilización de personal	Diesel	N/A	Construcción
Excavadora	3	Movimiento de tierras	Diesel	N/A	Construcción
Rodillo	1	Movimiento de tierras	Diesel	N/A	Construcción
Buldozer	2	Movimiento de tierras	Diesel	N/A	Construcción
Cargadora frontal	1	Movimiento de tierras	Diesel	N/A	Construcción
Mini cargadora	1	Movimiento de tierras	Diesel	N/A	Construcción
Retroexcavadora	2	Movimiento de tierras	Diesel	N/A	Construcción
Motosoldadoras	2	Soldadura	Diesel	N/A	Construcción
Cama baja y alta	1	Movilización de maquinaria y equipos	Diesel	N/A	Construcción
Autotank de combustible	1	Abastecimiento de combustible	Diesel	N/A	Construcción
Bomba de agua	3	Evacuación de agua	Diesel	N/A	Construcción
Concretera	3	Mezcla de concreto	Diesel	N/A	Construcción
Rodillo liso	3	Compactación de suelo	Diesel	N/A	Construcción
Vibrador	3	Compactación de suelo	Diesel	N/A	Construcción
Camiones	1	Movilización de materiales,	Diesel	N/A	Construcción
Tractor laminar	1	Movimiento de tierras	Diesel	N/A	Construcción

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

Adicionalmente, de manera general se detallan los insumos y materiales que serán utilizados en la fase constructiva del proyecto, tanto para las actividades contempladas en la Subestación Reductora CPF como en la Línea de Transmisión:

**Tabla 7-45 Insumos y Materiales**

Material)	Cantidad	Proceso en el que es empleado	Condiciones de Almacenamiento (INEN 2266 o la que lo reemplace)	No. CAS /ONU	Fase
Diesel	56224,23 gal/año	actividades civiles	numeral 6.8 Almacenamiento Norma NTE INEN 2 266:2000	68476-34-6/1202	Construcción
Gasolina	70547,96 gal/año	actividades civiles	numeral 6.8 Almacenamiento Norma NTE INEN 2 266:2000	10-54-3/ 1208 64742-47-8/ 268	Construcción

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

### 7.10.1 Subestación Reductora CPF

A continuación, se detallan los insumos, materiales, equipos y maquinaria que serán utilizados durante las actividades a ser ejecutadas en la Subestación Reductora CPF:

**Tabla 7-46 Listado de Equipos – Subestación Reductora CPF**

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
<b>Equipo de Transformación</b>			
1.	Transformador trifásico, voltaje en primario 138 kV, secundario 34.5 kV. Potencia en los devanados de primario y secundario 37/40 MVA, KNAN/KNAF, con OLTC de +/- 10x0.725% en 34.5 kV, aislado con aceite vegetal o mineral, con soportes para pararrayos de Óxido de Zinc en cada fase de los lados primario, secundario.	u	1,00
2.	Pararrayos de Óxido de Zinc, Ur=162 kV, tipo estación de 10 kA, instalado en lado primario del transformador principal, con contador de descargas y con conector terminal para conductor desnudo de aluminio.	u	3,00
3.	Pararrayos de Óxido de Zinc, Ur=36 kV, tipo estación de 10 kA, instalado en lado secundario del transformador principal, con contador de descargas, con estructura de soporte y con conector terminal para conductor desnudo de aluminio.	u	3,00
<b>Equipo Primario Patio de 138 kV</b>			
4.	Bahía de línea, configuración barra principal y barra de transferencia 138 kV, encapsulada en gas SF6, Icc=31.5 kA, Corriente nominal de barra 1200 A, corriente de derivación 1200 A.	u	2,00
5.	Bahía de Transformador, configuración barra principal y barra de transferencia 138 kV, encapsulada en gas SF6, Icc=31.5 kA, Corriente nominal de barra 1200 A, corriente de derivación 1200 A.	u	1,00
6.	Bahía de transferencia, configuración barra principal y barra de transferencia 138 kV, encapsulada en gas SF6, Icc=31.5 kA, Corriente nominal de barra 1200 A, corriente de derivación 1200 A.	u	1,00
7.	Bahía de Medida, configuración barra principal y barra de transferencia 138 kV, encapsulada en gas SF6, Icc=31.5 kA, Corriente nominal de barra 1200 A, corriente de derivación 1200 A.	u	1,00
8.	Unidad móvil de recuperación y de mantenimiento para el gas SF6.	u	1,00
9.	Pararrayos de Óxido de Zinc, Ur= 162 kV, tipo estación de 10 kA, con estructura soporte, con contador de descargas.	u	6,00
<b>Equipo Primario Patio de 34,5 kV</b>			
10.	Celda de 34,5 kV para bahía de transformador, 31,5 kA/1s para corte en caso de corrientes de cortocircuito, BIL=200 kV.	u	1,00
11.	Celda de 34,5 kV para línea de distribución, 31,5 kA/1s para corte en caso de corrientes de cortocircuito, BIL=200 kV.	u	3,00
12.	Celda de 34,5 kV para medición, 31,5 kA/1s para corte en caso de corrientes de cortocircuito, BIL=200 kV.	u	1,00
<b>Tablero De Control, Protección y Medida 138 kV</b>			
13.	Tablero de control y protección para bahía de línea de 138 kV, incluye switch de comunicaciones, 1 IED controlador de bahía con función de sincronismo, 2 IED's de protección principal y redundante, 1 medidor de energía con entradas para voltaje trifásico y funciones de calidad de energía.	u	2,00
14.	Tablero de control y protección para bahía de transformador trifásico lado de 138 kV, incluye switch de comunicaciones, 1 IED controlador de bahía con función de sincronismo, 2 IED's de protección principal y redundante, 1 medidor de energía con entradas para voltaje trifásico y funciones de calidad de energía.	u	1,00
15.	Tablero de control y protección para bahía de transferencia de barras y diferencial de barras 138 kV, incluye switch de comunicaciones, 1 IED controlador de bahía con función de sincronismo, 1 IED de protección de sobre y bajo voltaje con función de sincronismo, 2 medidores de energía con entradas para voltaje trifásico y funciones de calidad de energía.	u	1,00

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
16.	Tablero de registradores de fallas RAP's, con unidad central de registrador de fallas (en caso de requerir la solución del fabricante), incluye 2 switches de comunicación para las redes de RAP's sistema de sincronización de tiempo con GPS, estación de gestión de registradores automáticos de perturbaciones.	u	1,00
17.	Tablero de agrupamiento de señales digitales para transformador de potencia (Junction Box), incluye 2 IED's merging units digitales para adquisición de señales de bahía, supervisión de circuitos de disparo, enlaces de fibra óptica.	u	2,00
<b>Tablero De Control, Protección y Medida 34,5 kV</b>			
18.	Tablero de control y protección para bahías de línea de 34,5 kV, incluye switch de comunicaciones, 2 IED's de protección multifunción.	u	3,00
19.	Tablero de control y protección para bahía de transformador trifásico lado de 34,5 kV, incluye switch de comunicaciones, 1 GPS, 2 IED's de protección.	u	1,00
<b>Sistema SAS e IHM (S)</b>			
20.	Tablero de supervisión y control de la subestación	u	1,00

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

**Tabla 7-47 Listado de Maquinaria – Subestación Reductora CPF**

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
1.	Vehículo 4x4	u	4
2.	Furgoneta 12 pasajeros	u	3
3.	Retroexcavadora	u	3
4.	Motosierra 5.2kW, espada 30"	u	5
5.	Motosierra 2.3kW, espada 18"	u	5
6.	Moto guadaña 2kW	u	10
7.	Concretara	u	2
8.	Compactador mecánico	u	5
9.	Martillo Neumático	u	2
10.	Vibrador de manguera portátil	u	5
11.	Dobladora de Hierro	u	2
12.	Camión grúa hidráulica min carga 28ton	u	2
13.	Camión plataforma	u	2
14.	Camión grúa hidráulica min carga 6ton	u	2

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

### **7.10.2 Línea de Transmisión Eléctrica 138 kV**

A continuación, se detallan los insumos, materiales, equipos y maquinaria que serán utilizados durante las actividades a ser ejecutadas en la Línea de Transmisión 138 kV SE CPF – SE Puyo:

