

CONSORCIO TRANSMANTARO S.A.



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL SEMIDETALLADO (EIA-sd) PARA EL PROYECTO “ENLACE 500 KV SAN JOSÉ – YARABAMBA, AMPLIACIONES Y S.E. ASOCIADAS”

CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

**FEBRERO
2025
ELABORADO POR:**



FCISA

Dirección: Av. Tacna 685 Piso 18, Of. 182

RUC: 20543616967

Telf.: (511) 428-6301

Web: www.fcisa.com

ÍNDICE DE CONTENIDO

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	7
2.1. Descripción de Alternativas	7
2.1.1. Criterios establecidos	7
2.1.2. Alternativas de rutas	8
2.1.3. Evaluación de la alternativas seleccionadas- Líneas de Transmisión	9
2.1.3.1. Categoría Técnica	9
2.1.3.2. Categoría Ambiental	12
2.1.3.3. Categoría Sociocultural	14
2.1.3.4. Categoría Económica	20
2.2. Localización	24
2.2.1. Ubicación del proyecto	24
2.2.2. Áreas Naturales Protegidas (ANP)	25
2.3. Características de Proyecto	25
2.3.1. Esquema General del proyecto	25
2.3.2. Normas de diseño y construcción empleadas	25
2.3.3. Distancias de Seguridad	27
2.3.4. Ancho de la faja de servidumbre	29
2.3.5. Etapa de construcción	29
2.3.5.1. Actividades preliminares	31
2.3.5.2. Componentes auxiliares	37
2.3.5.3. Líneas de transmisión	41
2.3.5.4. Ampliación de Subestaciones	89
2.3.5.5. Vías de acceso	108
2.3.5.6. Obras en zonas urbanas e intersecciones	114
2.3.5.7. Insumos y materiales	114
2.3.5.8. Medio de transporte	118
2.3.5.9. Estimativo de volúmenes	119
2.3.5.10. Demanda de bienes y servicios	124
2.3.5.11. Asentamientos e infraestructuras sociales a intervenir	124
2.3.5.12. Equipos y maquinarias	125
2.3.6. Etapa de operación y mantenimiento	127
2.3.6.1. Actividades preliminares	128
2.3.6.2. Subestaciones	128
2.3.6.3. Línea de transmisión (LT) aéreas	129
2.3.6.4. Actividades en las vías de acceso	131
2.3.7. Etapa de abandono	131
2.3.7.1. Contratación de personal y servicios locales	132
2.3.7.2. Transporte de personal, materiales y equipos	132
2.3.7.3. Desconexión y desenergización	133
2.3.7.4. Desmontaje de conductores, cables de guarda, aislador y accesorio	133
2.3.7.5. Desmontaje y demolición de cimentación de las estructuras	134
2.3.7.6. Desmontaje del equipamiento electromecánico de las subestaciones	135
2.3.7.7. Limpieza y rehabilitación de las áreas ocupadas	136
2.4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales	136
2.4.1. Aguas superficiales	136
2.4.2. Vertimientos	137

2.4.2.1.	Efluentes industriales	137
2.4.2.2.	Efluentes domésticos	137
2.4.3.	Materiales de construcción.....	139
2.4.4.	Aprovechamiento forestal.....	139
2.4.5.	Residuos sólidos	139
2.4.6.	Combustible.....	142
2.4.6.1.	Etapa de construcción y abandono	142
2.4.6.2.	Etapa de operación y mantenimiento.....	142
2.4.6.3.	Estimación de consumo	143
2.4.7.	Electricidad	147
2.4.7.1.	Etapa de construcción y abandono	147
2.4.7.2.	Etapa de operación	147
2.4.8.	Logística	148
2.4.8.1.	Etapa de construcción y abandono	148
2.4.8.2.	Etapa de operación y mantenimiento.....	148
2.4.9.	Generación de emisiones.....	148
2.4.9.1.	Emisión de material particulado (PM ₁₀ – PM _{2.5})	149
2.4.9.2.	Emisión de gases	155
2.4.10.	Generación de ruidos	162
2.4.10.1.	Etapa de construcción y abandono	162
2.4.10.2.	Etapa de operación y mantenimiento.....	163
2.4.10.3.	Etapa de abandono	163
2.4.11.	Generación de vibraciones.....	164
2.4.12.	Generación de radiaciones	165
2.4.12.1.	Etapa de construcción y abandono	165
2.4.12.2.	Etapa de operación	165
2.5.	Demanda de mano de obra, tiempo e inversión	166
2.5.1.	Demanda de mano de obra.....	166
2.5.2.	Tiempo de ejecución	168
2.5.3.	Inversión del proyecto	170
2.5.4.	Tiempo de vida útil del proyecto.....	170

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1-1. Ubicación administrativa de la Alternativa 1	8
Tabla 2.1-2. Ubicación administrativa de la Alternativa 2.	8
Tabla 2.1-3. Longitud de cada alternativa	10
Tabla 2.1-4. Monto de inversión de cada alternativa	20
Tabla 2.1-5. Análisis de indicadores técnicos, ambientales, socioculturales y económicos	21
Tabla 2.2-1. Ubicación administrativa del proyecto	24
Tabla 2.3-1. Distancias Verticales de Seguridad al terreno para LT 500 kV.	27
Tabla 2.3-2. Faja de servidumbre.	29
Tabla 2.3-3. Actividades etapa construcción	30
Tabla 2.3-4. Cruces con líneas aéreas - Línea San José - Yarabamba	36
Tabla 2.3-5. Cruces con vías – Línea San José – Yarabamba	36
Tabla 2.3-6. Cruce con ductos - Línea San José - Yarabamba	37
Tabla 2.3-7. Almacenes en SE Asociadas	39
Tabla 2.3-8. Líneas de transmisión del proyecto	41
Tabla 2.3-9. Ubicación LT 500 kV San José Yarabamba	41
Tabla 2.3-10. Coordenadas de las torres de la LT 500 kV San José Yarabamba	42
Tabla 2.3-11. Coordenadas de los vértices de la LT 500 kV San José - Yarabamba	45
Tabla 2.3-12. Puntos de intersección y distancias de las torres más cercanas a los cuerpos de agua. LT 500 kV San José - Yarabamba	47
Tabla 2.3-13. Resumen Distancias de aislamiento para L.T. 500 kV San José – Yarabamba ...	50
Tabla 2.3-14. Distancias fase-tierra para sobretensiones por maniobra ajustadas.....	50
Tabla 2.3-15. Longitud de la cadena de aisladores	51
Tabla 2.3-16. Criterios selección del conductor.....	60
Tabla 2.3-17. Selección cables de guarda para L.T. 500 kV San José – Yarabamba	61
Tabla 2.3-18. Distancias de aislamiento a frecuencia industrial L.T. 500 kV San José – Yarabamba	62
Tabla 2.3-19. Distancias de aislamiento por sobretensiones por maniobras para la L.T. 500 kV San José – Yarabamba	62
Tabla 2.3-20. Distancias de aislamiento por descargas atmosféricas para niveles de tensión líneas a 500kV.....	62
Tabla 2.3-21. Distancias de aislamiento por descargas atmosféricas para niveles de tensión líneas a 500kV.....	63
Tabla 2.3-22. Criterios para empleo estructuras con apantallamiento negativo	63
Tabla 2.3-23. Relación Agua cemento máximas.....	64
Tabla 2.3-24. Peso unitario del suelo.....	65
Tabla 2.3-25. Resistencia mínima del concreto	65
Tabla 2.3-26. Recubrimiento del pedestal.....	65
Tabla 2.3-27. Altura de pedestales	66
Tabla 2.3-28. Diámetro de barras de refuerzo	66
Tabla 2.3-29. Criterios de selección de sistemas PAT en función de la resistividad del terreno	71
Tabla 2.3-30. Áreas ocupadas por las Subestaciones.....	89
Tabla 2.3-31. Ubicación de la SE San José.....	89
Tabla 2.3-32. Características eléctricas del sistema.....	91
Tabla 2.3-33. Características de los interruptores	92
Tabla 2.3-34. Características de los seccionadores	92
Tabla 2.3-35. Características de los transformadores de corriente	93

Tabla 2.3-36. Características de los transformadores de tensión	93
Tabla 2.3-37. Características de los descargadores de sobretensión	94
Tabla 2.3-38. Características de las trampas de onda	94
Tabla 2.3-39. Características de los aisladores tipo poste	95
Tabla 2.3-40. Características de los aisladores tipo polimérico	95
Tabla 2.3-41. Ubicación de la SE Yarabamba	97
Tabla 2.3-42. Características eléctricas del sistema	98
Tabla 2.3-43. Características de los interruptores	99
Tabla 2.3-44. Características de los seccionadores	100
Tabla 2.3-45. Características de los transformadores de corriente	100
Tabla 2.3-46. Características de los transformadores de tensión	101
Tabla 2.3-47. Características de los descargadores de sobretensión	101
Tabla 2.3-48. Características de las trampas de onda	102
Tabla 2.3-49. Características de los aisladores tipo poste	102
Tabla 2.3-50. Características de los aisladores tipo polimérico	103
Tabla 2.3-51. SE donde tendrá lugar las obras civiles	105
Tabla 2.3-52. Accesos carrozables	109
Tabla 2.3-53. Cruces de los accesos con las fuentes de agua	112
Tabla 2.3-54. Accesos peatonales	113
Tabla 2.3-55. Lista de insumos químicos para Líneas de Transmisión	114
Tabla 2.3-56. Lista de insumos químicos para Subestaciones	116
Tabla 2.3-57. Estimación de materiales para construcción de la LT y ampliación de las subestaciones asociadas	118
Tabla 2.3-58. Áreas donde se realizará el retiro de cobertura vegetal	120
Tabla 2.3-59. Volumen (m^3) estimado de excavaciones vinculados a los accesos proyectados	123
Tabla 2.3-60. Volumen (m^3) estimado de excavaciones manuales en la línea de transmisión	123
Tabla 2.3-61. Volumen de excavación para las subestaciones asociadas	123
Tabla 2.3-62. Volumen (m^3) estimado de relleno en los componentes del proyecto	124
Tabla 2.3-63. Volumen total de concreto y agua para los componentes	124
Tabla 2.3-64. Lista de equipos y maquinarias a utilizar durante la etapa de construcción	125
Tabla 2.3-65. Actividades etapa operación y mantenimiento	127
Tabla 2.4-1. Estimación de consumo de agua en diferentes etapas del proyecto	137
Tabla 2.4-2. Volumen estimado – efluente doméstico – etapa de construcción	138
Tabla 2.4-3. Cantidad de baños portátiles	138
Tabla 2.4-4. Estimación cualitativa y cuantitativa de residuos sólidos a generarse – etapa de construcción	140
Tabla 2.4-5. Estimación cualitativa y cuantitativa de residuos sólidos a generarse – etapa de operación y mantenimiento	140
Tabla 2.4-6. Estimación cualitativa y cuantitativa de residuos sólidos a generarse – etapa de abandono	141
Tabla 2.4-7. Estimación del consumo de combustible – Etapa de construcción	144
Tabla 2.4-8. Estimación del consumo de combustible – Etapa de operación y mantenimiento	147
Tabla 2.4-9. Estimación del consumo de combustible – Etapa de abandono	147
Tabla 2.4-10. Cálculo de emisiones de material particulado por movimiento de tierra	149

<i>Tabla 2.4-11. Cálculo de Emisiones de Material Particulado (PM_{10}) por movimiento de tierras – Etapa de Construcción</i>	150
<i>Tabla 2.4-12. Cálculo de Emisiones de Material Particulado ($PM_{2.5}$) por movimiento de tierras – Etapa de Construcción</i>	151
<i>Tabla 2.4-13. Cálculo de Emisiones de Material Particulado (PM_{10}) por movimiento de tierras – Etapa de Operación</i>	153
<i>Tabla 2.4-14. Cálculo de Emisiones de Material Particulado ($PM_{2.5}$) por movimiento de tierras – Etapa de Operación</i>	153
<i>Tabla 2.4-15. Cálculo de Emisiones de Material Particulado (PM_{10}) por movimiento de tierras – Etapa de Abandono</i>	154
<i>Tabla 2.4-16. Cálculo de Emisiones de Material Particulado ($PM_{2.5}$) por movimiento de tierras – Etapa de Abandono</i>	154
<i>Tabla 2.4-17. Cálculo de Emisiones de gases de combustión (CO) – Etapa de construcción</i>	156
<i>Tabla 2.4-18. Cálculo de Emisiones de gases de combustión (CO) – Etapa de operación - mantenimiento</i>	158
<i>Tabla 2.4-19. Cálculo de Emisiones de gases de combustión (CO) – Etapa de abandono</i>	158
<i>Tabla 2.4-20. Cálculo de Emisiones de gases de combustión (NOx) – Etapa de construcción</i>	159
<i>Tabla 2.4-21. Cálculo de Emisiones de gases de combustión (NOx) – Etapa de operación y mantenimiento</i>	161
<i>Tabla 2.4-22. Cálculo de Emisiones de gases de combustión (NOx) – Etapa de construcción</i>	161
<i>Tabla 2.4-23. Estimación de los niveles de ruido en la etapa de construcción</i>	162
<i>Tabla 2.4-24. Estimación de los niveles de ruido en la etapa de operación y mantenimiento</i>	163
<i>Tabla 2.4-25. Estimación de los niveles de ruido en la etapa de abandono</i>	163
<i>Tabla 2.4-26. Estimación de vibración de las maquinarias y equipos en la etapa de construcción</i>	164
<i>Tabla 2.4-27. Estimación de vibración de las maquinarias en la etapa de operación y mantenimiento</i>	165
<i>Tabla 2.4-28. Estimación de los niveles de ruido en la etapa de abandono</i>	165
<i>Tabla 2.5-1. Cantidad estimada de personal a contratar – Línea de transmisión</i>	166
<i>Tabla 2.5-2. Cantidad estimada de personal a contratar – Subestaciones asociadas</i>	167
<i>Tabla 2.5-3. Mano de obra estimada por etapa</i>	167
<i>Tabla 2.5-4. Cronograma de ejecución - Etapas de planificación y construcción</i>	168
<i>Tabla 2.5-5. Cronograma de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto</i>	169
<i>Tabla 2.5-6. Cronograma de la etapa de abandono del proyecto</i>	169

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1-1. Presencia de la CSF Ruphay en el área del proyecto.....	16
Figura 2.1-2. Presencia de CSF Continua Pichu Pichu 60 MW en el área del proyecto.....	17
Figura 2.1-3. Ruta de concentrados de Sociedad Minera Cerro Verde	17
Figura 2.1-4. Restricciones identificadas vs Alternativas del proyecto	18
Figura 2.1-5. Sitios arqueológicos identificados.....	19
Figura 2.2-1. Ubicación del proyecto	24
Figura 2.3-1. Silueta de Suspensión nivel altitudinal <2000 msnm	51
Figura 2.3-2. Silueta de Retención nivel altitudinal <2000 msnm	52
Figura 2.3-3. Silueta de Suspensión nivel altitudinal 2000 – 3000 msnm	53
Figura 2.3-4. Silueta de Retención nivel altitudinal 2000 – 3000 msnm	54
Figura 2.3-5. Silueta Torre AAn nivel altitudinal <2000 msnm apantallamiento negativo	55
Figura 2.3-6. Silueta Torre AAn nivel altitudinal 2000-3000 msnm apantallamiento negativo ...	55
Figura 2.3-7. Silueta Torre Bn nivel altitudinal <2000 msnm apantallamiento negativo	56
Figura 2.3-8. Silueta Torre Dn nivel altitudinal <2000 msnm apantallamiento negativo	57
Figura 2.3-9. Silueta Torre Bn nivel altitudinal 2000-3000 msnm apantallamiento negativo.....	58
Figura 2.3-10. Silueta Torre Dn nivel altitudinal 2000-3000 msnm apantallamiento negativo ...	59
Figura 2.3-11. Esquema de cargas	64
Figura 2.3-12. Esquema de Pedestal Circular	66
Figura 2.3-13. Diagrama de esfuerzos sobre los perfiles metálicos	69
Figura 2.3-14. Configuración de puesta a tierra Tipo 6	72
Figura 2.3-15. Esquema de tendido bajo tensión controlada.	86
Figura 2.3-16. Esquema de tendido en línea.	87
Figura 2.3-17. Ubicación de la ampliación de la subestación San José 500 kV	90
Figura 2.3-18. Ubicación de la ampliación de la subestación Yarabamba 500 kV	98

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “Enlace 500 KV San José – Yarabamba, Ampliaciones y SE Asociadas” contempla la construcción de una línea de transmisión de 500kV con una longitud aproximada de 50.6 km, que conectará las subestaciones (*en adelante*, SE) San José de 500/200 kV y SE Yarabamba de 500/220kV. El proyecto ha sido incluido en el Plan de Transmisión para el periodo 2021–2030, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 422-2020-MINEM/DM del 30 de diciembre de 2020, y elaborado sobre la base de un anteproyecto de ingeniería de carácter referencial, con la finalidad de delimitar su alcance, así como su conexión con las instalaciones existentes del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (*en lo sucesivo*, SEIN).

2.1. Descripción de Alternativas

El presente ítem desarrolla el análisis de alternativas con la finalidad de definir el emplazamiento final de la línea de transmisión. La metodología comprende las comparaciones de las alternativas viables de acuerdo con criterios técnicos, ambientales, socioculturales y económicos en base a las diferentes alternativas comparadas para ello, se realiza una evaluación detallada con el propósito de seleccionar la mejor alternativa que cumpla con los requerimientos del proyecto y los criterios establecidos; los mismos que se mencionan a continuación:

2.1.1. Criterios establecidos

Los criterios y aspectos generales establecidos para la selección de alternativas son los siguientes:

- Longitud, trazado con la mínima afectación posible, considerando lo más rectilíneo posible.
- Accesibilidad, mayor accesibilidad a la línea, las estructuras se encuentran cercanas a caminos de acceso existentes.
- Cruces con otras líneas de transmisión eléctrica respetando las distancias mínimas de seguridad.
- Cruces con corrientes o drenajes, menor afectación a los recursos hídricos y sus bienes asociados.
- Restricciones ambientales, optimización en la localización de sitios de estructuras minimizando impactos.

- Restricciones arqueológicas, evitar afectaciones a zonas arqueológicas.
- Restricciones socioculturales, entre otros criterios, menor afectación predial (evitar en la medida de lo posible cruces por centros urbanos y valles agrícolas).

Desde el punto de vista técnico se definen los criterios de calificación que permita la construcción de la línea con el uso de cimentaciones eficientes en diseño, construcción, accesibilidad y costo.

2.1.2. Alternativas de rutas

La selección de la alternativa de ruta óptima se ha efectuado tomando las consideraciones indicadas, apoyados en el estudio de Análisis de Restricciones Ambientales (ARA). Debido al tamaño de las imágenes de las alternativas de ruta, no fue posible adjuntarlas en este ítem. Por ello, dichas imágenes que son parte del “Mapa de alternativas”, se adjuntan en el Anexo 2.1. Mapas.

La alternativa 1 se ubica en parte de los territorios de los distritos que se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 2.1-1. Ubicación administrativa de la Alternativa 1.

Nº	Distrito	Provincia	Departamento
1	La Joya	Arequipa	Arequipa
2	Uchumayo		
3	Tiabaya		
4	Jacobo Hunter		
5	Socabaya		
6	Yarabamba		
7	Mollebaya		

Fuente: Consorcio Transmántaro S.A.