**Tabla 7-48 Listado de Insumos y Materiales – Línea de Transmisión Eléctrica**

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
<b>1.</b>	<b>Estructuras Reticuladas de Acero Galvanizado</b>		
<b>1.1.</b>	<b>Estructura de Acero Galvanizado tipo SL1-2 CPF</b>	<b>C/U</b>	<b>55</b>
1.1.1.	Cabeza con crucetas	C/U	55
1.1.2.	Cuerpo principal de 12.00 metros	C/U	55
1.1.3.	Extensión de Cuerpo de 4.0 metros	C/U	25
1.1.4.	Extensión de Ladera de 3.00 metros	C/U	104
1.1.5.	Extensión de Ladera de 4.50 metros	C/U	48
1.1.6.	Extensión de Ladera de 6.00 metros	C/U	68
1.1.7.	Juego de Ángulos de anclaje y elementos	C/U	55
<b>1.2.</b>	<b>Estructura de Acero Galvanizado tipo SP1-2 CPF</b>	<b>C/U</b>	<b>28</b>
1.2.1.	Cabeza con crucetas	C/U	28
1.2.2.	Cuerpo principal de 11.50 metros	C/U	28
1.2.3.	Extensión de Cuerpo de 4.0 metros	C/U	22
1.2.4.	Extensión de Ladera de 3.00 metros	C/U	8
1.2.5.	Extensión de Ladera de 4.50 metros	C/U	28
1.2.6.	Extensión de Ladera de 6.00 metros	C/U	76
1.2.7.	Juego de Ángulos de anclaje y elementos	C/U	28
<b>1.3.</b>	<b>Estructura de Acero Galvanizado tipo AL1-2 CPF</b>	<b>C/U</b>	<b>12</b>
1.3.1.	Cabeza con crucetas	C/U	12
1.3.2.	Cuerpo principal de 9 metros	C/U	12
1.3.3.	Extensión de Cuerpo de 4.0 metros	C/U	4
1.3.4.	Extensión de Ladera de 3.00 metros	C/U	16
1.3.5.	Extensión de Ladera de 4.50 metros	C/U	12
1.3.6.	Extensión de Ladera de 6.00 metros	C/U	20
1.3.7.	Juego de Ángulos de anclaje y elementos	C/U	12
<b>1.4.</b>	<b>Estructura de Acero Galvanizado tipo AR1-2 CPF</b>	<b>C/U</b>	<b>12</b>
1.4.1.	Cabeza con crucetas	C/U	12
1.4.2.	Cuerpo principal de 9 metros	C/U	12
1.4.3.	Extensión de Cuerpo de 4.0 metros	C/U	2
1.4.4.	Extensión de Ladera de 3.00 metros	C/U	36
1.4.5.	Extensión de Ladera de 4.50 metros	C/U	0
1.4.6.	Extensión de Ladera de 6.00 metros	C/U	12
1.4.7.	Juego de Ángulos de anclaje y elementos	C/U	12
<b>1.5.</b>	<b>Estructura de Acero Galvanizado tipo AE1-2 CPF</b>	<b>C/U</b>	<b>2</b>
1.5.1.	Cabeza con crucetas	C/U	2
1.5.2.	Cuerpo principal de 34,00 metros	C/U	2
1.5.3.	Extensión de Ladera de 3.00 metros	C/U	0

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
1.5.4.	Extensión de Ladera de 4.50 metros	C/U	0
1.5.5.	Extensión de Ladera de 6.00 metros	C/U	8
1.5.6.	Juego de Ángulos de anclaje y elementos	C/U	2
<b>1.6.</b>	<b>Estructura Tipo Poste de Acero Galvanizado tipo PS1-2 CPF</b>	<b>C/U</b>	<b>2</b>
1.6.1.	Cuerpo de Poste de 22 metros	C/U	2
1.6.2.	Juego de pernos de Anclaje y elementos	C/U	2
<b>1.7.</b>	<b>Estructura Tipo Poste de Acero Galvanizado tipo PAL1-2 CPF</b>	<b>C/U</b>	<b>7</b>
1.7.1.	Cuerpo de Poste de 22 metros	C/U	7
1.7.2.	Juego de pernos de Anclaje y elementos	C/U	7
<b>1.8.</b>	<b>Estructura Tipo Poste de Acero Galvanizado tipo PR1-2 CPF</b>	<b>C/U</b>	<b>6</b>
1.8.1.	Cuerpo de Poste de 22 metros	C/U	6
1.8.2.	Juego de pernos de Anclaje y elementos	C/U	6
<b>1.9.</b>	<b>Placas</b>		
1.9.1.	Placa de Numeración y accesorios	C/U	248
1.9.2.	Placa de Peligro y accesorios	C/U	248
<b>2.</b>	<b>Conductores y Accesorios para conexiones eléctricas</b>		
2.1.	Conductor ACAR 500MCM 18/19	m	220000
2.2.	Cable desnudo de copperweld calibre 3#8 AWG para puesta a tierra	m	6840
2.3.	Varillas de puesta a tierra de copperweld 5/8" x 10' suministrada con conector para Cable de copperweld desnudo N° 3#8 AWG	c/u	451
2.4.	Conector cable-placa, de bronce, para cable de copperweld 3#8 AWG a perfil plano.	c/u	451
2.5.	Amortiguadores para conductor ACAR 500MCM 18/19	c/u	1002
2.6.	Empalme de compresión a plena tensión para conductor ACAR 500MCM 18/19	c/u	97
2.7.	Manguitos de compresión para reparación para conductor ACAR 500MCM 18/19	c/u	15
<b>3.</b>	<b>Aisladores, Herrajes y Accesorios</b>		
3.1.	Sub - Ensamblaje de tensión tipo "A" con cadena de 11 aisladores TIPO ANSI C52.3	c/u	474
3.2.	Sub - Ensamblaje de tensión tipo "S" con cadena de 11 aisladores TIPO ANSI C52.3	c/u	498
3.3.	Sub - Ensamblaje de tensión tipo "P" con cadena de 11 aisladores TIPO ANSI C52.3	c/u	162
3.4.	Sub - Ensamblaje de tensión tipo "LP" con Aislador Polimérico Tipo LINEPOST	c/u	90
<b>4.</b>	<b>Cable OPGW y Accesorios</b>		
4.1.	Cable OPGW de 24 fibras	m.	35.000
4.2.	Cajas de empalme intermedias	c/u	7
4.3.	Cajas de empalme terminales	c/u	2
4.4.	Accesorios para Suspensión OPGW (Sub - Ensamblaje C)	c/u	83
4.5.	Accesorios para Retención OPGW (Sub - Ensamblaje D)	c/u	41
4.6.	Accesorios para Bajantes	c/u	135
4.7.	Amortiguadores para OPGW	c/u	422

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

**Tabla 7-49 Listado de Maquinaria – Línea de Transmisión Eléctrica**

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
1.	Vehículo 4x4	u	2
2.	Retroexcavadora	u	1
3.	Gallineta	u	1
4.	Volqueta	u	2
5.	Concretera	u	1
6.	Vibrador de hormigón	u	1
7.	Pisón compacto manual	U	1
8.	Camión grúa de 10 ton	u	1

Fuente: PLUSPETROL ECUADOR B.V., mayo 2022

Elaborado por: Entrix, mayo 2022

## 7.11 Tratamiento y Disposición de Desechos

Durante las diferentes etapas o fases del proyecto, la responsabilidad del manejo de los desechos será de PLUSPETROL ECUADOR B.V.; dicho manejo de desechos se realizará según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 026 del MAE (desechos peligrosos), Normas Técnicas Ecuatorianas INEN y el Plan de Manejo de Desechos (Capítulo 13), donde se identifican las mejores alternativas de tratamiento y disposición final en base a las características de cada desecho que será generado. El proyecto no generará efluentes ni descargas en todas las actividades a ser ejecutadas en sus diferentes fases.