La alternativa 2 se ubica en parte de los territorios de los distritos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2.1-2. Ubicación administrativa de la Alternativa 2.

Nº	Distrito	Provincia	Departamento
1	La Joya	Arequipa	Arequipa
2	Uchumayo		
3	Tiabaya		
4	Jacobo Hunter		

Nº	Distrito	Provincia	Departamento
5	Socabaya		
6	Yarabamba		
7	Mollebaya		

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

2.1.3. Evaluación de la alternativas seleccionadas- Líneas de Transmisión

A continuación, se presenta las categorías, subcategorías e indicadores considerados para la evaluación de las dos alternativas de ruta. Asimismo, se indica que el puntaje asignado a cada alternativa se evaluará según se requiera:

Respecto a las características del indicador como:

- Desfavorable (0)
- Regular (1)
- Adecuada (2)

Respecto a la afectación o intervención sobre el indicador:

- Bajo (2)
- Moderada (1)
- Alta (0)

2.1.3.1. Categoría Técnica

2.1.3.1.1. Subcategoría ingeniería

Los indicadores contemplados para la subcategoría de ingeniería son los siguientes:

A. Longitud del trazo

La alternativa más conveniente se considera aquella que tiene una menor longitud como expresión de menor afectación considerando el mismo lo más rectilíneo posible, lo que evita mayores costos de inversión.

En la siguiente tabla se muestra la longitud de cada alternativa.

Tabla 2.1-3. Longitud de cada alternativa

Líneas de transmisión	Longitud (km)	
	Alternativa N° 1	Alternativa N° 2
Línea 500 kV San José – Yarabamba	50.90	50.60
TOTAL	50.90	50.60

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Según la tabla 2.1-3 la Alternativa N° 2 es la que tiene la menor longitud por tanto se le asigna el mayor puntaje, obteniendo 2 y por el contrario la Alternativa N° 1 por tener una mayor longitud se le asigna un puntaje de 1.

B. Densidad de accesos

La alternativa con suficientes vías de acceso existentes presupone una menor afectación a propietarios, cultivos, cobertura natural, lo cual implica menor impacto social, ambiental y en costos del proyecto. Asimismo, permite minimizar la cantidad de caminos de accesos nuevos, y facilitar las labores de montaje y posterior mantenimiento.

Ambas alternativas contemplan accesos existentes cercanos; por tal razón, se considera un puntaje de 2 para ambas, es decir adecuada densidad de accesos.

C. Cruces con líneas existentes

Corresponde a garantizar las distancias mínimas de seguridad en los cruces de líneas existentes y evitar fallas en el sistema por acercamiento de los conductores.

Las alternativas N° 1 y N° 2 garantizan en todos los cruces de las líneas las distancias mínimas de seguridad por tanto le corresponde un puntaje 2, ya que garantiza un adecuado cruce de líneas existentes.

D. Topografía

Se evalúa si la topografía de la alternativa es favorable para condiciones de trabajo. Las pendientes mayores a 45° restringen el uso de cimentaciones superficiales o conllevan la implementación de obras adicionales.

La topografía de las alternativas N° 1 y N° 2 se consideran regularmente favorables, ya que atraviesan laderas montañosas que presentan pendientes variadas, predominando las empinadas. Por tal razón, a ambas alternativas le corresponde un puntaje de 1, es decir *regular topografía*.

2.1.3.1.2. Subcategoría de hidrología

Los indicadores contemplados para la subcategoría de hidrología son los siguientes:

Alternativa 1

- El clima es árido, con precipitaciones escasas a nulas durante la mayor parte del año.
- La red de drenaje de agua superficial natural son las quebradas San José y Cañonroto, que son de régimen efímero, porque solo se activan y generan flujo en respuesta a altas precipitaciones asociadas a eventos climáticos extraordinarios.
- Geomorfológicamente se ubica en altiplanicies sedimentarias sometidas a procesos geodinámicos externos de erosión eólica e hídrica.
- El trazo se ubica en la zona central de la huella de inundación calculada por la Faja Marginal aprobada con R.D-1071-2019-ANA/AAA I C-O.
- El trazo cruza de forma aérea las quebradas San José y Cañonroto, por lo que no afecta el cauce de las quebradas.

Alternativa 2

- El clima es árido, con precipitaciones escasas a nulas durante la mayor parte del año.
- La red de drenaje de agua superficial natural son las quebradas San José y Cañonroto, que son de régimen efímero, porque solo se activan y generan flujo en respuesta a altas precipitaciones asociadas a eventos climáticos extraordinarios.
- Geomorfológicamente se ubica en altiplanicies sedimentarias sometidas a procesos geodinámicos externos de erosión eólica e hídrica.
- El trazo se ubica cerca del extremo lado izquierdo de la huella de inundación calculada por la Faja Marginal aprobada con R.D-1071-2019-ANA/AAA I C-O, disminuyendo el riesgo de afectación por inundación.
- El trazo cruza de forma aérea las quebradas San José y Cañonroto, por lo que no afecta el cauce de las quebradas.

Las rutas alternativas desde el punto de vista hidrológico e hidráulico presentan características similares en cuanto a clima, morfología del terreno y red hídrica; no obstante, se diferencian ligeramente en la ubicación respecto a la huella de inundación de la faja marginal, donde la Alternativa N°2 presenta mejores condiciones que la Alternativa N° 1

Por tal razón, se considera un puntaje de 0 a la Alternativa N° 1 (alta) y un puntaje de 1 a la Alternativa N° 2 (moderada).

Es importante indicar que, en esta subcategoría no se consideró como indicador aguas subterráneas ya que no se considera un indicador principal para la evaluación de alternativas.

2.1.3.2. Categoría Ambiental

2.1.3.2.1. Subcategoría de Áreas Naturales protegidas

Se analiza la intersección de las alternativas con Áreas Naturales Protegidas de administración nacional, regional y privada. Se evita dichas áreas y sus zonas de amortiguamiento.

Ambas alternativas no atraviesan Áreas Naturales Protegidas de administración nacional ni regional; por tal razón, se considera un puntaje de 2 a cada alternativa que significa baja intervención.

2.1.3.2.2. Subcategoría fauna

A. Intervención en áreas de importancia y endemismo de aves

Esta variable busca evidenciar el cruce de las alternativas con áreas de importancia para aves y biodiversidad toda vez que uno de los impactos más importantes en líneas aéreas corresponde a la colisión de aves. Para la evaluación de esta variable se consultó la información de Áreas Importantes para la conservación de Aves (IBA) y Áreas con especies endémicas de aves (EBA).

En las alternativas N° 1 y N° 2 no se identificaron especies en categorías críticas, por tanto, obtienen puntaje de 2, lo que significa que tienen baja afectación.

2.1.3.2.3. Subcategoría flora

Se considera como indicador la cobertura vegetal en la cual se analiza el grado de intervención de cobertura vegetal, entendiendo que a menor afectación menor impacto sobre el medio biótico.

La cobertura vegetal es predominantemente Desierto costero (Dc) y presencial puntual de Cardonal (Car). Lo que evidencia una afectación baja de las dos alternativas obteniendo cada una un puntaje de 2.

2.1.3.2.4. Subcategoría concesiones forestales

Esta variable busca visualizar posibles exclusiones del Proyecto por cruces con áreas que se encuentran en explotación de recursos naturales y que suponen conflictos de uso. El análisis espacial presenta las áreas de permisos forestales que son interceptados por las alternativas.

En las que se consideran el cruce de los trazos de las alternativas en las siguientes concesiones:

- Concesiones de ecoturismo
- Concesiones de conservación
- Concesiones de reforestación

En las alternativas N° 1 y N° 2 no se evidencia cruce con Concesiones de ecoturismo, de conservación ni reforestación, por lo cual, para los 3 casos, ambas alternativas obtienen un puntaje de 2 por considerarse como baja afectación.

2.1.3.2.5. Subcategoría ecosistemas frágiles y paisajes sensibles

Se evalúa la ruta que evite pasar por ecosistemas frágiles (zonas de bofedales, lagunas y/o lagos) indicados en el artículo N°99 de la Ley General del Ambiente N°28611 y su modificatoria (Ley N° 29895).

Asimismo, en esta subcategoría se incluyen los paisajes sensibles los cuales consisten en escenarios de reconocido valor cultural, sea por razones estéticas, costumbristas, religiosas o históricas, por parte de la población local o de visitantes (p.ej. turistas), y que podrían ser afectados visualmente por la presencia del proyecto (intrusión visual). Estos escenarios están integrados tanto por elementos naturales (relieve, vegetación, cuerpos de agua, atmósfera) como culturales (edificaciones, áreas agrícolas, plantaciones de árboles, infraestructura diversa, monumentos, etc.) y se evalúan en función a su visibilidad.

La alternativa 2 evidencia baja afectación a ecosistemas frágiles, por lo que su puntaje es de 2 tanto para bofedales, lagos, lagunas y cochas. Respecto al paisaje sensible, se

evidencia que la alternativa 2 esta alejadas de las cuencas visuales identificadas, por lo que se otorga un puntaje 2.

En cuanto a la alternativa 2, se evidencia baja afectación a ecosistemas frágiles, obteniendo un puntaje de 2 tanto para bofedales, lagos, lagunas y cochas. Respecto al paisaje sensible, se evidencia que la alternativa 1 están sobre las cuencas visuales identificadas, por lo que se otorga un puntaje 1.

2.1.3.3. Categoría Sociocultural

2.1.3.3.1. Subcategoría comunidades

Se evalúa la intervención en territorios de:

- a) Comunidad Nativas: Ambas alternativas tienen baja intervención en Comunidades Nativas obteniendo un puntaje de 2 cada una.
- b) Comunidades Campesinas: Ambas alternativas tienen baja intervención en Comunidades Campesinas obteniendo un puntaje de 2 cada una.

2.1.3.3.2. Subcategoría predial

A. Centros poblados

Se evalúa la cercanía a centros poblados. En lo posible las alternativas deben alejarse de los cascos poblacionales.

Bajo este enfoque, ambas alternativas no se superponen a grupos poblacionales, sin embargo, a partir de la delimitación del Área de Influencia Indirecta (750 m a cada lado de la línea de transmisión) se ha identificado:

- Alternativa N° 1: Tres grupos poblacionales
- Alternativa N° 2: Dos grupos poblacionales

Por lo que, la alternativa N° 1 obtiene el puntaje de 1 (moderada) y la alternativa 2 el puntaje de 2 (baja).

B. Intervención en actividades económicas relevantes

Se evalúa grado de intervención en áreas de actividades económicas relevantes, se evita en la medida de lo posible cruces por valles agrícolas.

Se evidencia que las alternativas 1 y 2 no afectan valles agrícolas, por tanto, el puntaje para ambas es 2 (baja afectación).

C. Interacción con concesiones

Esta variable busca identificar áreas en las que las alternativas se crucen con otros proyectos, lo cual supone acuerdos adicionales y ajustes técnicos en el diseño de la línea.

A partir de la delimitación del Área de Influencia Indirecta (750 m a cada lado de la línea de transmisión) para las dos alternativas, según el INGEMMET, se han identificado 68 concesiones mineras otorgadas en el área colindante al proyecto. Además, según el Mapa Energético Minero del OSINERGMIN, se ha identificado que el proyecto se superpone a 16 concesiones¹ definitivas de generación y/o transmisión eléctrica.

Características de las alternativas:

En relación a las Alternativas se precisa que:

- La Alternativa N° 1 Corresponde al trazo inicial incluido en el Plan de Transmisión para el periodo 2021–2030, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 422-2020-MINEM/DM del 30 de diciembre de 2020. Este trazo se elaboró sobre la base de un anteproyecto de ingeniería de carácter referencial, con el objetivo de delimitar su alcance y su conexión con las instalaciones existentes del SEIN.
- La Alternativa N° 2 es la propuesta replanteada a cargo de Consorcio Transmantaro S.A. (CTM), que considera diversos estudios de ingeniería y restricciones técnicas, físico-ambientales y sociales. Este trazo busca minimizar impactos y conflictos con otros proyectos en la zona.

Restricciones identificadas:

Proyecto “Central Solar Fotovoltaico Ruphay (Ex San José):

Aprobado mediante la R.D. N° 0156-2022-MINEM/DGAEE, cuyo titular es la empresa Engie Energía Del Perú S.A. Esta empresa solicitó que el trazo del proyecto “Enlace 500 kV San José – Yarabamba, Ampliaciones y SE Asociadas” evite superponerse al área destinada para su central solar fotovoltaica (Ver polígono rojo en Figura 2.1.1). Ante este pedido, CTM planteó la Alternativa N° 2, que bordea uno de los límites de la Concesión N° 03.

En la siguiente figura se presenta visualmente la superposición de las alternativas respecto al Proyecto CSF Ruphay.

¹ Se precisa que, en el Mapa Energético Minero no se muestran los polígonos de las concesiones.

Figura 2.1-1. Presencia de la CSF Ruphay en el área del proyecto



Elaborado por FCISA, 2025

Proyecto “CSF Continua Pichu Pichu 60 MW”

Este proyecto cuenta con una concesión definitiva aprobada mediante R.M. N° 029-2020-MINEM/DM. Aproximadamente 1.1 km del trazo de la Alternativa N° 1 recaía sobre su área. Para mitigar esta superposición, CTM ajustó el trazo de la línea 0.5 km al sureste, reduciendo la superposición de 1,100 metros a solo 55 metros en la Alternativa N° 2 (Ver Figura 2.1.2).

Ruta de concentrados de Sociedad Minera Cerro Verde:

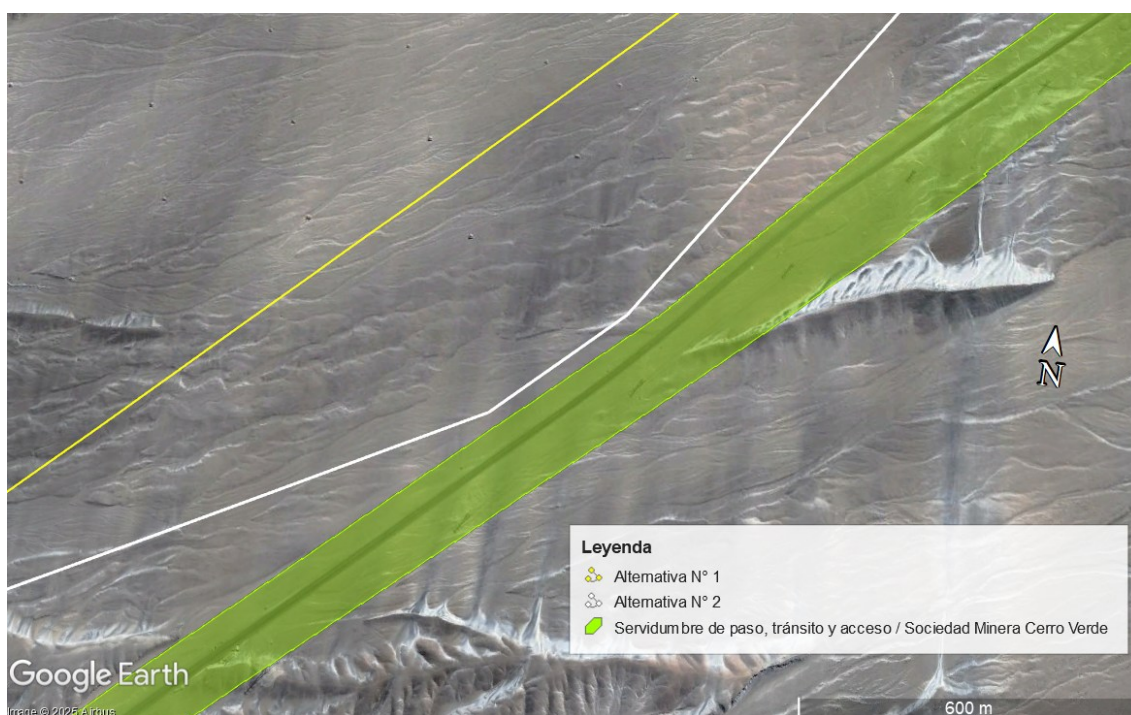
Paralelo al trazo del proyecto “Enlace 500 kV San José – Yarabamba, Ampliaciones y SE Asociadas” se encuentra la ruta de concentrados de Sociedad Minera Cerro Verde. Esta cuenta con una servidumbre de paso, tránsito y acceso que restringe su uso en superficie y aéreo. (Ver Figura 2.1.3).

Figura 2.1-2. Presencia de CSF Continua Pichu Pichu 60 MW en el área del proyecto



Elaborado por FCISA, 2025

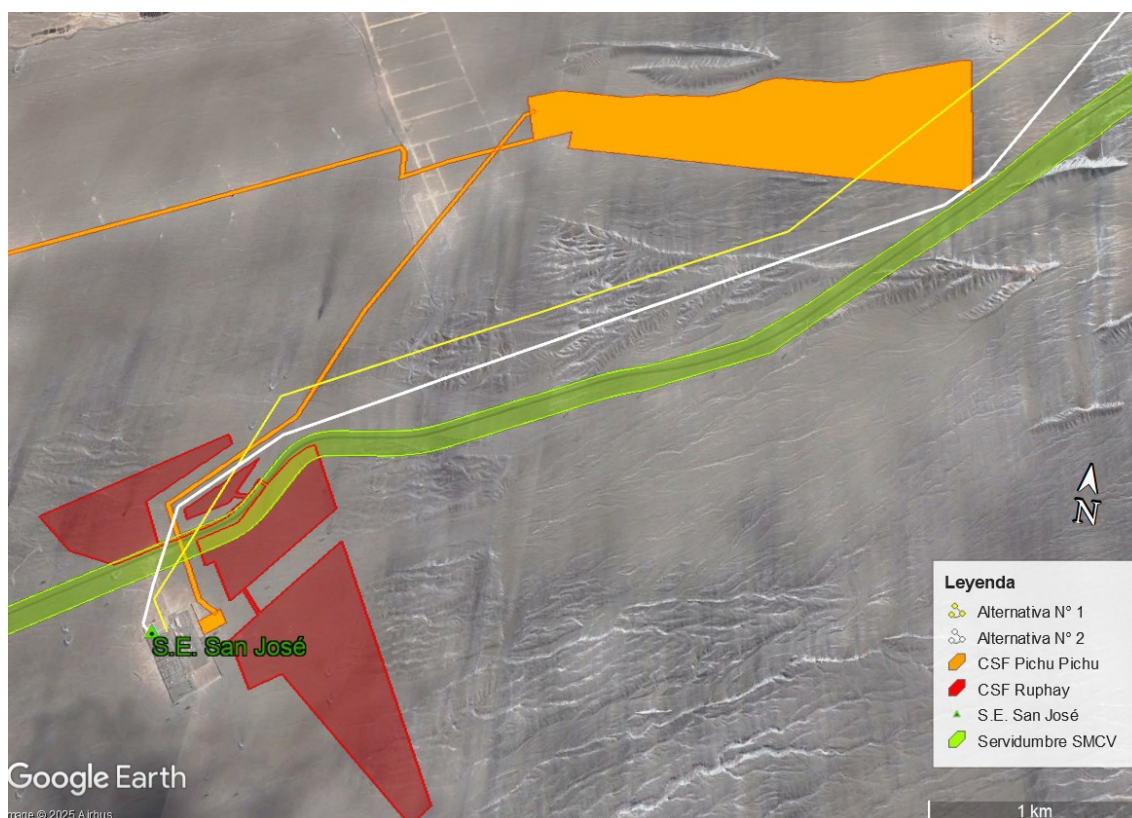
Figura 2.1-3. Ruta de concentrados de Sociedad Minera Cerro Verde



Elaborado por FCISA, 2025

Finalmente, se presenta en la figura 2.1.4 la superposición de todas las restricciones descritas con respecto a las alternativas del proyecto.

Figura 2.1-4. Restricciones identificadas vs Alternativas del proyecto



Elaborado por FCISA, 2025

En conclusión, ambas alternativas presentan superposiciones con concesiones mineras, lo que implica la necesidad de gestionar acuerdos y ajustes técnicos en el diseño del trazado. No obstante, la Alternativa N° 1 presenta un mayor grado de restricción, ya que se superpone tanto a concesiones mineras como a proyectos fotovoltaicos, incluyendo áreas críticas de los proyectos CSF Ruphay y CSF Continua Pichu Pichu. Por el contrario, la Alternativa N° 2 demuestra una mejor gestión de las restricciones identificadas, al ajustar su trazo para minimizar superposiciones con proyectos fotovoltaicos, reduciendo significativamente las interferencias iniciales. En función de esta evaluación, se asigna una puntuación de 0 a la Alternativa N° 1 y de 1 a la Alternativa N° 2, reflejando su mayor viabilidad técnica y menor impacto sobre concesiones existentes.

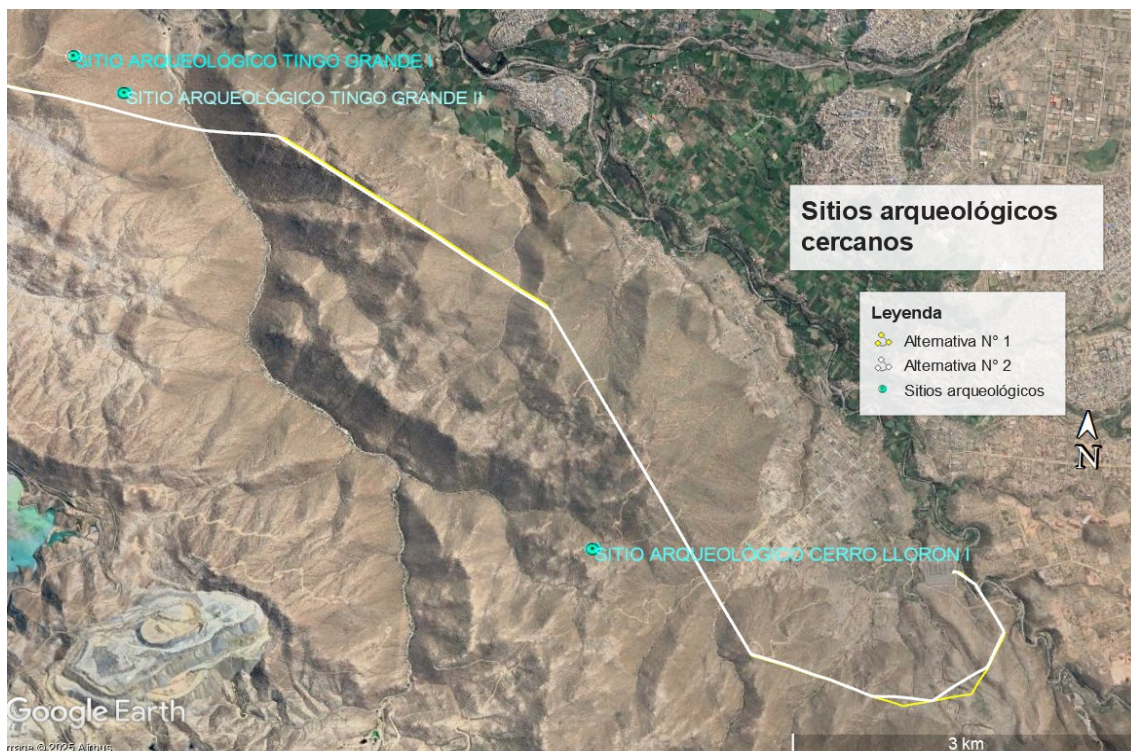
2.1.3.3.3. Subcategoría cultural

Se evalúa la menor afectación a zonas arqueológicas.

De la revisión de información del Ministerio de Cultura², se ha identificado que dentro del área de influencia del proyecto (750 m a cada lado de la línea de transmisión) para las dos alternativas, se encuentran registrados los siguientes sitios Arqueológicos:

- Tingo Grande I: se ubica aproximadamente a 390 m de la Línea de Transmisión (ambas alternativas), dentro del distrito de Tiabaya, provincia y departamento de Arequipa.
- Tingo Grande II: se ubica aproximadamente a 170 m de la Línea de Transmisión, dentro del distrito de Tiabaya, provincia y departamento de Arequipa.
- Cerro Llorón I: se ubica aproximadamente a 700 m de la Línea de Transmisión, dentro del distrito de Yarabamba, provincia y departamento de Arequipa.

Figura 2.1-5. Sitios arqueológicos identificados



Elaborado por FCISA, 2025

Se evidencia que la alternativa 1 y 2 tienen baja afectación sobre sitios arqueológicos por lo que se le otorga un puntaje de 2 a cada una.

² <https://geoportal.cultura.gob.pe/mapa/portal>

2.1.3.4. Categoría Económica

Se hace una evaluación comparativa de los costos de cada alternativa. La mejor alternativa corresponde al menor presupuesto. En la siguiente tabla se muestra las diferencias en los presupuestos entre las alternativas consideradas.

Tabla 2.1-4. Monto de inversión de cada alternativa

Alternativas	Costo total (USD)	Valor - Puntaje
1	26,552,462.92	Menor valor en presupuesto– Puntaje 2
2	28,065,070.00	Mayor valor en presupuesto - Puntaje 1

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

En la siguiente tabla, se presenta la evaluación de los indicadores anteriormente detallados.

Tabla 2.1-5. Análisis de indicadores técnicos, ambientales, socioculturales y económicos

N°	Categoría	Subcategoría	Indicador	Unidad (Puntaje)	Puntaje	
					Alternativa 01	Alternativa 02
1	Técnica	Ingeniería	Longitud del trazo	Mayor longitud (1) Menor longitud (2)	1	2
2			Densidad de accesos	Desfavorable (0) Regular (1) Adecuada (2)	2	2
3			Cruces con líneas existentes	Desfavorable (0) Regular (1) Adecuada (2)	2	2
4			Topografía	Desfavorable (0) Regular (1) Adecuada (2)	1	1
5		Hidrología	Superposición con huellas de inundación	Bajo (2) Moderada (1) Alta (0)	0	1
7	Ambiental	Áreas naturales protegidas	Intervención en Áreas Naturales Protegidas	Bajo (2) Moderada (1) Alta (0)	2	2
8		Fauna y flora	Intervención en áreas de importancia o endemismos de aves	Bajo (2) Moderada (1) Alta (0)	2	2

N°	Categoría	Subcategoría	Indicador	Unidad (Puntaje)	Puntaje	
					Alternativa 01	Alternativa 02
9		Concesiones forestales	Cobertura vegetal	Bajo (2) Moderada (1) Alta (0)	2	2
10			Concesiones de ecoturismo	Bajo (2) Moderada (1) Alta (0)	2	2
11			Concesiones de conservación	Bajo (2) Moderada (1) Alta (0)	2	2
12			Concesiones de reforestación	Bajo (2) Moderada (1) Alta (0)	2	2
13		Ecosistemas frágiles	Bofedales	Bajo (2) Moderada (1) Alta (0)	2	2
14			Lagunas, lagos, cochas	Bajo (2) Moderada (1) Alta (0)	2	2
15			Paisajes sensibles	Bajo (2) Moderada (1) Alta (0)	1	2
16	Sociocultural	Comunidades	Comunidades nativas	Bajo (2) Moderada (1) Alta (0)	2	2

N°	Categoría	Subcategoría	Indicador	Unidad (Puntaje)	Puntaje	
					Alternativa 01	Alternativa 02
17		Predial	Comunidades campesinas	Bajo (2) Moderada (1) Alta (0)	2	2
18			Centros poblados	Bajo (2) Moderada (1) Alta (0)	1	2
19			Intervención en actividades económicas relevantes	Bajo (2) Moderada (1) Alta (0)	2	2
20			Interacción con concesiones mineras / fotovoltaicas	Bajo (2) Moderada (1) Alta (0)	0	1
21		Cultural	Zonas arqueológicas	Bajo (2) Moderada (1) Alta (0)	2	2
22	Económica	Presupuesto	Costo directo	Mayor valor (1) Menos valor (2)	1	2
Total					33	39

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

A partir del análisis de los 22 indicadores seleccionados se tiene que la alternativa 1 obtuvo 33 puntos y la alternativa 2 obtuvo 39 en cuanto a los aspectos técnicos, ambientales, socioculturales y económicos, lo que señala que la mejor alternativa resulta ser la alternativa 2.

2.2. Localización

2.2.1. Ubicación del proyecto

El proyecto “Enlace 500 KV San José – Yarabamba, Ampliaciones y SE Asociadas”, se encuentra en los distritos de La Joya, Socabaya, Uchumayo, Tiabaya, Jacobo Hunter, Yarabamba y Mollebaya de la provincia y departamento de Arequipa”.

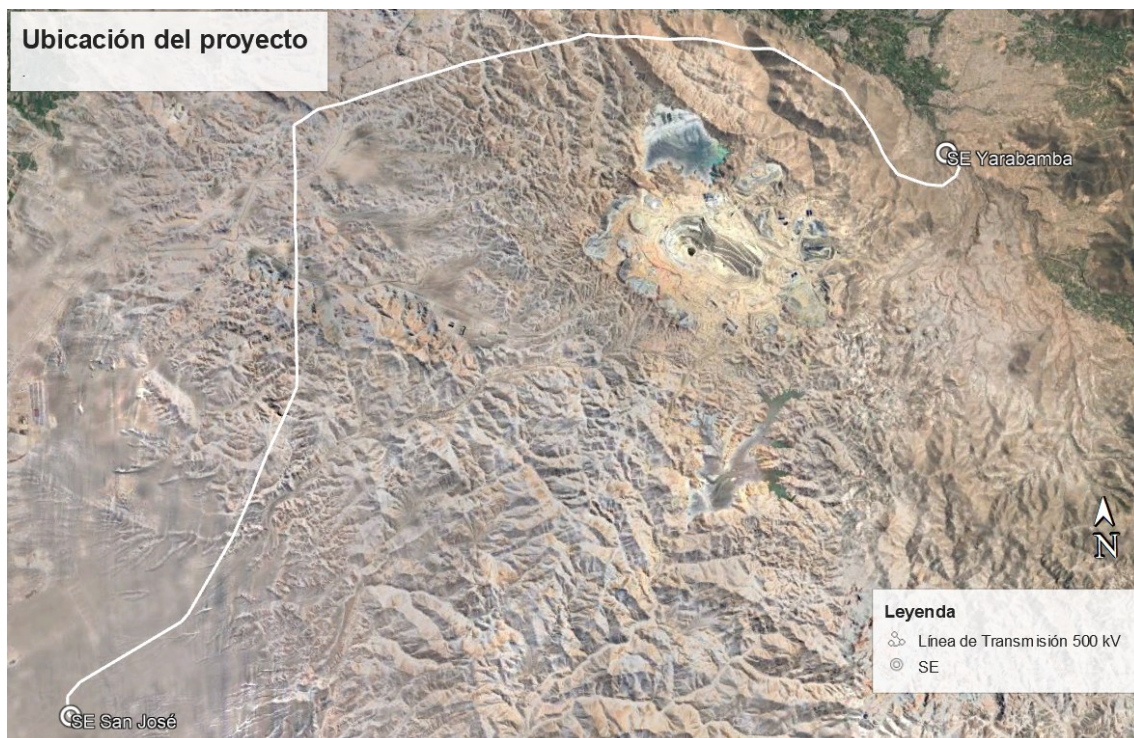
Tabla 2.2-1. Ubicación administrativa del proyecto

Departamento	Provincia	Distritos
Arequipa	Arequipa	La Joya
		Uchumayo
		Tiabaya
		Jacobo Hunter
		Socabaya
		Yarabamba
		Mollebaya

Elaborado por FCISA, 2024

En el Anexo 2.1. Mapas, se presenta el Mapa de Ubicación, el cual muestra la ubicación distrital, provincial y departamental del proyecto.

Figura 2.2-1. Ubicación del proyecto



Elaborado por FCISA, 2024

2.2.2. Áreas Naturales Protegidas (ANP)

De acuerdo a la información del geoservidor del Ministerio del Ambiente, la cual es de uso público, el área de influencia del proyecto no se superpone ni colinda con un alguna Área Natural Protegida (ANP) o Zona de Amortiguamiento (ZA) que formen parte del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE).

En el Anexo 2.2 **se adjunta el mapa informativo - Código de Consulta N°: 605374**, emitido por SERNANP, donde se evidencia que el proyecto no recae sobre ANP, ZA o ACR.

2.3. Características de Proyecto

2.3.1. Esquema General del proyecto

En el Anexo 2.3 se presenta el diagrama unifilar del proyecto, en la cual se indica las longitudes de la línea de transmisión de 500 kV, así como las subestaciones asociadas.

2.3.2. Normas de diseño y construcción empleadas

Para la ejecución de los cálculos para el diseño de las líneas de transmisión asociadas al proyecto, se tendrá en cuenta la siguiente documentación técnica y normas nacionales e internacionales:

- Ley de Concesiones eléctricas, aprobado con D.L. 25844 y modificatorias.
- Reglamento de la Ley de Concesiones eléctricas, aprobado con D.S. 009-93-EM y modificatorias.
- Código Nacional de Electricidad - Suministro 2011, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 214-2011-MEM/DM, (en adelante, CNE-S)..
- Código Nacional de Electricidad - Utilización 2006, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 037-2006-MEM/DM, (en adelante, CNE-U)..
- Procedimiento N° 20 (PR-20): Ingreso, Modificación y Retiro de Instalaciones en el SEIN, COES – SINAC, 2013.
- Transmission Line Reference Book, 345kV and Above/Second Edition de EPRI, 1982.
- EPRI AC Transmission Line Reference Book - 200kV and Above, Third Edition, 2005.
- Insulation Coordination for Power System de Andrew R. Hileman, 1999.

-
- Overhead Power Lines, Planning, Design, Construction de F. Kiessling· P. Nefzger. J. F. Nolasco· U. Kaintzyk, 2003.
 - IEEE Std. 738 – 2012: "IEEE Standard for Calculating the Current – Temperature Relationship of Bare Overhead Conductors".
 - IEEE Std. 80 – 2000: IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding
 - IEC 60865:2011: Short – Circuit Currents – Calculation of Effects.
 - IEC 60071-1 Insulation co-ordination - Part 1: Definitions, Principles And Rules, Eighth edition 2006-01.
 - IEC 60071-2 Insulation co-ordination – Part 2: Application Guide, Third edition 1996-12
 - UNE-EN 50341-1 Líneas eléctricas aéreas de más de 45 kV en corriente alterna, Parte 1: Requisitos generales, Especificaciones comunes, 2001
 - NESC
 - CISPR-CIGRÉ. Perturbations engendrées par l'effet de couronne des réseaux de transport – Description des Phenomènes, Guide Practique de Calcul, Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques á Haute Tension, Paris, 1974. (Interferences Produced by Corona Effect of Electric Systems – Description of Phenomena Practcal, Guide for Calculation, International Conference on Large High Voltage Electric Systems).
 - IEC CISPR 18 – 1: Radio Interference Characteristics of Overhead Power Lines and High-Voltage Equipment. Part 1: Description of Phenomena.
 - IEC CISPR 18 – 2: Radio Interference Characteristics of Overhead Power Lines and High-Voltage Equipment. Part 2: Methods of Measurement and Procedure for Determining Limits.
 - IEC CISPR 18 – 3: Radio Interference Characteristics of Overhead Power Lines and High-Voltage Equipment. Part 3: Code of Practice for Minimizing the Generation of Radio Noise.
 - IEC Technical Report 1000-3-6: Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 6: Assessment of emission limits for distorting loads in MV and HV power systems – Basic EMC publication First Edition, 1996-10.
 - GB 50545 – 2010 Code of Design of 110kV – 750kV Overhead Transmission

Line, National Standard of the People's Republic of China, January 2010.

- ASCE 10 – 97: Design of latticed steel transmission structures. 2003.
- ASCE 74 – 2009: Guidelines for Electrical Transmission Line Structural Loading. 2009.
- IEC/TS 60815-1 Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 1: Definitions, information and general principles, Edition 1.0, 2008-10
- IEC/TS 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, Edition 1.0, 2008-10
- IEC/TS 60815-3 Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 3: Polymer insulators for a.c. systems, Edition 1.0, 2008-10
- ASTM B399/B399M Concentric-Lay-Stranded Aluminum-Alloy 6201-T81.
- ASTM B398/B398M Aluminum-Alloy 6201-T81 wire for electrical purposes.
- ASTM-B230 Aluminum 1350-H19 Wire for Electrical Purposes.
- ASTM-B398 Aluminum-Alloy 6201-T81 Wire for Electrical Purposes
- ASTM-B524 Concentric-lay-Stranded Aluminum Conductors, Aluminum-Alloy Reinforced (ACAR 1350/6201).
- ASTM-A363 Zinc Coated (Galvanized) Steel Overhead Ground Wire Strand
- ASTM-A475 Zinc.Coated Steel Wire Strand

2.3.3. Distancias de Seguridad

En conformidad con lo establecido en la Regla 232.C.1 (Tabla 232-1) del CNE-S, en la siguiente tabla se indica las distancias de seguridad obtenidas para el nivel de tensión de la línea de transmisión, en función a la altitud.

Tabla 2.3-1. Distancias Verticales de Seguridad al terreno para línea de transmisión (en adelante, LT) en 500 kV.

Naturaleza de la superficie por debajo de la línea 500 kV	Tabla 232-1 Regla 232.C (m)	Distancia de Seguridad Nivel del mar Regla 232.C (m)	1000 m.s.n.m.	2200 m.s.n.m.	3100 m.s.n.m.
1. Vías Férreas de ferrocarriles excepto ferrovías electrificadas que utilizan conductores de trole aéreos) 2,16, 22	8	13.27	13.27	14.94	16.32
2.a. Carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones23	7	12.27	12.27	13.81	15.09
2.b. Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones 23	6.5	11.77	11.77	13.25	14.48
3. Calzadas, zonas de parqueo y callejones	6.5	11.77	11.77	13.25	14.48
4. Otros terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.	6.5	11.77	11.77	13.25	14.48
5.a. Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos 9	5	10.27	10.27	11.56	12.63
5.b. Calles y caminos rurales	6.5	11.77	11.77	13.25	14.48
6. Áreas de agua no adecuadas para barcos de vela o donde su navegación está prohibida 21	7	12.27	12.27	13.81	15.09
7. Áreas de agua para barcos de vela incluyendo lagos, chacras, represas, aguas de marea, ríos, corrientes y canales con un área superficial no obstruida de: 19, 20, 21	-	-	-		
a. Menos de 8 hectáreas	7.5	12.77	12.77	14.37	15.71
b. Más de 8 a 80 hectáreas	9	14.27	14.27	16.06	
c. Más de 80 a 800 hectáreas	11	16.27	16.27	8.31	

Naturaleza de la superficie por debajo de la línea 500 kV	Tabla 232-1 Regla 232.C (m)	Distancia de Seguridad Nivel del mar Regla 232.C (m)	1000 m.s.n.m.	2200 m.s.n.m.	3100 m.s.n.m.
d. Más de 800 hectáreas	12.5	17.77	17.77	20.00	
8. Rampas para barcos y áreas asociadas para aparejar; áreas destinadas para aparejar o botar barcos de vela (La distancia de seguridad sobre el nivel del piso será de 1,5 m mayor que en 7 anteriormente indicado, para el tipo de áreas de agua servidas por sitios de botadura)	14	19.27	19.27	21.69	23.70
9.a. Carreteras y avenidas	6.5	11.77	11.77	13.25	14.48
9.b. Caminos, calles o callejones	6	11.27	11.27	12.68	13.86
9.c. Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo	5	10.27	10.27	11.56	12.63
10.a. Calles y caminos en zonas rurales	6	11.27	11.27	12.68	13.86
10.b. Caminos no carrozables en zonas rurales	5	10.27	10.27	11.56	12.63

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

2.3.4. Ancho de la faja de servidumbre

Se tomará como ancho de la faja de servidumbre, lo establecido en la Tabla 219 del CNE-S; el cual establece que, para una LT en 500 kV, corresponde un ancho de faja de servidumbre de 64 metros.