Conforme lo describe el Certificado del Registro Único de Contribuyentes emitido por el Servicio de Rentas Internas (SRI), las actividades económicas de PLUSPETROL ECUADOR B.V. (A.10.- RUC Pluspetrol) son las siguientes:

- > B06200101.- Producción de hidrocarburos crudos en estado gaseoso (gas natural), extracción de condensados, drenaje y separación de las fracciones líquidas, desulfurización de gas.
- > B091001.- Actividades de servicios de extracción de petróleo y gas realizadas a cambio de una retribución o por contrato: sondeos, exploración (por ejemplo: métodos tradicionales de prospección, como observaciones geológicas en posibles yacimientos); perforación dirigida y re-perforación; perforación inicial; erección, reparación y desmantelamiento de torres de perforación, cementación de tubos de encamisado de los pozos de petróleo y gas, bombeo, taponamiento y abandono de pozos, etcétera; licuefacción y regasificación de gas natural para su transporte, realizadas en el lugar de extracción; drenaje y bombeo.
- > B09100101.- Actividades de servicios de extracción de petróleo y gas realizadas a cambio de una retribución o por contrato: sondeos, exploración (por ejemplo: métodos tradicionales de prospección, como observaciones geológicas en posibles yacimientos).
- > B0610000.- Extracción de aceites crudos de petróleo, esquistos bituminosos y arenas alquitranadas, producción de petróleo crudo de esquistos y arenas bituminosas, procesos de obtención de crudos: decantación, desalado, deshidratación, estabilización, etcétera.

Se resume que la actividad principal que realiza PLUSPETROL ECUADOR B.V. es la extracción de petróleo crudo y gas natural.

Para la Fase de Desarrollo y Producción del Bloque 10 la Operadora cuenta con la Licencia Ambiental No. 014 del 14 de marzo del 2008. De esta manera PLUSPETROL ECUADOR B.V. obtuvo el Registro de Generador de Desechos Peligrosos con código 04-08-SCA-026 del 24 de octubre de 2016 (A.9.- Registro de Generador), otorgado por el Ministerio del Ambiente, MAE (actualmente, Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, MAATE) para la Facilidad Central de Procesamiento (CPF), localizada en Pastaza, Parroquia El Triunfo, Comuna La Independencia.



Como parte de las estrategias para desarrollar el Bloque 10 y, en congruencia con las intenciones de lograr una Optimización de la Matriz Energética (OME), PLUSPETROL ECUADOR B.V. ha considerado la construcción de la línea de transmisión de 138 kV y la subestación reductora CPF, con sus respectivas facilidades para la integración al Sistema Nacional Interconectado (SIN) **con las facilidades de producción de hidrocarburos, y reducir la actual generación térmica disponible en el CPF.**

En este sentido, conforme lo establece el Art. 626 literal c) del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (RCODA):

*“...El Registro será emitido por proyecto, obra o actividad sujeta a regularización ambiental. La Autoridad Ambiental Nacional podrá analizar la factibilidad de emitir un solo Registro de Generador para varias actividades sujetas a regularización ambiental correspondientes a un mismo operador y de la misma índole, **considerando aspectos como cantidades mínimas de generación, igual tipo de residuo o desechos peligrosos y/o especiales generados, jurisdicción (ubicación geográfica) para fines de control y seguimiento**”.*

Los desechos peligrosos y especiales generados por las actividades de construcción, operación y cierre de la línea de transmisión CPF – SE Puyo y de la Subestación Reductora de CPF serán almacenados temporalmente en la CPF, enviados con un gestor ambiental calificado y podrán gestionarse bajo el Registro de Generador de Desechos Peligrosos, código 04-08-SCA-026 del 24 de octubre de 2016, considerando que se prevé una generación mínima de desechos peligrosos (Tabla 7-50) y que la línea de transmisión tiene el fin de interconectar a la CPF al sistema nacional de energía eléctrica **para continuar desarrollando la actividad de extracción de petróleo crudo y gas natural que realiza PLUSPETROL ECUADOR B.V. en el bloque 10 bajo la Licencia Ambiental No. 014.**

Asimismo, conforme cita el Art. 626, literal c) del RCODA:

*“Obtener el Registro de generador de residuos o desechos peligrosos y/o especiales ante la Autoridad Ambiental Nacional, y proceder a su actualización en caso de modificaciones en la información, conforme a la norma técnica emitida para el efecto...”*

PLUSPETROL ECUADOR B.V. procederá con la actualización del Registro de Generador de Desechos Peligrosos y/o Especiales, solo en el caso de modificaciones en la información conforme lo establezca la norma técnica emitida por el MAATE para el efecto.