Tabla 2.3-2. Faja de servidumbre.

Ancho mínimo de faja de servidumbre	
Tensión Nominal de la Línea (kV)	Ancho (m)
500	64

Elaborado por: FCISA. Adaptado de la Tabla 219 del CNE - S.

2.3.5. Etapa de construcción

A continuación, se resumen los diferentes trabajos relacionados con la construcción.

Tabla 2.3-3. Actividades de la etapa construcción

Componentes principales, auxiliares y/o infraestructura asociada al Proyecto			Actividad por realizar	
Compontes del Proyecto	Subcomponente y/o instalación asociada	Tipo de componente (temporal o permanente)	ID	Identificación de Actividades
Actividades preliminares	---	---	1	Contratación de personal y servicios locales
			2	Demarcación de áreas y frentes de trabajo
			3	Transporte del personal, equipos y materiales (involucra al uso de accesos)
			4	Habilitación de áreas de trabajo (incluye limpieza de terreno y desbroce ³)
			5	Gestión de interferencias
Componentes principales				
Subestaciones	Ampliación Subestación San José	Permanente	6	Cimentaciones de pórticos y equipos
			7	Cárcamos y ductos
			8	Excavación y movimiento de tierras
			9	Ampliación de pórticos y barras
			10	Instalación y conexión de la celda de LT 500 kV
			11	Instalación de sistemas de protección, medición, control y comunicación
	Ampliación Subestación Yarabamba	Permanente	12	Implementación de edificaciones
			13	Cimentaciones de pórticos y equipos
			14	Cárcamos y ductos
			15	Excavación y movimiento de tierras
			16	Adecuación de vía interna de la SE
			17	Ampliación de pórticos y barras
	Abandono constructivo	-	18	Instalación y conexión de la celda de LT 500 kV
19			Instalación de sistemas de protección, medición, control y comunicación	
20			Limpieza de las subestaciones asociadas	
21			Transporte y disposición de los materiales sobrantes	
Línea de Transmisión (LT)	Estructuras de soporte y equipamiento (Torres eléctricas)	Permanente	22	Transporte y disposición de residuos
			23	Excavaciones y adecuación del área
			24	Cimentaciones, fundaciones y obras de protección.
	Conductores, fibra óptica y cable guardia	Permanente	25	Montaje de estructuras, aisladores y accesorios (Vestida de la torre)
			26	Tendido del conductor, fibra óptica y cable de guarda.
			27	Instalación de puesta tierras
	Abandono constructivo	-	28	Pruebas eléctricas de preoperatividad
			29	Limpieza de los frentes de trabajo
			30	Transporte y disposición de los materiales excedentes
			31	Transporte y disposición de residuos sólidos
Componentes auxiliares				

³ Se refiere al retiro de cobertura vegetal herbácea y arbustiva, es decir cobertura vegetal no arbórea.

Componentes principales, auxiliares y/o infraestructura asociada al Proyecto			Actividad por realizar	
Componentes del Proyecto	Subcomponente y/o instalación asociada	Tipo de componente (temporal o permanente)	ID	Identificación de Actividades
Almacenes (obras provisionales)	-	Temporal	32	Adecuación del área
			33	instalación y montaje de áreas administrativas.
Accesos nuevos	-	Temporal	34	Habilitación y adecuación del área:
			35	compactación y afirmado de la vía de acceso
Abandono Constructivo	-	-	36	Desmantelamiento de instalaciones
			37	Transporte y disposición de los materiales sobrantes
			38	Transporte y disposición de residuos

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

2.3.5.1. Actividades preliminares

2.3.5.1.1. Contratación de personal y servicios locales

Se realizará la contratación de mano de obra calificada y no calificada, considerando para esta última las poblaciones del área de influencia del proyecto. Cabe indicar que esta actividad será contemplada para todas las etapas del proyecto.

CTM supervisará que la contratista realice la contratación de mano de obra local de acuerdo con los requerimientos del proyecto: evaluación de la experiencia técnica-laboral, y demás requisitos legales (seguridad, salud, antecedentes, etc.) a fin de determinar si los postulantes cumplen con el perfil del puesto requerido. En caso, no haya disponibilidad de personal en la zona, CTM y/o sus contratistas tendrán la libertad de contratar personal perteneciente a otros lugares del país.

2.3.5.1.2. Demarcación de áreas y frentes de trabajo

Esta actividad contempla la demarcación de las áreas donde se construirán los componentes del proyecto (torres, ampliación de subestaciones).

2.3.5.1.3. Transporte del personal, equipos y materiales (involucra al uso de accesos)

- **Del personal**

Considerando que no se implementarán campamentos para la etapa de construcción, el traslado de personal se realizará mediante vehículos de transporte que cuenten con todos los requisitos de seguridad y se realizará desde las localidades más cercanas a

los frentes de trabajo (tanto para línea de transmisión como subestaciones asociadas) y viceversa será realizado por vehículos contratados para el proyecto.

- **De equipos**

Para el transporte de equipos menores, pesados y materiales se utilizarán camionetas y camiones. Todas las unidades de transporte deberán contar con revisión técnica actualizada y con todos los requisitos de seguridad implementados.

- **De materiales**

Esta actividad consiste en el transporte de todos los materiales necesarios para la realización de las obras hacia los frentes de trabajo, tanto para la línea de transmisión como subestaciones asociadas. Asimismo, también comprende el transporte de todos los materiales para la ejecución de las obras electromecánicas, tanto para la línea de transmisión como subestaciones asociadas.

- El procedimiento para la actividad de transporte de material a sitio comprende inicialmente tener con anticipación todos los datos del suministro de materiales para las obras civiles, de acuerdo con los requerimientos de las especificaciones técnicas.
- Se precisa que, se seleccionarán canteras de terceros debidamente autorizados, de donde se adquirirán los materiales (agregados triturados), los cuales estarán debidamente aprobados por la supervisión, previo análisis de laboratorio; por lo tanto, el material de agregado será adquirido de terceros autorizados que cumplan los requisitos solicitados por la supervisión.
- Luego de definir los puntos de carga, descarga y lugar de acopio, se procederá a la carga de las unidades de transporte, por medios manuales o mecánicos. El supervisor de esta actividad realizará un control de calidad de los materiales para evitar pérdidas de tiempo o el rechazo.
- Una vez cargadas las unidades de transporte, se procede a informar al conductor del vehículo la ruta o vía de circulación autorizada según el plan de accesos del proyecto hasta llegar al sitio exacto de descarga de los materiales (sitio de torre).
- Para el caso de transporte de materiales peligrosos (hidrocarburos y aceites) se transportarán en vehículos acondicionados y autorizados. Los envases que se utilizarán estarán debidamente rotulados con el nombre del contenido del envase y con su respectiva hoja de seguridad y la codificación acorde al rombo de colores NFPA de peligrosidad.

Del sitio de acopio a los sitios de torre, se procederá a transportar los materiales con:

1. Con vehículos de carga

- Se utilizará vehículos de doble tracción (volquetes, camiones con el cubaje acorde a la cantidad necesaria y tractor), teniendo muy en cuenta las recomendaciones anteriores para evitar los accidentes y contaminar los agregados.
- Los vehículos de transporte de agregado deben garantizar que los agregados no se pierdan o sean esparcidos durante la trayectoria de su recorrido, por ello cumplirán con las normas establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para este tipo de actividad como por ejemplo el uso de mallas que cubran la tolva del vehículo a fin de evitar pérdida del material durante el trayecto. No se permitirá que la carga exceda la capacidad de carga de las unidades vehiculares.
- Asimismo, quedará estrictamente prohibido el transporte de trabajadores en las tolvas de camionetas, caja de carga, palas de maquinaria pesada, etc. Del mismo modo no se excederá el número de personas dentro de las cabinas de conducción de maquinaria pesada.

2. Con acémilas

- Materiales y demás implementos como: agregados, cemento, arena, agua, estructuras, acero de refuerzo y estructuras metálicas, se realizará mediante acémilas a las cuales se les brindará un correcto cuidado y alimentación y podrán transportar cargas como máximo de 45 Kg. El personal tendrá conocimiento de posiciones ergonómicas, para levantamiento de cargas.
- El acomodo de la carga en las acémilas será realizado única y exclusivamente por personal autorizado y entrenado (arrieros) de tal modo que se evite todo tipo de reacción y/o agresiones por parte de los animales.
- Asimismo, queda prohibido el transporte de personas en las acémilas, más aún si están transportando todo tipo de implementos y/o materiales a sitios de torre.

3. *Manualmente*

También se realizará el transporte de los materiales y demás implementos como: agregados, cemento, arena y triturado formaletas, agua, estructuras, acero de refuerzo y estructuras metálicas, de manera manual teniendo en cuenta que la capacidad máxima de carguío por persona será de 25 kg., para el caso de los varones y para el caso de las mujeres el peso máximo será de 20 kg., en el caso de personas con años de experiencia trabajando como estibadores, estos podrán cargar hasta un peso máximo de 40 kg.

- El carguío de implementos se realizará como mínimo entre 02 personas para el caso de sacos con agregados, bolsas de cemento, piedras, etc.
- Para el caso de estructuras metálicas con pesos mayores a 25 kg., el carguío se realizará con un número mayor a 02 personas y tomando en cuenta la voz viva de "1, 2 y 3" para levantar la carga comenzando por uno de los extremos y luego el otro extremo, de la misma manera se hará para bajar la carga.

En zonas de trabajo de difícil transito se tendrá en cuenta que antes de iniciar el transporte de materiales y demás implementos, se garantizará tener las zonas de trabajo libres y despejadas de todo tipo de obstáculos (animales, vegetación⁴, materiales, implementos, herramientas, equipos, rocas, material excedente, etc.) de las vías internas para evitar tropiezos y caídas del personal que realiza la actividad.

2.3.5.1.4. *Habilitación de áreas de trabajo (incluye limpieza y desbroce)*

Esta actividad consiste básicamente en extraer y retirar de las zonas designadas, de manera selectiva, la vegetación, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, residuos o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio del director de obra.

Esta actividad también incluirá el retiro del top soil o suelos orgánicos, excepto cuando vaya a ser mantenida según lo indicado en el Proyecto o por el director de obra.

No obstante, lo mencionado, para fines del presente proyecto se hará una precisión, a saber:

⁴ Se refiere al retiro de cobertura vegetal herbácea y arbustiva, es decir cobertura vegetal no arbórea.

- Desbroce, se referirá al retiro de cobertura vegetal herbácea y arbustiva, es decir cobertura vegetal no arbórea.

En el caso de las Líneas de Transmisión la limpieza y desbroce se limitará al área que ocupen las bases de las torres.

No habrá actividades de demolición de infraestructura preexistente para la construcción del proyecto (línea de transmisión y subestaciones asociadas).

Por último, los depósitos de top soil o suelos orgánicos serán ubicados temporalmente dentro de las áreas libres que ocupen los componentes auxiliares, principales y accesos. Las características técnicas de estos depósitos cumplirán con las siguientes consideraciones:

- El top soil será apilado y protegido a fin de evitar la erosión eólica e hídrica.
- Se evitará el deslizamiento del depósito asegurando buenas condiciones de drenaje.
- Las pilas de suelo orgánico no tendrán altura mayor a 2,5 m y ni taludes mayores de 1:1,5.
- Con el fin de evitar los procesos de erosión pluvial, el material acumulado deberá ser recubierto, con residuos vegetales provenientes de las actividades de desbroce y con mallas raschel de < 35% de sombra.
- El suelo será manipulado preferentemente con el menor contenido de humedad posible.
- No se permitirá el paso de maquinaria y/o vehículos sobre el top soil almacenado.
- El suelo orgánico o top soil no será mezclado con ningún otro tipo de material durante los trabajos de movimiento de tierras.
- El top soil será utilizado en la actividad de cierre constructivo para la actividad de rehabilitación.
- Los depósitos de suelo orgánico o top soil podrán estar ubicados cercanos a cada uno de los componentes y accesos del proyecto.
- El suelo orgánico será reusado en poco tiempo; ya que conforme se vaya finalizando la construcción de los componentes se irá realizando la restauración progresiva de los sitios intervenidos.

2.3.5.1.5. Gestión de interferencias

El diseño de la línea de transmisión se realizó de acuerdo con lo especificado en el CNE-S, en el cual se definen las distancias mínimas de seguridad que aplican para líneas de diferente voltaje y según su ubicación sobre el nivel del mar.

Asimismo, se precisa que las líneas de transmisión están sometidos a cambios térmicos por efecto del paso de la corriente y la temperatura ambiente, lo cual hace que las distancias verticales en los cruces de línea varíen dentro de rangos admisibles para su funcionamiento. A continuación, se hace un resumen de los cruces más importantes de líneas de transmisión de energía, línea férrea, vías, ductos y cuerpos de agua.

Tabla 2.3-4. Cruces con líneas aéreas - Línea San José - Yarabamba

Tipo de Interferencia	Ubicación entre Torres		Coordenadas UTM WGS 84 Zona 19 Sur	
	De	A	Este (m)	Norte (m)
Línea 500kV Ocaña- San José	T02	T03	200172.272	8154295.408
Línea 138kV Cerro Verde - La Repartición	T42	T43	208569.374	8170137.779
línea de media tensión	T74	T75	219861.614	8177664.772
línea de media tensión	T74	T75	219912.734	8177661.274
Línea 138kV Socabaya – Cerro Verde	T95	T96	229146.193	8173328.294
Línea 220kV Socabaya – Cerro Verde	T95	T96	228778.246	8173909.967
Línea de media tensión	T102	T103	231438.60	8173445.19
Línea de media tensión	T104	S.E.	231247.34	8173543.6

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Tabla 2.3-5. Cruces con vías – Línea San José – Yarabamba

Tipo de Interferencia	Ubicación entre Torres		Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 19 Sur	
	De	A	Este (m)	Norte (m)
Carretera pavimentada interna Cerro Verde	T02	T03	200092.084	8154560.282
Ruta 115 Cerro Verde	T42	T43	208570.722	8169679.54

Tipo de Interferencia	Ubicación entre Torres		Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 19 Sur	
	De	A	Este (m)	Norte (m)
Ruta Interoceánica Sur	T47	T48	208561.168	8172919.84
Ruta interoceánica Sur	T55	T56	210227.33	8175526.621
Ruta 115 Cerro Verde	T74	T75	219832.457	8177666.768

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Tabla 2.3-6. Cruce con ductos - Línea San José - Yarabamba

Tipo de Interferencia	Ubicación entre Torres		Coordenadas UTM WGS 84 –Zona 19 Sur	
	De	A	Este (m)	Norte (m)
Ducto	T74	T75	219812.81	8177668.11
Ducto	T74	T75	219803.05	8177668.78
Ducto	T74	T75	219793.41	8177669.44

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Dentro de las coordinaciones y acuerdos entre el CTM y las diferentes entidades que administran la infraestructura y/o servicios públicos que se van a intervenir por el paso de las líneas, se contempla la suscripción de *convenios o acuerdos cuyo alcance será:*

- Conocimiento del Área de Servidumbre Eléctrica
- Derechos de servidumbre y de paso
- Derechos de uso y servicios complementarios
- Conformidad del proyecto, donde se especificará las actividades de trazado, construcción, operación y mantenimiento de este
- Procedimientos necesarios para la obtención de autorizaciones ante las autoridades que resulten competentes.

2.3.5.2. Componentes auxiliares

2.3.5.2.1. Campamentos

Cabe precisar que, durante la etapa de construcción, no se construirán campamentos.

El personal de la zona morará en sus propias viviendas, para el personal foráneo se alquilarán viviendas o se tomarán los servicios de hospedajes ubicados cerca de la zona de trabajo. Estas instalaciones contarán con los servicios básicos como son agua, luz y desagüe conectados a las redes públicas de la ciudad.

Con respecto a los espacios para alimentación y vestuario (comedores y vestuarios en obra) de los trabajadores, se priorizará la utilización de espacios públicos (comedores cercanos a la Subestación) y la utilización de los propios lugares de residencia del personal para su cambio de indumentaria de trabajo.

Para el caso de líneas de transmisión, conforme a lo señalado en el ítem 6.1.1.10 Programa de manejo de residuos sólidos, cerca de cada frente de trabajo, se colocarán depósitos rotulados para recibir envases de bebidas y snacks; los detalles se encuentran en el ítem señalado.

Asimismo, se precisa que no se habilitará áreas de alimentación (comedores) durante la etapa constructiva del proyecto, debido a que los frentes de trabajo estarán organizados de tal manera que todos los trabajadores retornen a los centros poblados para que consuman sus alimentos, en el horario de almuerzo (el tiempo para el almuerzo dependerá de cómo se organice la contratista con los trabajadores, pudiendo variar de dos a tres horas). Posterior a ello retornarán a sus actividades hasta la hora de salida, para ello se le pondrá a su disposición moviéndose en cada frente de trabajo.

Para la etapa de operación y mantenimiento, tampoco se habilitará campamentos, por el reducido número de personal que participará para la operación de la subestación eléctrica. Asimismo, las actividades de mantenimiento son puntuales y de duración corta, por lo que, de ser necesario dicha persona utilizará los hospedajes de la zona.

2.3.5.2.2. Material necesario para la construcción

En cuanto al área auxiliar como canteras; no se tiene previsto su implementación, dado que el desarrollo de las actividades (instalación de torres) no amerita la apertura de cantera, los materiales serán comprados de proveedores tercerizados que cuenten con autorización de venta de materiales de origen pétreo.

2.3.5.2.3. Depósitos de material excedente (DME)

El proyecto no contempla la habilitación de un Depósito de Material Excelente (DME); puesto que se prevé que el material de corte producto de la construcción de

la línea de transmisión y la ampliación de las subestaciones existentes será principalmente reutilizado para la nivelación de las ampliaciones de las subestaciones, en los mismos sitios de torres o para la adecuación de los accesos, solo el excedente será dispuesto a través de una Empresa Operadora de Residuos Sólidos (EO-RS) registrada por el MINAM. Asimismo, se precisa que tampoco se requerirá un DME para el material excedente producto de la construcción de las líneas de transmisión, ampliación de subestaciones y habilitación de vías de acceso nuevas; ya que el material excedente será utilizado para el reconformado del terreno y para la construcción de los accesos.

2.3.5.2.4. Almacenes temporales y oficinas de obras temporales

Para la Línea de Transmisión:

Se alquilarán espacios de terceros ubicados dentro de los distritos en los que se emplazará el proyecto, que cuenten con agua y desagüe, que sirvan como almacenes y en su interior se habilitarán oficinas, no hay movimiento de tierras para implementación.

Para subestaciones:

Respecto a los almacenes que se utilizarán para la ampliación de las subestaciones, tendrán espacios destinados para uso de patio de máquinas y oficinas de obra, tal como se aprecia en la siguiente tabla, asimismo, los almacenes serán containers.

Tabla 2.3-7. Almacenes en SE Asociadas

Componente		Superficie
a. Dentro de la Ampliación S.E. San José (*)		
Almacén total 1	Oficina 1	0.003 hectáreas
	Oficina 2	0.003 hectáreas
	Almacén	0.006 hectáreas
	Baño portátil	0.0007 hectáreas
	Residuos	0.0014 hectáreas
Almacén 2		0.13165 hectáreas
b. Dentro de la Ampliación S.E. Yarabamba (*)		
Almacén total 1	Oficina 1	0.0037 hectáreas
	Oficina 2	0.0038 hectáreas
	Almacén	0.0328 hectáreas
	Baño portátil	0.0017 hectáreas
	Residuos	0.0044 hectáreas

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Nota: El almacén total contiene componentes auxiliares

Tal como se muestra en la tabla anterior los almacenes totales tendrán espacios destinados para el uso de oficinas de obras, residuos y baños portátiles.

Para el funcionamiento del almacén solo será necesario adecuar el terreno (limpieza y explanación del terreno) y para la oficina se hará uso de un container. Las oficinas contarán con las instalaciones sanitarias (baño portátil) y eléctricas necesarias, estarán equipadas con escritorios, sillas, tablero de dibujos, computadoras, estantes, planotecas. Cabe precisar que no se realizará movimiento de tierra que genere material particulado por lo que no habrá afectación a receptores sensibles.

En el área destinada para el patio maquinas (de los almacenes en mención) sólo estará permitido realizar mantenimientos menores, como cambio de mangueras y filtros.

Asimismo, se precisa que los mantenimientos mayores y/o lavados de los equipos y maquinarias serán realizados con una frecuencia de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de cada equipo y/o maquinaria, y se realizarán en centros autorizados ubicados en los centros poblados cercanos. Es importante indicar que se prohibirá a las contratistas realizar las actividades de mantenimiento y/o lavado de maquinarias en los frentes de trabajo, patio maquinas o en centros no autorizados, bajo pena de rescindir el contrato respectivo.

En el Anexo 2.1 se adjunta el Mapa de componentes del proyecto donde se muestran las ubicaciones de los componentes auxiliares arriba mencionados.

En el Anexo 2.4 se adjunta los planos de los componentes del proyecto.

2.3.5.2.5. Abandono constructivo

i. Desmantelamiento de instalaciones

Una vez finalizadas las diferentes actividades, el lugar de obra debe quedar libre de escombros y restos de las actividades constructivas relacionadas a las subestaciones asociadas y líneas de transmisión, eliminando los materiales sobrantes de la obra.

ii. **Transporte y disposición de los materiales sobrantes**

En el caso de residuos no peligrosos (escombros de construcción, material agregado sobrante, etc.) también podrían ser dispuestos para otros fines, previa coordinación con las autoridades locales u otros interesados.

iii. **Transporte y disposición de residuos**

Los materiales generados como residuos serán dispuestos de manera definitiva a través de una Empresa Operadora de Residuos Sólidos (EO-RS) autorizada por la autoridad competente.

2.3.5.3. Líneas de transmisión

2.3.5.3.1. Trazado y características geométricas

En la siguiente tabla se muestra la longitud del trazo de la línea de transmisión del proyecto.

Tabla 2.3-8. Líneas de transmisión del proyecto

Componente	Longitud (km)	Tipo
Línea 500 kV San José - Yarabamba	50.6	Principal y permanente

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

A. Línea de transmisión en 500 kV

Línea de transmisión en 500 kV San José - Yarabamba

La línea de transmisión en 500 kV que unirá a las subestaciones San José y Yarabamba tendrá una longitud de 50.6 kilómetros, cruzando los siguientes distritos, provincias y departamentos.

Tabla 2.3-9. Ubicación LT 500 kV San José Yarabamba

Componente	Departamento	Provincia	Distritos
LT 500 kV San José Yarabamba	Arequipa	Arequipa	La Joya
			Uchumayo
			Tiabaya
			Jacobo Hunter
			Socabaya
			Yarabamba
			Mollebaya

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

A continuación, se presentan las estructuras que componen la Línea de Transmisión en 500 kV San José Yarabamba y sus respectivas coordenadas. El número total de estructuras de esta línea es 104.

Tabla 2.3-10. Coordenadas de las torres de la LT 500 kV San José Yarabamba

Estructura	Coordenadas UTM Datum WGS84 - Zona 19 K	
	Este	Norte
Pórtico S/E San Jose	200334.00	8154178.00
T1V	200253.14	8154238.10
T2V	200234.59	8154446.93
T4V	200223.98	8154891.90
T5V	200449.33	8155140.72
T6V	200678.09	8155393.31
T7V	201022.72	8155592.51
T8V	201464.35	8155847.77
T9V	201790.87	8156036.51
T10V	202252.77	8156303.49
T11V	202640.64	8156527.68
T12V	203091.58	8156788.33
T13V	203519.86	8157035.88
T14V	203932.99	8157274.67
T15V	204317.71	8157497.04
T16V	204563.81	8157751.45
T17V	204765.66	8158084.48
T18V	204995.47	8158463.62
T19V	205206.64	8158812.00
T20V	205462.35	8159233.87
T21V	205688.19	8159606.46
T21AV	205939.00	8160020.25
T22	206222.99	8160488.77
T23	206465.26	8161022.32
T24	206722.92	8161589.74
T25	207073.41	8162361.62
T26	207194.12	8162627.46
T27	207417.98	8163120.46
T28	207557.81	8163428.39
T29	207742.39	8163834.90

Estructura	Coordenadas UTM Datum WGS84 - Zona 19 K	
	Este	Norte
T30	207933.42	8164255.58
T31	208179.33	8164797.14
T32N	208299.72	8165062.25
T33	208424.53	8165337.13
T34	208582.51	8165685.05
T35	208580.75	8166282.07
T36N	208579.41	8166735.82
T37	208578.22	8167137.71
T38N	208575.73	8167981.94
T39N	208575.46	8168074.99
T40N	208573.62	8168699.29
T41	208572.22	8169176.49
T42	208570.95	8169601.87
T43N	208569.16	8170201.67
T44	208567.20	8170874.95
T45	208566.11	8171243.56
T46	208565.23	8171545.67
T47N	208563.71	8172056.09
T48N	208560.43	8173167.05
T49N	208559.76	8173398.65
T50	208558.84	8173709.83
T51N	208557.20	8174263.45
T52	208555.74	8174761.55
T53	209194.41	8175151.97
T54	209424.33	8175292.52
T55	209769.16	8175393.05
T56	210659.02	8175652.47
T57N	211225.10	8175817.50
T58	211680.20	8175950.18
T59	212247.72	8176115.63
T60	212474.12	8176181.63
T61	212774.01	8176269.05
T62	213594.14	8176508.15
T63	213861.94	8176586.22
T64	214477.26	8176765.61

Estructura	Coordenadas UTM Datum WGS84 - Zona 19 K	
	Este	Norte
T65	214715.13	8176834.95
T66	215414.52	8176987.52
T67	215851.36	8177082.82
T68	216212.78	8177161.67
T69	216506.48	8177225.74
T70	217343.69	8177408.38
T71	217978.53	8177546.87
T72	218542.98	8177670.00
T73	218839.63	8177734.72
T74	219557.73	8177685.57
T75	220206.03	8177641.20
T76	220552.11	8177617.51
T77N	221101.95	8177579.88
T78	222233.18	8177502.46
T79	222529.60	8177482.17
T80	222793.89	8177464.08
T81N	223297.61	8177395.54
T82	223633.05	8177349.90
T83	225067.52	8177154.72
T84	225230.40	8177132.55
T85	225602.31	8176912.23
T86	225826.75	8176779.26
T87	226243.70	8176532.26
T88N	226650.82	8176291.07
T89	227644.37	8175702.47
T90	227852.79	8175372.99
T91	228093.97	8174991.71
T92	228248.95	8174746.72
T93	228474.21	8174390.60
T94	228646.97	8174117.49
T95	228761.38	8173936.63
T96	229485.34	8172792.14
T97N	230059.24	8172606.25
T98	230548.42	8172447.80
T99	231086.13	8172411.65

Estructura	Coordenadas UTM Datum WGS84 - Zona 19 K	
	Este	Norte
T100	231535.61	8172736.17
T101	231682.25	8173047.03
T102N	231562.33	8173241.64
T103	231438.99	8173441.80
T104	231273.59	8173546.19
Pórtico S/E Yarabamba	231232.00	8173551.00

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

En la siguiente tabla se presentan los vértices del trazo de la línea de transmisión 500 kV.

Tabla 2.3-11. Coordenadas de los vértices de la LT 500 kV San José - Yarabamba

Vértices	Coordenadas UTM - WGS 84 Zona 19S	
	Este (m)	Norte (m)
V1	200334.29	8154178.80
V2	200253.14	8154238.10
V3	200234.59	8154446.93
V4	200223.98	8154891.90
V5	200678.09	8155393.31
V6	204317.71	8157497.04
V7	204563.81	8157751.45
V8	206222.99	8160488.77
V9	208582.51	8165685.05
V10	208555.74	8174761.55
V11	209424.33	8175292.52
V12	214715.13	8176834.95
V13	218839.63	8177734.72
V14	222793.89	8177464.08
V15	225230.40	8177132.55
V16	227644.37	8175702.47
V17	229485.34	8172792.14
V18	230548.42	8172447.80
V19	231086.13	8172411.65
V20	231535.61	8172736.17
V21	231682.25	8173047.03
V22	231438.99	8173441.80

Vértices	Coordenadas UTM - WGS 84 Zona 19S	
	Este (m)	Norte (m)
V23	231273.59	8173546.19
V24	231232.32	8173551.19

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Cercanía a cuerpos de agua

En la siguiente tabla se muestra las coordenadas de los puntos de intersección de la LT 500 kV San José – Yarabamba con los cuerpos de agua que atraviesa. Adicionalmente, se incluye información de las distancias de las torres más cercanas a los cuerpos de agua.

Tabla 2.3-12. Puntos de intersección y distancias de las torres más cercanas a los cuerpos de agua. LT 500 kV San José - Yarabamba

N°	Coordenadas UTM Datum WGS 84 - Zona 19k		Altitud (m.s.n.m.)	Cuerpo de agua	Torre LI	Distancia (km)	Torre LD	Distancia
	Este	Norte						
1	231258.93	8173547.96	2342	Río Yarabamba	Pórtico S/E Yarabamba	0.03	T104	0.01
2	231359.26	8173492.12	2325	Río Yarabamba	T104	0.1	T103	0.09
3	231486.23	8173365.14	2329	Río Yarabamba	T103	0.09	T102N	0.15
4	231218.06	8172506.91	2361	Quebrada Siete Vueltas	T99	0.16	T100	0.39
5	230167.60	8172571.15	2415	Quebrada S/N	T97N	0.11	T98	0.4
6	229075.46	8173440.11	2386	Quebrada S/N	T95	0.59	T96	0.77
7	227253.64	8175933.95	2400	Quebrada S/N	T88N	0.7	T89	0.45
8	224436.78	8177240.54	2204	Quebrada S/N	T82	0.81	T83	0.64
9	221649.95	8177542.38	2308	Quebrada S/N	T77N	0.55	T78	0.58
10	219724.88	8177674.13	2258	Quebrada S/N	T74	0.17	T75	0.48
11	219113.07	8177716.00	2319	Quebrada S/N	T73	0.27	T74	0.45
12	218185.72	8177592.07	2211	Quebrada Tinajones	T71	0.21	T72	0.37
13	217026.11	8177339.10	2229	Quebrada Del Ataque	T69	0.53	T70	0.33
14	215673.88	8177044.10	2245	Quebrada S/N	T66	0.27	T67	0.18
15	215180.10	8176936.38	2200	Quebrada S/N	T65	0.48	T66	0.24
16	214255.36	8176700.91	2264	Quebrada S/N	T63	0.41	T64	0.23
17	210323.04	8175554.52	1998	Quebrada S/N	T55	0.58	T56	0.35
18	208816.66	8174921.05	2066	Quebrada S/N	T52	0.31	T53	0.44

N°	Coordenadas UTM Datum WGS 84 - Zona 19k		Altitud (m.s.n.m.)	Cuerpo de agua	Torre LI	Distancia (km)	Torre LD	Distancia
	Este	Norte						
19	208561.09	8172942.79	1922	Quebrada S/N	T48N	0.22	T47N	0.89
20	208568.40	8170463.15	1916	Quebrada S/N	T44	0.41	T43N	0.26
21	208580.30	8166435.02	2038	Quebrada S/N	T36N	0.30	T35	0.15
22	208377.52	8165233.61	2040	Quebrada S/N	T33	0.11	T32N	0.19
23	206886.78	8161950.60	1817	Quebrada S/N	T25	0.45	T24	0.4
24	205347.53	8159044.43	1675	Quebrada San Jose	T20V	0.22	T19V	0.27
25	201376.07	8155796.75	1498	Quebrada S/N	T8V	0.10	T7V	0.41
26	200230.56	8154616.15	1452	Quebrada Cañonroto	T4V	0.28	T2V	0.17

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

2.3.5.3.2. Características técnicas

A. Descripción general de las líneas

En la siguiente tabla se presentan las características técnicas de la línea de transmisión de 500 kV San José - Yarabamba.

Línea de Transmisión			LT 500 kV San José - Yarabamba
Tipo de Sistema de Transmisión			STTN
Longitud (1) [km]			50.6
No. De Ternas			1
Cond. Por Fase			4
Nivel de Tensión [kV]			500
Capacidad de Transmisión [MVA]	Por límite Térmico (2)		1400
	Condición de Emergencia	(3)	1820
		(4)	1680
Conductores	Fases	<2000 msnm	4X800MCM (405mm ²)
		2000-3000	4X900 MCM (456mm ²)
	Guardas	OPGW	24 Hilos mínimo (108 mm ² sección referencial) (5)
		Convencional	EHS sección mínima 75 mm ²
Estructura	Disposición Fases		Horizontal
	Tipo Soporte		Celosía autosoportada de acero galvanizado
Distancias tomadas de los contratos de concesión SGT			
SE considera la máxima temperatura en el cable de 75°C Acorde con lo indicado en el PR20 (numeral 3.1.1)			
Sobrecarga del 30% con una duración máxima de 0.5 horas. Se analiza el trasiente térmico considerando como máxima temperatura en el cable de 75°C			
Sobrecarga del 20% con una duración máxima de 4 horas. Se analiza en el estado estable como máxima temperatura en el cable de 75°C acorde con lo indicado en el PR20 (numeral 3.1.1)			
El requerimiento del Contrato de Concesión SGT indica 24 hilos, sin embargo, ISA implementará un cable de guarda OPGW de 36 hilos.			

B. Estructuras

Para el diseño de la línea de transmisión 500 kV San José – Yarabamba se considerarán estructuras autoportadas configuración horizontal o tipo caregato circuito sencillo con dos cables de guarda.

Estructuras

- Tipo A: Suspensión liviana
- Tipo AA: Suspensión fuerte
- Tipo B: Retención liviana
- Tipo C: Retención intermedia
- Tipo D/DT: Retención fuerte

Estructura con apantallamiento negativo

- Tipo AAn: Suspensión fuerte apantallamiento negativo
- Tipo Bn: Retención liviana apantallamiento negativo
- Tipo Dn: Retención fuerte apantallamiento negativo

Dimensionamiento eléctrico de torres

La configuración de estructuras a utilizar se analizará desde el punto de vista eléctrico para cumplir con lo requerido en cuanto a efecto corona, campo eléctrico y campo magnético y para cumplir con los requerimientos de las distancias mínimas de aislamiento definidas para sobretensiones a frecuencia industrial, sobretensiones por maniobra y sobretensiones debidas a descargas atmosféricas.

Tabla 2.3-13. Resumen Distancias de aislamiento para L.T. 500 kV San José – Yarabamba

Distancias de aislamiento [m]			
L.T. 500 kV San José – Yarabamba		0-2000 msnm	2000-3000 msnm
Frecuencia Industrial	Ventana	1.44	1.64
	Lateral	1.34	1.52
Maniobra	Ventana	3.27	3.63
	Lateral	2.95	3.36
Descargas atmosféricas	Ventana	3.51	4.00
	Lateral	3.51	4.00
Distancia fase-tierra crítica	Ventana	3.51	4.00
	Lateral	3.51	4.00

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Tabla 2.3-14. Distancias fase-tierra para sobretensiones por maniobra ajustadas

Línea	Configuración estructura	Distancia de fase-tierra [mm]	Distancia de fase-tierra [mm]
		Diseño	Ajustadas a la estructura
LT 500 kV CS cotas hasta 2000 msnm – Zona Sierra	Horizontal	3.42	3550 ventana
			3510 lateral
LT 500 kV CS cotas hasta 3000 msnm – Zona Sierra	Horizontal	3.42	4818 ventana
			4000 lateral

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A

En la siguiente tabla se presenta la longitud de la cadena de aisladores a implementar para la línea del proyecto.

Tabla 2.3-15. Longitud de la cadena de aisladores

L.T. 500 kV San José – Yarabamba	0-2000 msnm		2000-3000msnm	
	Ventana	Lateral	Ventana	Lateral
Distancia de arco seco [mm]	3550	3510	4818	4000
Longitud Herrajes [mm]	1220 ¹⁹	987	1220 ¹⁹	987
Distancia de fuga [mm]	12060	12060	13223	13223
Longitud cadena Aisladores [mm]	4770	4497	6038	4987

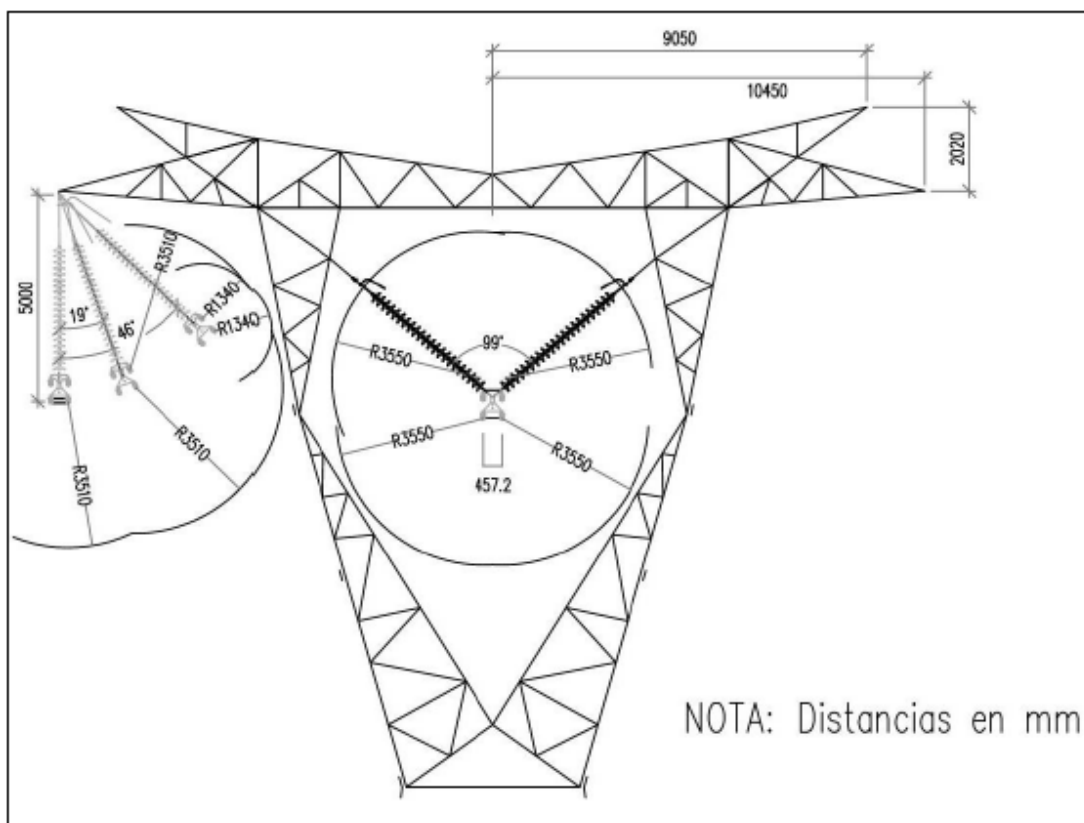
Fuente: Consorcio Transmántaro S.A

Ángulo de balanceo

El ángulo de balanceo se define teniendo en cuenta que no se superen las distancias de aislamiento contra descargas atmosféricas, sobretensiones por maniobra (viento promedio) y para frecuencia industrial (viento máximo).