Página en blanco

### 7.11.1 Desechos No Peligrosos

**Tabla 7-50 Clasificación de Desechos No Peligrosos**

Tipo de Residuo	Cantidad	Unidad	Condición de Almacenamiento	Tipo de Aprovechamiento o Valorización	Disposición Final	Fase
Madera	100	m <sup>3</sup>	Área de acopio de desechos debidamente señalizada	Reciclaje, entrega a personas con convenio.	Personas con convenio / Relleno sanitario	Construcción
Plásticos	1000	kg	Área de acopio con recipientes identificados	Reciclaje	Empresas de aprovechamiento de reciclables	Construcción
Bolsas de cemento	7000	saco	Área de acopio debidamente señalizada	No aplica	Relleno sanitario	Construcción
Varillas de acero y clavos	6000	kg	Aire libre, áreas indicadas	Chatarra metálica	Plantas de fundición	Construcción
Conductor de aluminio	5000	kg	Aire libre, áreas indicadas	Chatarra metálica	Plantas de fundición	Construcción
Desechos Orgánicos	1500	Kg	Tachos plásticos, en área de acopio señalizada y techada.	No aplica	Relleno sanitario	Construcción
Madera de embalaje de aisladores	10	m <sup>3</sup>	Área de acopio de desechos debidamente señalizada	Reciclaje, entrega a personas con convenio.	Personas con convenio / Relleno sanitario	Operación
Plásticos	100	kg	Recipientes identificados	Reciclaje	Empresas de aprovechamiento de reciclables	Operación
Bolsas de cemento	50	saco	Área de acopio debidamente señalizada	No aplica	Relleno sanitario	Operación
Varillas de acero y clavos	100	kg	Aire libre, áreas indicadas	Chatarra metálica	Plantas de fundición	Operación
Nota: - Los desechos en la fase de <u>construcción</u> representan a cantidades estimadas <u>semestralmente</u> - Los desechos en la fase de <u>operación</u> representan a cantidades estimadas <u>anuales</u>						