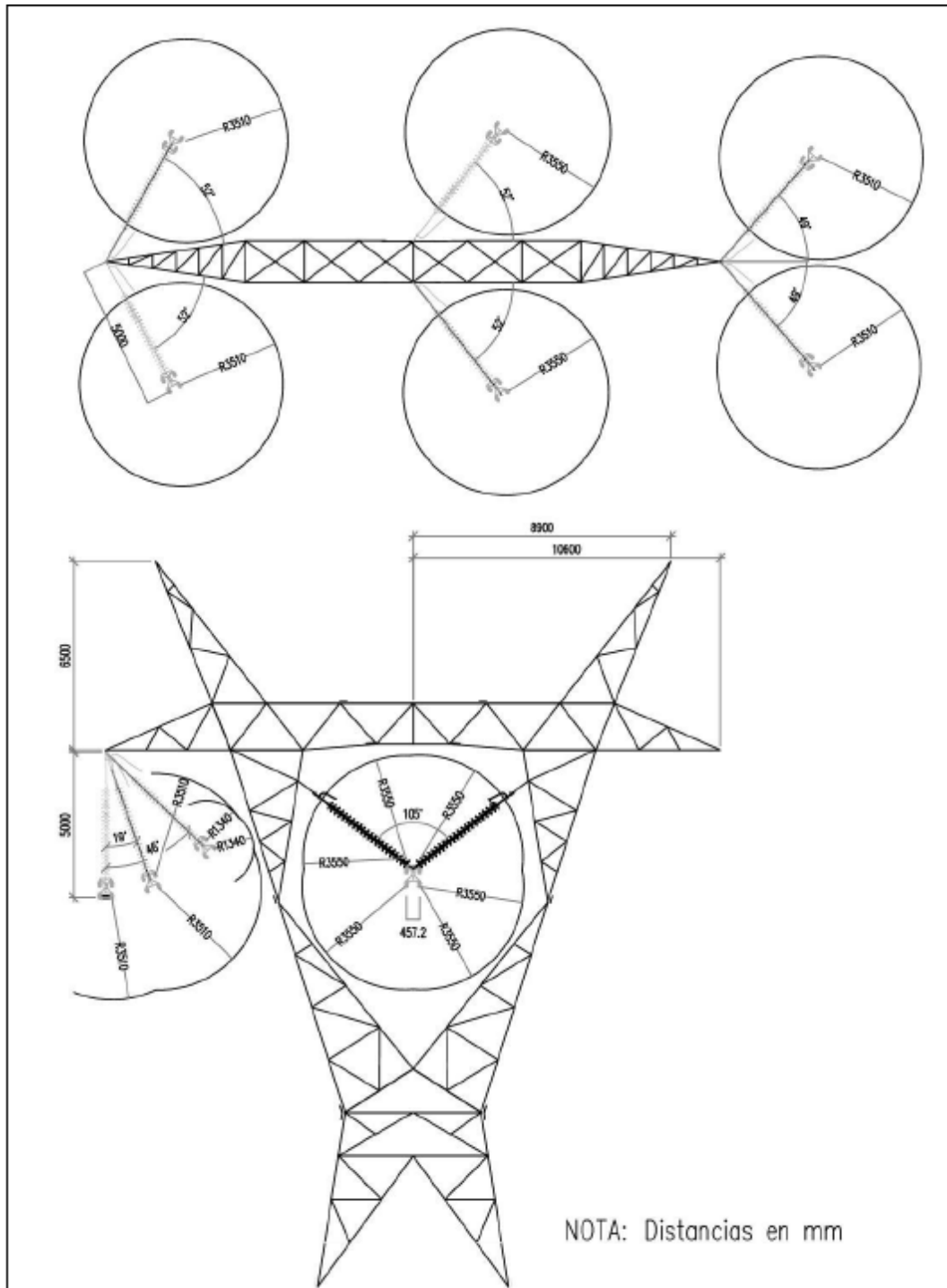
En las siguientes figuras se presentan los ángulos de balanceo para las torres de 0 a 2000 msnm y de 2000 a 3000 msnm.

Figura 2.3-1. Silueta de Suspensión nivel altitudinal <2000 msnm



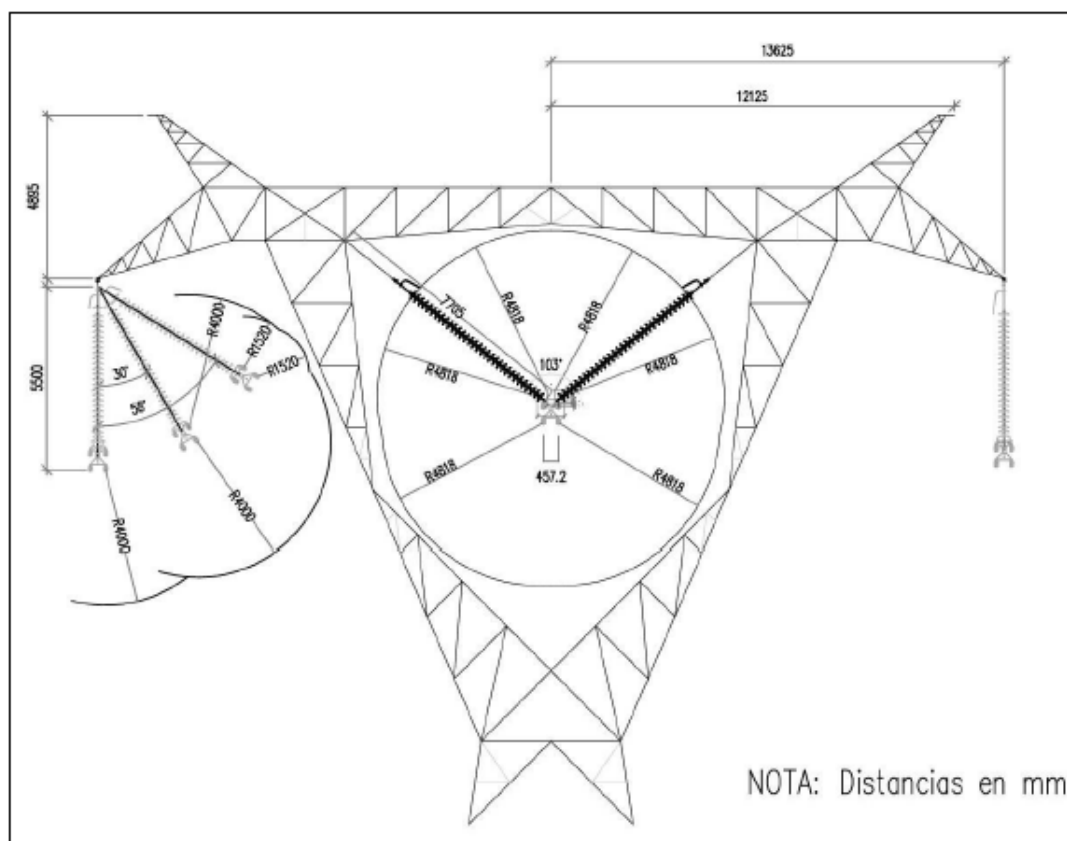
Fuente: Consorcio Transmántaro S.A.

Figura 2.3-2. Silueta de Retención nivel altitudinal <2000 msnm



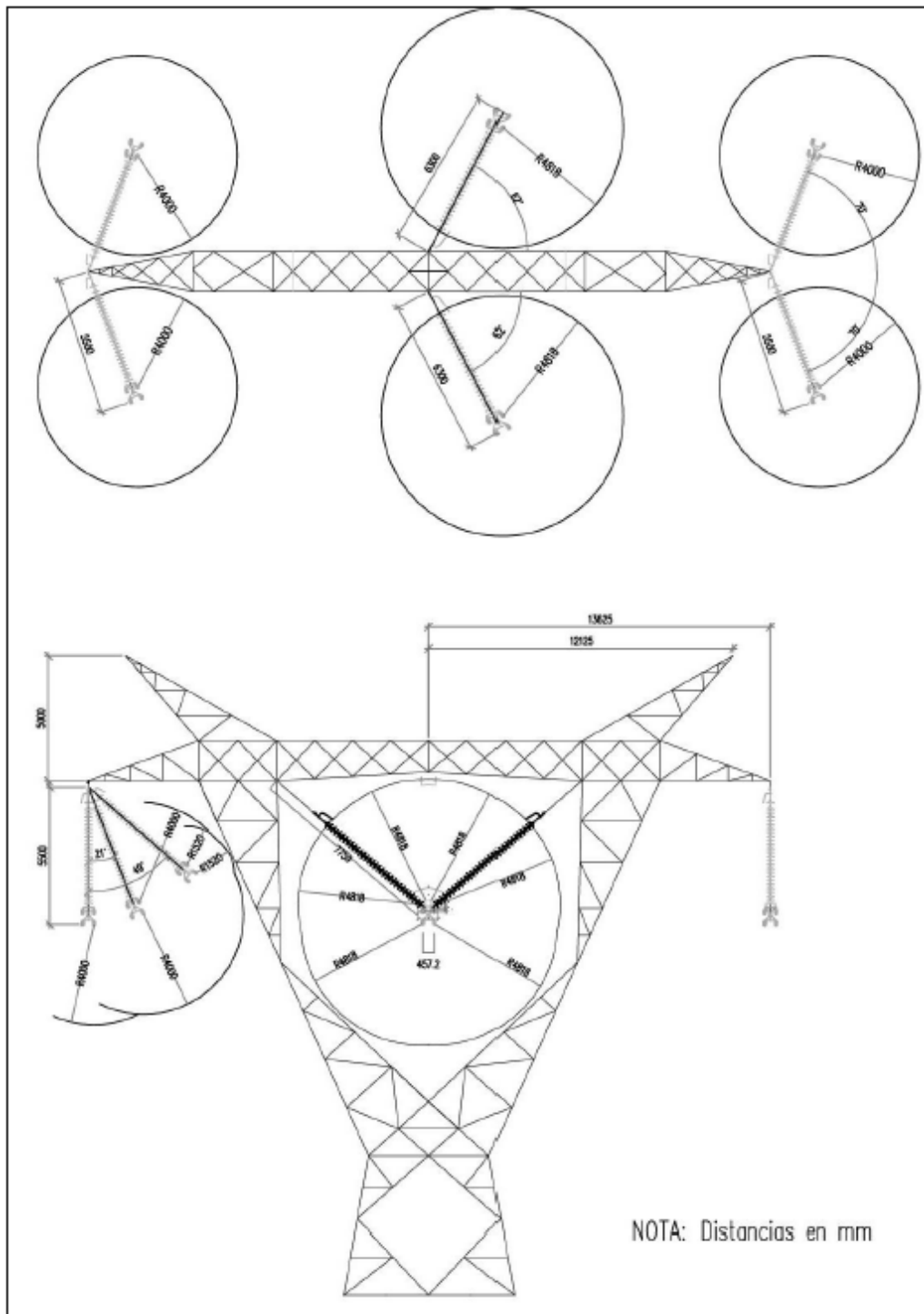
Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Figura 2.3-3. Silueta de Suspensión nivel altitudinal 2000 – 3000 msnm



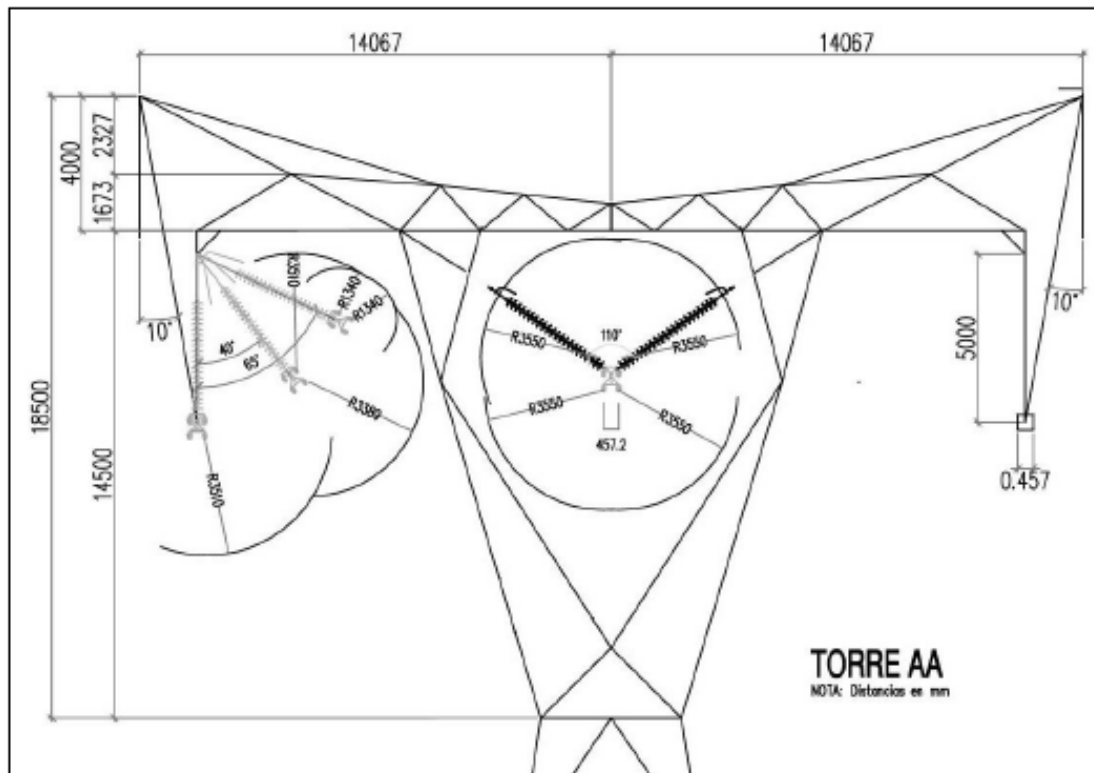
Fuente: Consorcio Transmataro S.A

Figura 2.3-4. Silueta de Retención nivel altitudinal 2000 – 3000 msnm



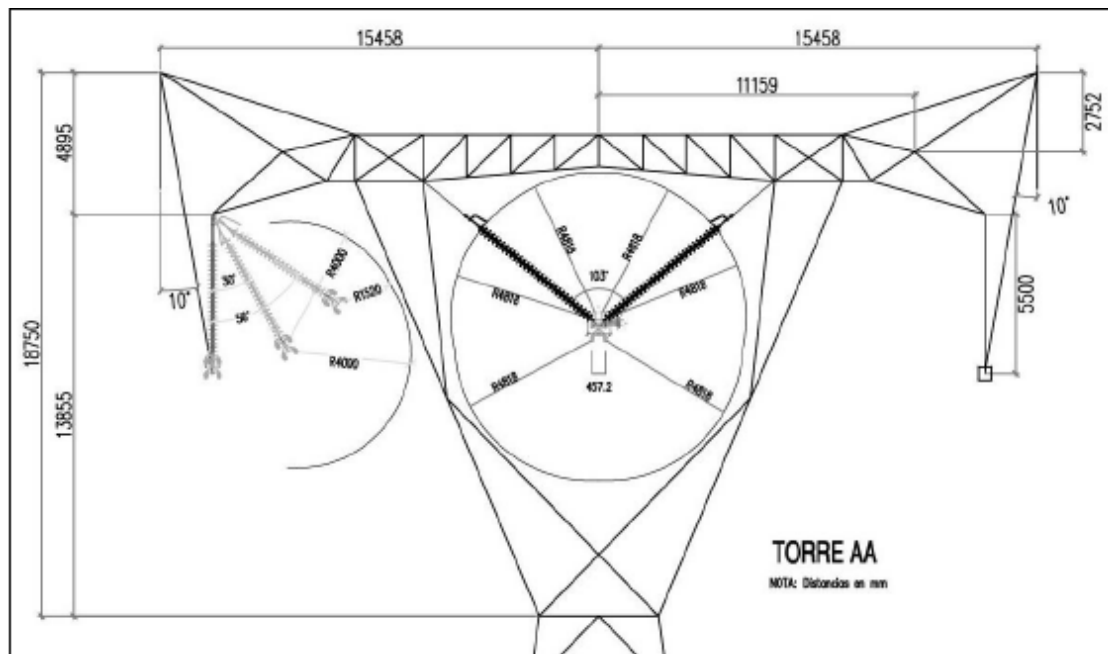
Fuente: Consorcio Transmantaro S.A

Figura 2.3-5. Silueta Torre AAn nivel altitudinal <2000 msnm apantallamiento negativo



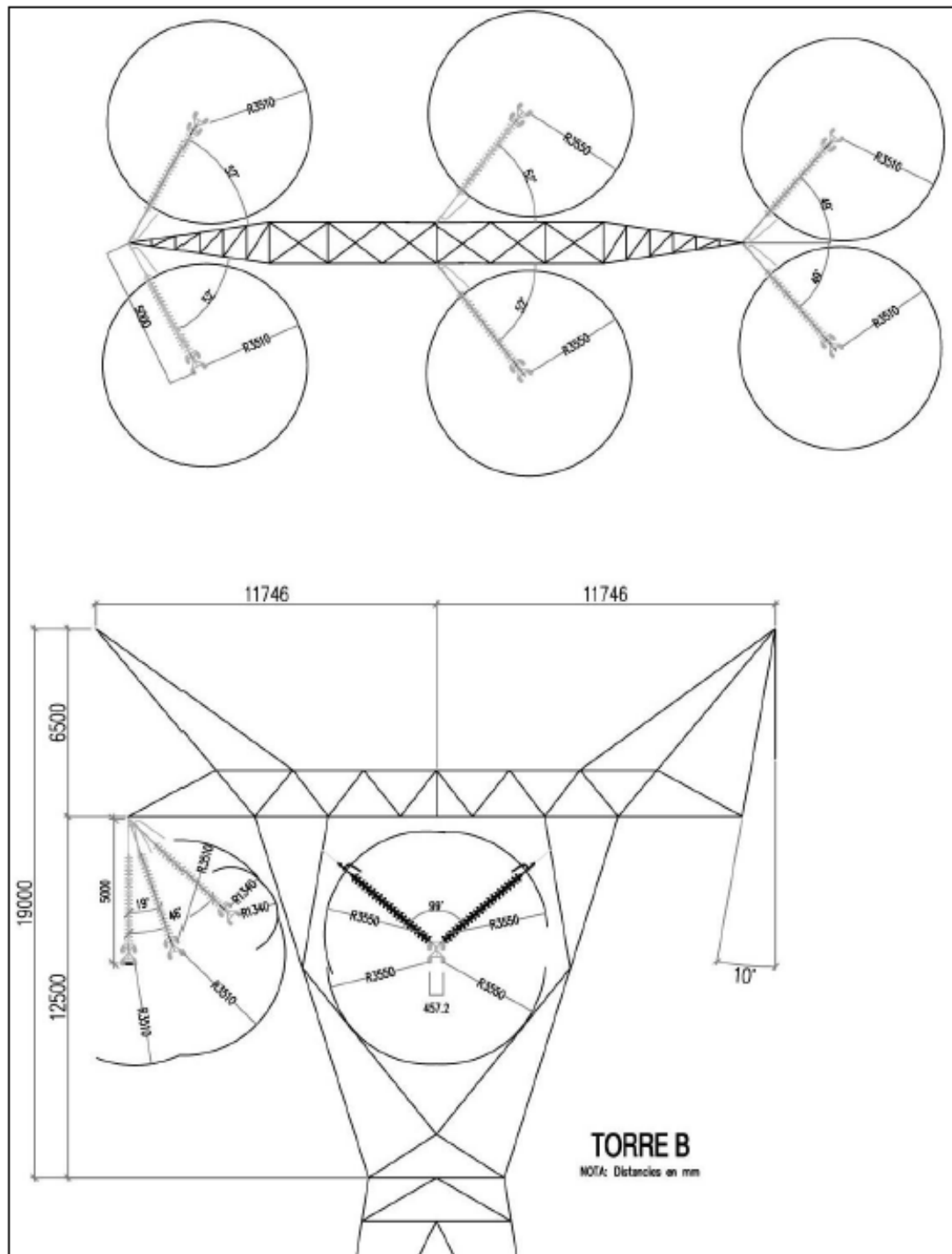
Fuente: Consorcio Transmataro S.A

Figura 2.3-6. Silueta Torre AAn nivel altitudinal 2000-3000 msnm apantallamiento negativo



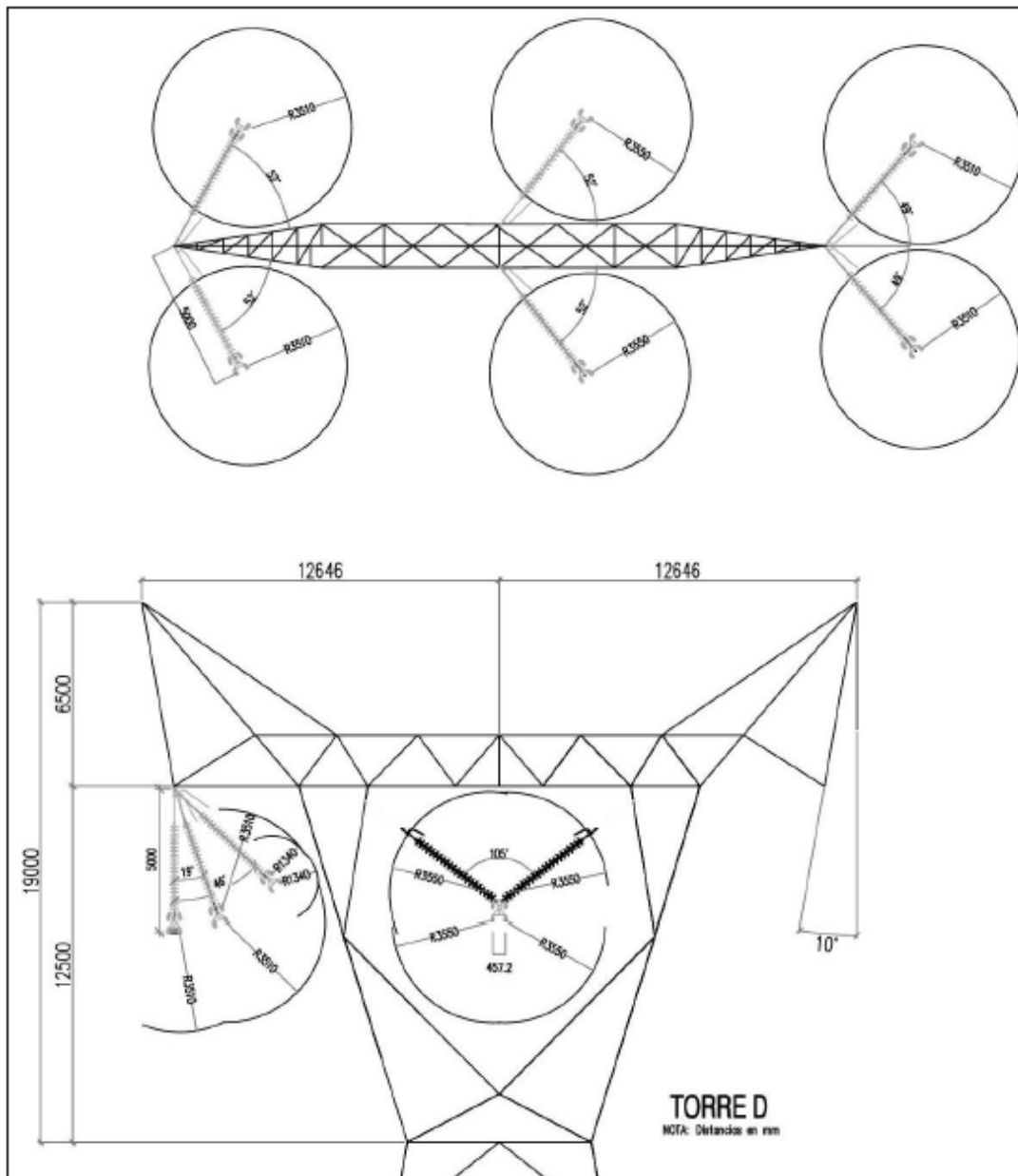
Fuente: Consorcio Transmataro S.A

Figura 2.3-7. Silueta Torre Bn nivel altitudinal <2000 msnm apantallamiento negativo



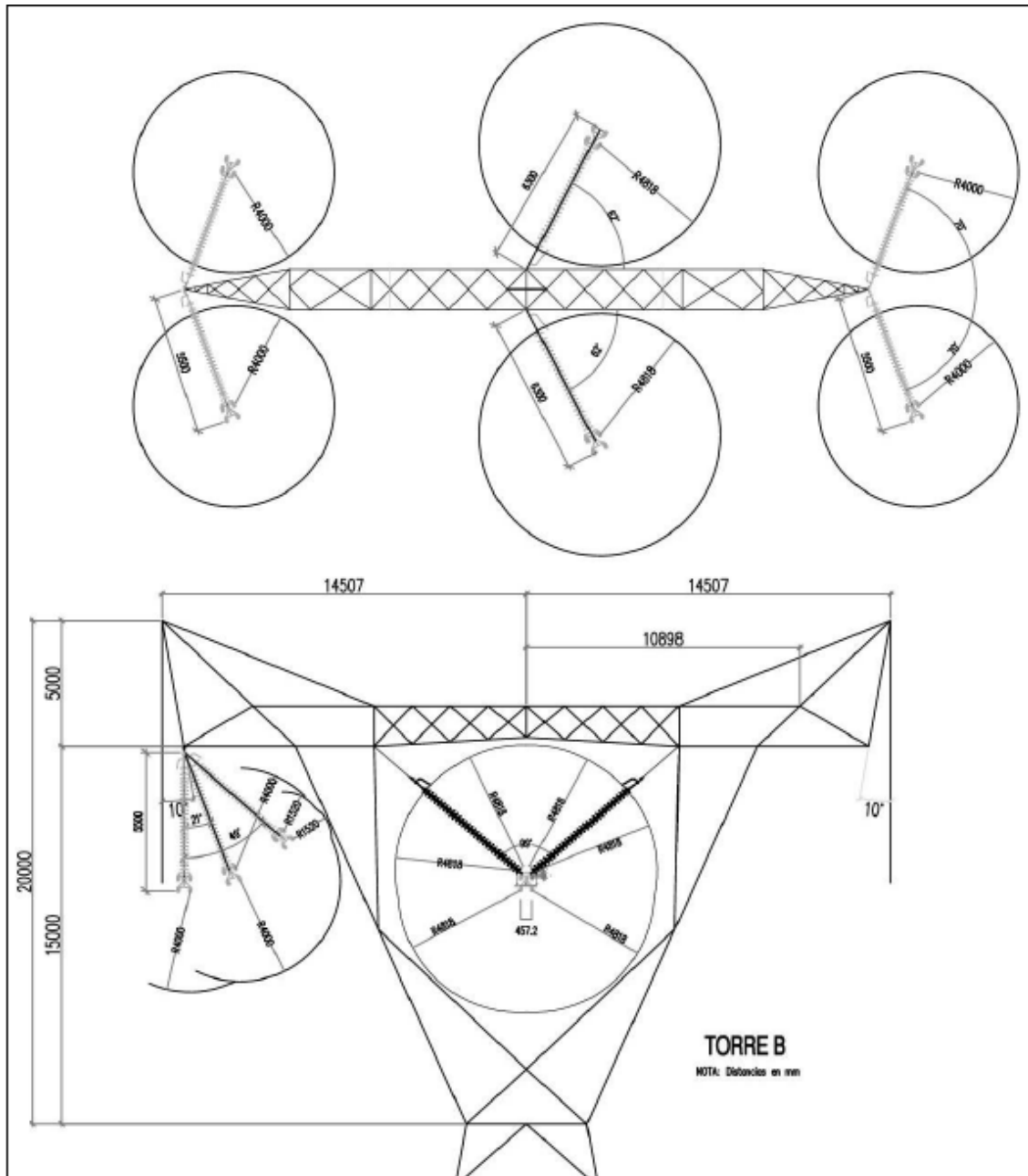
Fuente: Consorcio Transmantaro S.A

Figura 2.3-8. Silueta Torre Dn nivel altitudinal <2000 msnm apantallamiento negativo



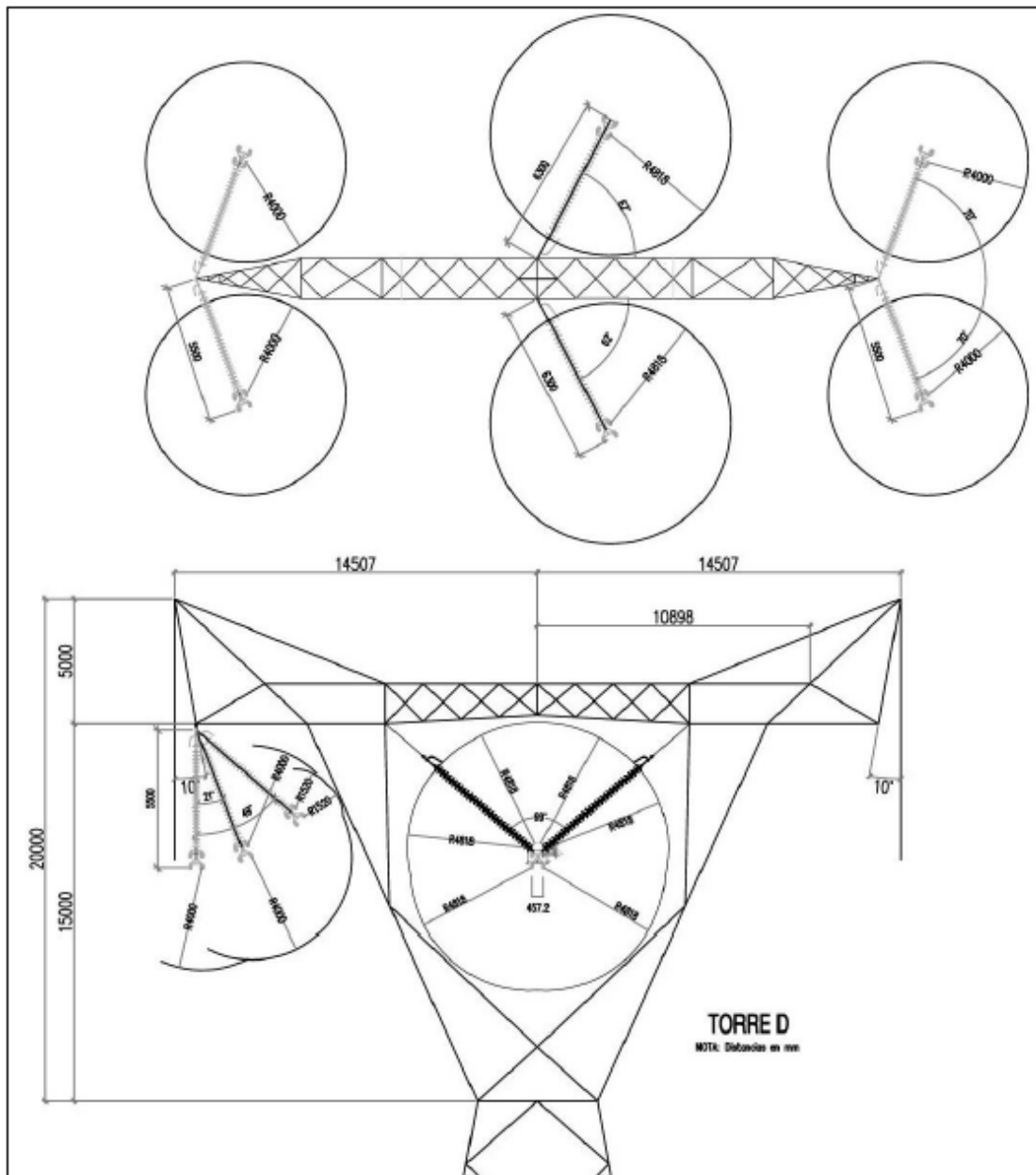
Fuente: Consorcio Transmantaro S.A

Figura 2.3-9. Silueta Torre Bn nivel altitudinal 2000-3000 msnm apantallamiento negativo



Fuente: Consorcio Transmantaro S.A

Figura 2.3-10. Silueta Torre Dn nivel altitudinal 2000-3000 msnm apantallamiento negativo



Fuente: Consorcio Transmantaro S.A

Plazas de tendido

Las actividades relacionadas al tendido de los conductores se realizarán dentro del área de influencia directa del proyecto, cerca de los sitios de torres, abarcando cierta cantidad de torres, considerando para ello el relieve de la zona.

C. Conductores de fase y cable de guarda

En la siguiente tabla se presenta los criterios de selección de conductores y cables de guarda que se utilizarán para cada línea de transmisión en 500 kV.

Tabla 2.3-16. Criterios selección del conductor

Criterio de diseño	Valores requeridos	Formula/Estándar/ Referencia	Metodología Cálculo
Capacidad de transmisión	Anexo No. 1 del Contrato de Concesión SGT (Ver Tabla 3-2)	IEEE-738-2012	- Potencia de diseño: Módulo Thermal Calculation Plscadd (Steady State Thermal Rating/Steady State Conductor Temperature) - Potencia de Emergencia: Módulo Thermal Calculation Plscadd (Conductor Temperature for Step Current)
Pérdidas Joule	<ul style="list-style-type: none"> L.T. 500 kV San José – Yarabamba 0.007 %/km: Pref = 700 MVA 	Anexo No. 1 del Contrato de Concesión SGT	$P_{\text{Pérdidas}} = \left(\frac{P_{\text{Pref}}}{V_{\text{nom}}} \right)^2 \times \frac{R_{75^{\circ}\text{C}}}{P_{\text{Pref}}} \times$
Máximo gradiente superficial por fase (Promedio de los valores del máximo gradiente superficial de cada subconductor)	<ul style="list-style-type: none"> 16 kVrms/cm, en región de costa con altitudes hasta 1 000 msnm. 18,5 kVrms/cm, en región de selva con altitudes hasta 1 000 msnm. 18,5 kVrms/cm, en las zonas con altitud mayor a 1 000 msnm. Este valor está referido a 1000 msnm por lo que deberá corregirse por altitud. Se verificará que el máximo gradiente no supere el 95% del valor de gradiente crítico por Corona. 	Anexo No. 1 del Contrato de Concesión SGT	De acuerdo con el PR-20, la metodología para el cálculo de las emisiones electromagnéticas está tratada en “EPRI AC Transmission Line Reference Book - 200 kV and Above”, Third Edition, Electric Power Research Institute (EPRI). Calculo Gradiente critico: Mediante el uso del Applet CO-1 Corona Inception Gradient Calculo Gradiente Superficial: mediante el uso del Applet “CC-6 Conductor Surface Gradient Base Case Curves and Effect of Line Parameters” y “CC-01 Conductor Surface Gradient 2-D” del EPRI.

Criterio de diseño	Valores requeridos	Formula/Estándar/ Referencia	Metodología Cálculo
Campo eléctrico a borde de servidumbre	Poblacional: ≤ 4.2 kV/m Ocupacional: ≤ 8.3 kV/m	Anexo C4.2 del CNE-Util. 2006 (PR-20, capítulo 3, numeral 3.1.6.4)	Campo Eléctrico; Mediante el uso del Applet "EMF-2 Electric Field of Transmission Lines in 2-D" Densidad de Flujo Magnético: Mediante el uso del Applet "EMF-6 Magnetic Field from sets of current Carrying Conductors (2-D)", los cuales se basan en los métodos del EPRI Red Book
Densidad de flujo magnético a borde de servidumbre	Poblacional: ≤ 83.3 μ T Ocupacional: ≤ 416.7 μ T	Anexo C4.2 del CNE-Util. 2006 (PR-20, capítulo 3, numeral 3.1.6.5)	Campo Eléctrico; Mediante el uso del Applet "EMF-2 Electric Field of Transmission Lines in 2-D" Densidad de Flujo Magnético: Mediante el uso del Applet "EMF-6 Magnetic Field from sets of current Carrying Conductors (2-D)", los cuales se basan en los métodos del EPRI Red Book.
Ruido audible al límite de la faja de servidumbre	≤ 50 dB	Anexo C3.3 del CNE – Util. 2006 (PR-20, capítulo 3, numeral 3.1.6.3)	Mediante el uso del Applet "AN-1 Audible Noise of Transmission Lines (2-D) para calcular el ruido audible y presenta los resultados con la metodología del EPRI y con la metodología de la BPA (Bonneville Power Administration).
Radio interferencia: Mínima Relación Señal – Ruido	Zona Rurales: 22 dB a 80 m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen tiempo. Zonas Urbanas: 22 dB a 40 m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen tiempo.	IEEE/ CIGRÉ / IEC CISPR 18-1, 18-2 y 18-3 (PR-20, capítulo 3, numeral 3.1.6.2)	Mediante el uso del Applet "RN-2 EMI Calculations Using Empirical Method".

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A

Tabla 2.3-17. Selección cables de guarda para L.T. 500 kV San José – Yarabamba

Línea	OPGW	Guarda Convencional
L.T. 500 kV San José – Yarabamba	- Capacidad de corto circuito ≥ 40 kA ² s (1) - Sección ≥ 108 mm ² (2)	EHS (75 mm ²) (2)

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

D. Aislamiento

A continuación, se presentan las distancias de aislamiento para el presente proyecto.