Elaborado por: Entrix, noviembre 2022

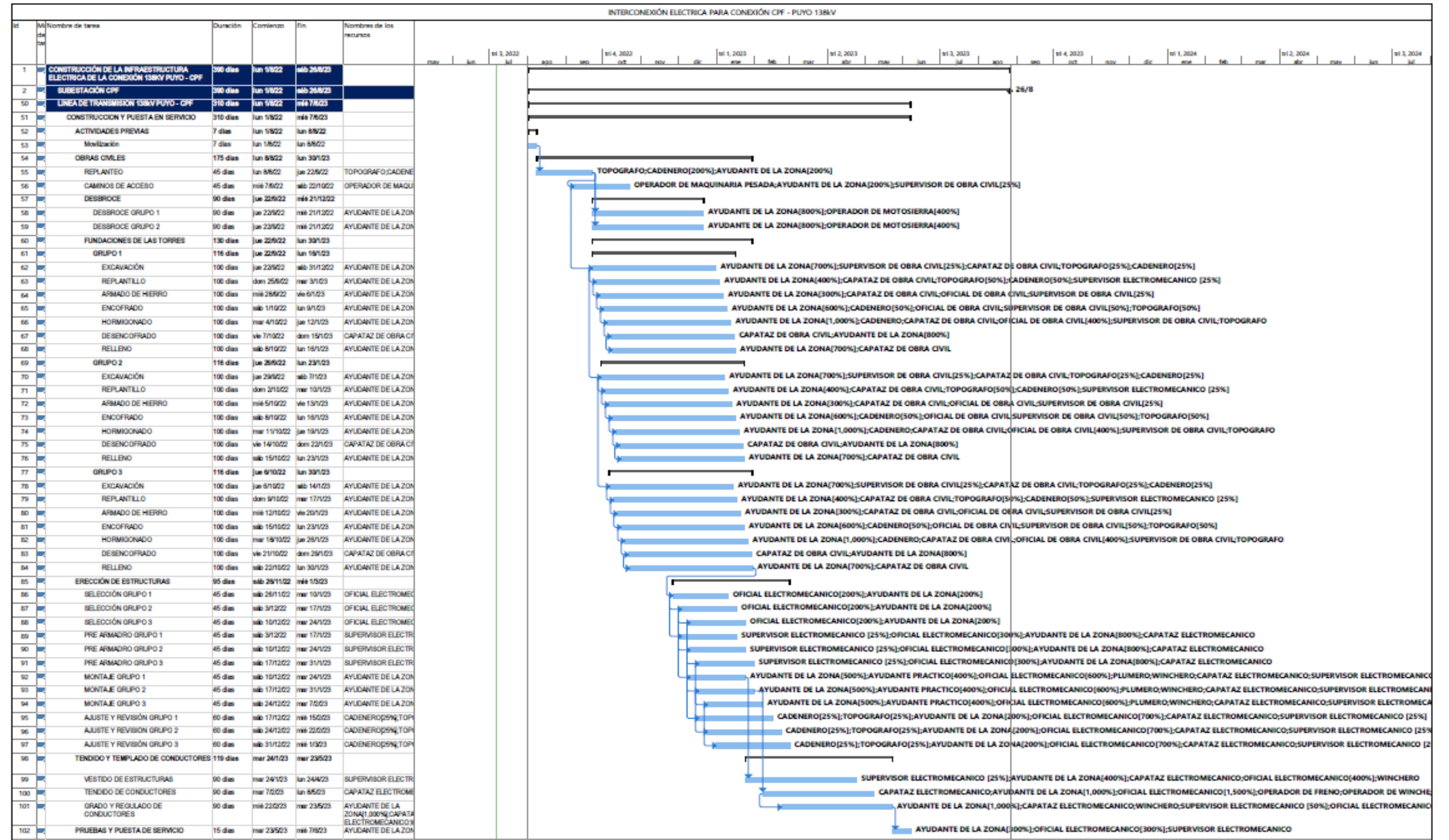
**7.11.2 Desechos Peligrosos**

**Tabla 7-51 Clasificación de Desechos Peligrosos**

Desechos Peligrosos Generados	Código	C	R	T	I	B	Cantidad proyectada	Unidad	Proceso unidad operativa	Condiciones de almacenamiento (INEN 2266)	Tipo de eliminación o Disposición Final	Fase
	A.M. 142											
Envases contaminados con materiales peligrosos (Envases de aditivos hormigón)	NE-27			X			20	unidades	Proceso de construcción de obras civiles, cimentación de estructuras metálicas de línea de transmisión, movimiento de tierras de subestación, obras civiles construcción de losas y estructuras de hormigón.	Cubetos impermeabilizados adecuados (móviles), cubetos adecuados impermeabilizados para obra fija (subestación).	Empresas de gestión ambiental autorizadas	Construcción
Materiales plásticos contaminados con hidrocarburos o productos químicos peligrosos (Residuos de combustibles)	C.19.17			X	X		500	unidades	Durante los procesos constructivos de obras civiles, y montaje electromecánico.	Cubetos metálicos para línea de transmisión, cubeto adecuado impermeabilizado techado para subestación.	Empresas de gestión ambiental autorizadas	Construcción
Materiales plásticos contaminados con hidrocarburos o productos químicos peligrosos (Residuos de combustibles)	C.19.17			X	X		100	unidades	Durante los procesos mantenimiento	Cubetos metálicos para línea de transmisión, cubeto adecuado impermeabilizado techado para subestación.	Empresas de gestión ambiental autorizadas	Operación
<p>Nota:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los desechos en la fase de <u>construcción</u> representan a cantidades estimadas <u>semestralmente</u></li> <li>- Los desechos en la fase de <u>operación</u> representan a cantidades estimadas <u>anuales</u></li> </ul>												

Fuente: Anexo B del AM 142 publicado en el Registro Oficial 856 del 21 de diciembre de 2012  
 Elaborado por: Entrix, noviembre 2022

### 7.12 Cronograma de Actividades del Proyecto



Página en blanco