Tabla 2.3-18. Distancias de aislamiento a frecuencia industrial L.T. 500 kV San José – Yarabamba

Tensión de Sistema L.T. 500 kV San José – Yarabamba	V [kV]	500	
Máximo voltaje de operación línea - neutro del sistema [kV]: 1.1 pu del voltaje nominal, de acuerdo con el Anexo No. 1 del Contrato de Concesión	V _{max} L-N [kV]	317.54	
Factor de sobrevoltaje por sobretensiones temporales. Para asegurar una permanencia continua del servicio debido a sobretensiones de frecuencia industrial, el factor de sobretensión (F _s) a utilizar debe ser el máximo valor que se puede presentar en sistemas aterrizados.	F _s	1.20	
Constante que tiene en cuenta los niveles de contaminación y el grado de mantenimiento de los aisladores.	F _y	1.10	
Factor de corrección de rigidez dieléctrica del aislamiento por humedad. Se asume condición húmeda	F _H	1.00	
Factor de corrección por densidad del aire (δ), que depende de la altitud promedio y de la temperatura.	F _δ	1.26 (0-2000) 1.42 (2000-3000).	
Distancia en aire L.T. 500 kV San José – Yarabamba	Altura Sobre Nivel del Mar [msnm]	Distancia Requerida [m]	
		Ventana	Lateral
	≤ 2000	1.44	1.34
	2000-3000	1.64	1.52

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Tabla 2.3-19. Distancias de aislamiento por sobretensiones por maniobras para la L.T. 500 kV San José – Yarabamba

Línea	Altura Sobre Nivel del Mar [msnm]	Distancia Requerida [m]	
		Ventana	Lateral
L.T. 500 kV San José – Yarabamba	≤ 2000	3.27	2.95
	2000-3000	3.63	3.36

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Tabla 2.3-20. Distancias de aislamiento por descargas atmosféricas para niveles de tensión líneas a 500kV

Línea	Altura Sobre Nivel del Mar [msnm]	Distancia por descargas atmosféricas (m)	Fallas por blindaje (1/100 km-año)	Fallas por flameo inverso (1/100 km-año)	Total fallas (1/100 km-año)
L.T. 500 kV San José – Yarabamba	≤ 2000	3.51	0.00	0.25	0.25
	2000-3000	4.0	0.00	0.25	0.25

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Apantallamiento contra descargas atmosféricas

El diseño de aislamiento, de las distancias de seguridad, las puestas a tierra, el uso de materiales apropiados, así como la correcta ejecución de los trabajos de mantenimiento, entre otros aspectos, deberán ser tales que la tasa de salida de servicio de la línea no exceda de “1 salida/(100 km.año)”, para el nivel de 500 kV. Para las fallas de blindaje de las líneas 500kV se considerará una tasa máxima de 0.01 por fallas de blindaje/100km.año.

Tabla 2.3-21. Distancias de aislamiento por descargas atmosféricas para niveles de tensión líneas a 500kV

Línea	Altura Sobre Nivel del Mar [msnm]	Distancia por descargas atmosféricas (m)	Fallas por blindaje (1/100 km- año)	Fallas por flameo inverso (1/100 km- año)	Total fallas (1/100 km- año)
L.T. 500 kV San José – Yarabamba	≤ 2000	3.51	0.00	0.25	0.25
	2000-3000	4.0	0.00	0.25	0.25

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Apantallamiento negativo

Las estructuras con apantallamiento negativo serán empleadas en sitios que cumplan con los criterios mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 2.3-22. Criterios para empleo estructuras con apantallamiento negativo

Línea - Rango altitudinal (msnm)	Nivel de Tensión (kV)	DDT Rayos/km² – año	Tipo Estructura	Para Terrenos con pendiente		Vanos Largos		Corrientes de Rayo
				Pendiente Terreno (°)	Ángulo Apantallamiento requerido (Grados)	Longitud Vano (m)	Ángulo Apantallamiento requerido (Grados)	
SAYA:	500	1	Suspensión	>25	-10	≥900	-10	Ver Nota 1
0-2000			Retención	>20				
SAYA:	500	1.5	Suspensión	>30	-10	≥1000	-10	
2000 - 3000			Retención	>25				

Notas:

1. No se información de las corrientes de Rayo

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

E. Cimentaciones y fundaciones

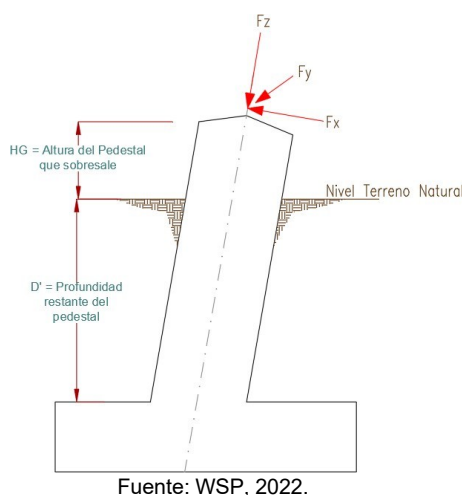
Las cimentaciones han sido diseñadas de modo que puedan resistir las cargas (reacciones de cada tipo de torre) a las que están sometidas, sin que ocasionen la ruptura del terreno de fundación, ni deformaciones permanentes en los elementos metálicos o desplazamientos inadmisibles en las cimentaciones.

La apertura de patas y cimentación es en promedio 22 metros de largo por 22 metros de ancho en cada torre.

Diseño estructural

En la siguiente figura se presenta la ubicación de las cargas obtenidas para las torres a nivel de cimentación (En la parte superior del pedestal).

Figura 2.3-11. Esquema de cargas



Donde:

F_z : Carga axial (kN)

F_y : Carga lateral transversal (kN)

F_x : Carga lateral longitudinal (kN)

Para definir las combinaciones de carga que se van a utilizar en el diseño de cimentaciones, se emplean las reacciones de trabajo y de diseño a nivel de cimentación, así como la información del STUB.

Características de los materiales

A continuación, se muestran las especificaciones generales de los materiales que se utilizan en la construcción de las cimentaciones.

Tabla 2.3-23. Relación Agua cemento máximas

Resistencia del concreto f'_c (MPa)	Relación A/C Máxima
14	Según diseño de mezcla
21	Según diseño de mezcla
24	0.55
28	0.5
31	0.45

Resistencia del concreto f'c (MPa)	Relación A/C Máxima
35	0.4

Fuente: WSP, 2022.

Tabla 2.3-24. Peso unitario del suelo

	Seco	Sumergido
Peso Unitario del Concreto (kg/m)	14	24

Fuente: WSP, 2022.

Tabla 2.3-25. Resistencia mínima del concreto

	Resistencia del concreto mínima f'c (MPa)	
	Seco	Sumergido
Estructuras ubicadas 0 a 3000 m.s.n.m	21	28
Estructuras ubicadas por encima 3000 m.s.n.m	31	31
Solado	14	-

Fuente: WSP, 2022.

Tabla 2.3-26. Recubrimiento del pedestal

Tipo	Recubrimiento (mm)
Pedestal	50
Zapatas	75
Dados	75
Pilas	75
Pilotes	75

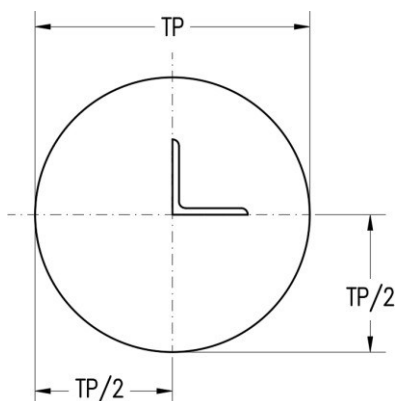
Fuente: WSP, 2022.

Diseño de pedestal

Este diseño se realizará de acuerdo con el ACI-318-19 “Building code requirements for structural concrete” y los criterios normalizados de obras civiles de ISA “GE-ESPE-CRILT- L-00-D0018_V4”.

La geometría básica del pedestal se muestra en la figura siguiente, el lomo del Stub debe coincidir con el centro del pedestal, tal como está en el dibujo.

Figura 2.3-12. Esquema de Pedestal Circular



Altura de pedestal

Pedestales normales: Los pedestales normales o convencionales se diseñarán para todas las posibles combinaciones de torres y suelos que se encuentren en el proyecto.

Tabla 2.3-27. Altura de pedestales

HG
0.25
0.75
1.25
2.00

Pedestales especiales: Los pedestales especiales se diseñarán de acuerdo con el caso particular de cada sitio de torre. Se consideran especiales a los pedestales con alturas mayores o iguales a HG=2m.

Diseño de cimentaciones convencionales tipo zapata en el suelo

Para el diseño del refuerzo superior e inferior de la zapata se calcula el momento de diseño y posteriormente se calcula la cuantía asociada. Esta última es comparada con la cuantía mínima de diseño que corresponde a 0.0018, según el Capítulo 8.6 de la ACI 318-19. La mayor de estas se emplea para calcular el refuerzo requerido, empleando los siguientes diámetros de barra.

Tabla 2.3-28. Diámetro de barras de refuerzo

Designación barra	Diámetro (mm)	Área (mm ²)	Perímetro (mm)	Peso unitario (kg/m)
4	12.7	129	40	0.994
5	15.6	199	50	1.552
6	19.1	284	60	2.235

Designación barra	Diámetro (mm)	Área (mm ²)	Perímetro (mm)	Peso unitario (kg/m)
8	25.4	510	80	3.973

Fuente: WSP, 2022.

Diseño de cimentaciones convencionales tipo pila recta y pila con campana

Este diseño se realizará de acuerdo con el ACI-318-19 “Building code requirements for structural concrete” y los Criterios Normalizados de Obras Civiles de ISA “GE-ESPE-CRILT- L-00-D0018_V4”.

- **Validación de los Factores de reducción de resistencia:** Para el diseño estructural los valores del factor de reducción de resistencia (ϕ), se determinarán según el ACI 318-19 Capítulo 21 - tabla 21.2.1. según el caso de análisis.
- **Verificación diseño a tracción:** El valor de la carga de diseño a tracción para la pila será la carga máxima vertical en tensión dada en coordenadas cartesianas. Se calculará de acuerdo con ACI 318-19 Numeral 22.4.3.1.
- **Verificación diseño a cortante:** El valor de la carga de diseño a cortante en la pila se obtendrá como el valor mayor entre el cortante asociado a la compresión y cortante asociado a la tensión.
- **Verificación diseño a flexo-compresión y flexo-tracción:** El momento de diseño para la pila se obtiene a partir del valor del momento máximo derivado de la metodología de Broms con la aplicación de las cargas laterales de diseño y adicionando el momento resultante de trasladar las fuerzas del pedestal a la punta de la pila. Para la obtención del refuerzo longitudinal se realizará un diagrama de interacción Axial-Momento.
- **Verificación diseño de la campana de la pila:** Verificación del esfuerzo cortante existente entre el tramo recto de la pila y el ensanchamiento de esta con el fin de prevenir el desprendimiento de la campana. El detallado de refuerzo se realizará cumpliendo los requisitos mínimos del ACI 318-19 Capítulo 25 “Detalles del refuerzo” sin tener en cuenta ningún nivel de disipación de energía y el “Espaciado mínimo del refuerzo” será de acuerdo con ACI 318-19 numeral 25.2.3.

Diseño de cimentaciones convencionales tipo palastra

Este diseño se realizará de acuerdo con el ACI-318-19 "Building code requirements for structural concrete" y los criterios normalizados de obras civiles de ISA "GE-ESPE-CRILT- L-00-D0018_V4".

- **Validación de los Factores de reducción de resistencia:** Para el diseño estructural los valores del factor de reducción de resistencia (ϕ), se determinarán según el ACI 318-19 Capítulo 21 - tabla 21.2.1. según el caso de análisis.
- **Verificación de método de Broms en suelo granular:** La longitud de transición es aquella para la cual el momento de fluencia en la sección de la palastra es igual al momento ejercido por la carga lateral del suelo. Se deberá calcular la longitud de transición, si la longitud de la pila a diseñar es mayor a la longitud de transición, la pila se tomará como pila larga, en caso contrario será pila corta.
- **Verificación de diseño a flexo – compresión y flexo – tracción:** El momento de diseño para la palastra se obtendrá a partir del valor del momento máximo derivado de la metodología de Broms como se indicó anteriormente. El refuerzo longitudinal permitido para el diseño de las pilas es del 0.005% de acuerdo con el numeral 10.6.1.1 de la ACI – 318-14 y para el refuerzo transversal numeral 10.3.1.2. Se realizará un diagrama de interacción de la pila que represente el conjunto de puntos Axial-Momento que son resistidos para la sección de concreto y la cuantía de acero suministradas y se verificará que los casos de carga en flexo-tracción y flexo-compresión se encuentren al interior del diagrama de interacción.
- **Verificación de diseño a corte:** Se calculará el cortante a diseño y con este se verificará que la capacidad al corte de la sección de concreto sea superior. Para lo cual se evalúa la capacidad del miembro sin carga axial, la capacidad del miembro con carga axial a compresión y a tensión, tomando el menor de los tres valores encontrados.
- **Verificación de refuerzo longitudinal:** Se calculará de acuerdo con lo establecido en el numeral 25.3.3 del ACI 318-19.
- **Verificación de refuerzo transversal:** Se definirá la longitud de confinamiento de la palastra de acuerdo con el numeral 18.13.43 de la ACI 318-19 y la separación del refuerzo según el numeral 18.7.5.3 de la ACI 318-19. En cuanto

a la zona no confinada, se define la separación de los estribos según el numeral 25.7.2.1 de la ACI 318-19.

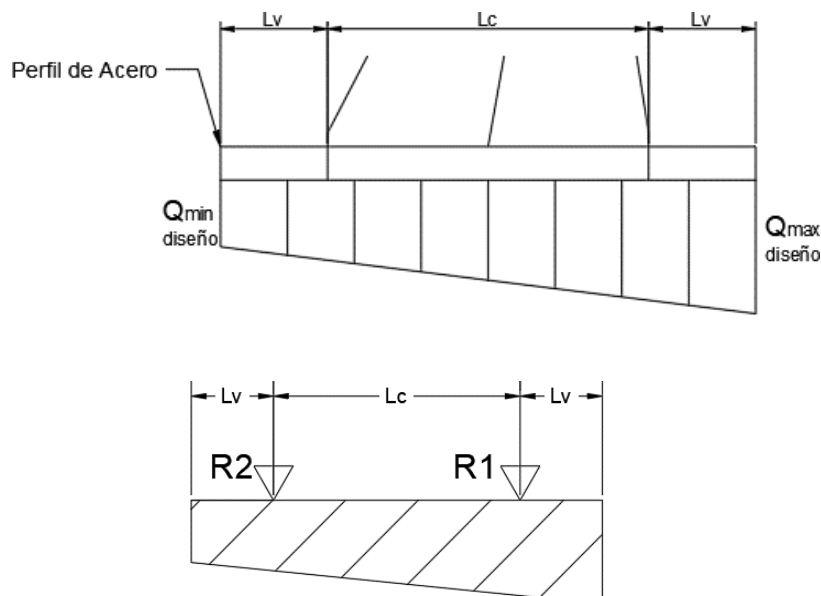
- **Verificación para el estribo circular:** Los estribos circulares deben cumplir lo establecido en numeral 25.7.2.4.1 de la ACI 318-19. En la tabla 25.3.2 de ACI 318-19 se definen las especificaciones del gancho estándar a 180°, el cual será el que se empleará para estribos circulares.

Diseño de cimentaciones convencionales tipo parrilla

El diseño estructural se realizará de acuerdo con “Design of Latticed Steel Transmission Structures” ASCE 10-15.

- **Verificación del diseño de ángulos y vigas de apoyo:** Para el diseño de los ángulos y vigas de apoyos de la base de la parrilla, se considera el elemento simplemente apoyado con una luz central y voladizos en sus extremos sometidos a una carga distribuida equivalente a la presión de contacto sobre el área neta de la base de la parrilla por la aferencia del elemento. El chequeo estructural del elemento es basado en lo estipulado para elementos sometidos ante cargas de flexión de la guía “Design of Latticed Steel Transmission Structures, ASCE 10-15”.

Figura 2.3-13. Diagrama de esfuerzos sobre los perfiles metálicos



Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

- **Verificación del diseño de montantes:** El diseño de los montantes se realiza para la máxima carga a compresión, resultante de transformar los momentos en pares de fuerzas, más la carga a compresión distribuida en los 4 montantes que conforman la parrilla. El chequeo estructural del elemento es basado en lo estipulado para elementos sometidos ante cargas axiales de la guía “Design of Latticed Steel Transmission Structures, ASCE 10- 15”.

Diseño de cimentaciones convencionales tipo pilote

Este diseño se realizará de acuerdo con el ACI-318-19 “Building code requirements for structural concrete” y los Criterios Normalizados de Obras Civiles de ISA “GE-ESPE-CRILT- L-00-D0018_V4”.

Diseño de cimentaciones convencionales tipo micropilote

Para el cálculo y diseño de los micropilotes se toma como base la norma técnica FHWA NHI-05-039 “Micropile Desing and Construction”. El diseño del dado cabezal se realizará de acuerdo con el ACI-ACI 318-19 “Building code requirements for structural concrete”.

F. Puesta a tierra

Sistema de puesta a tierra en zonas no transitables por personas

Instalación de varillas:

Estas varillas se diseñaron una en cada pata de la torre, teniéndose un total de 4 varillas por estructura.

En cuanto a requerimientos normativos, el proyecto considera: varillas de acero recubierto de cobre (copper - clad steel) de 2.4m de longitud y 16mm de diámetro.

Contrapesos horizontales:

En sitios en que la resistividad del terreno sea muy alta, es necesario utilizar cables enterrados horizontalmente para alcanzar el valor de resistencia de pie de estructura establecido, siempre teniendo en cuenta la posibilidad constructiva de hacerlo considerando las características particulares del sitio.

Para los contrapesos el conductor se diseñó de acero recubierto de cobre, con una sección mínima de 70 mm² ($\Phi=11\text{mm}$) y conductividad de 40% y se instalarán en módulos de 30m (un módulo por pata), según lo indicado en la regla 034.B.3.a del CNE Suministro 2011. Los módulos se instalarán paralelos al eje de la línea.

Considerando lo anterior, para el diseño se adopta una profundidad de instalación del contrapeso de 0,6m en de manera general.

Tipología y criterios de selección de Puesta a tierra (en adelante, PAT):

Así mismo, en la siguiente tabla se detallan los criterios de selección de sistemas PAT en función de la resistividad del terreno, esto con el fin de obtener una resistencia inferior a los 25 Ω , según lo especificado en el CNE.

Tabla 2.3-29. Criterios de selección de sistemas PAT en función de la resistividad del terreno

Tipo de PAT	Sistema de Puesta a tierra	Rango de Aplicación de los sistemas PAT según resistividad del terreno	
		Resistividad mínima [Ω -m]	Resistividad máxima [Ω -m]
Tipo 1	4xVarillas de puesta a tierra	0	291
Tipo 2	4Varillas + 2xContrapesos de 30m	292	764
Tipo 3	4Varillas + 4xContrapesos de 30m	765	1303
Tipo 4	4Varillas + 2xContrapesos de 60m	1304	1351
Tipo 5	4Varillas + 4xContrapesos de 60m	1352	2306
Tipo 7	4Varillas + 2xContrapesos de 30m + Tratamiento de Suelos	2307 en adelante	

Fuente: Consorcio Transmántaro S.A.

La línea del proyecto SAYA utilizará los diferentes tipos de puestas a tierra mencionados.

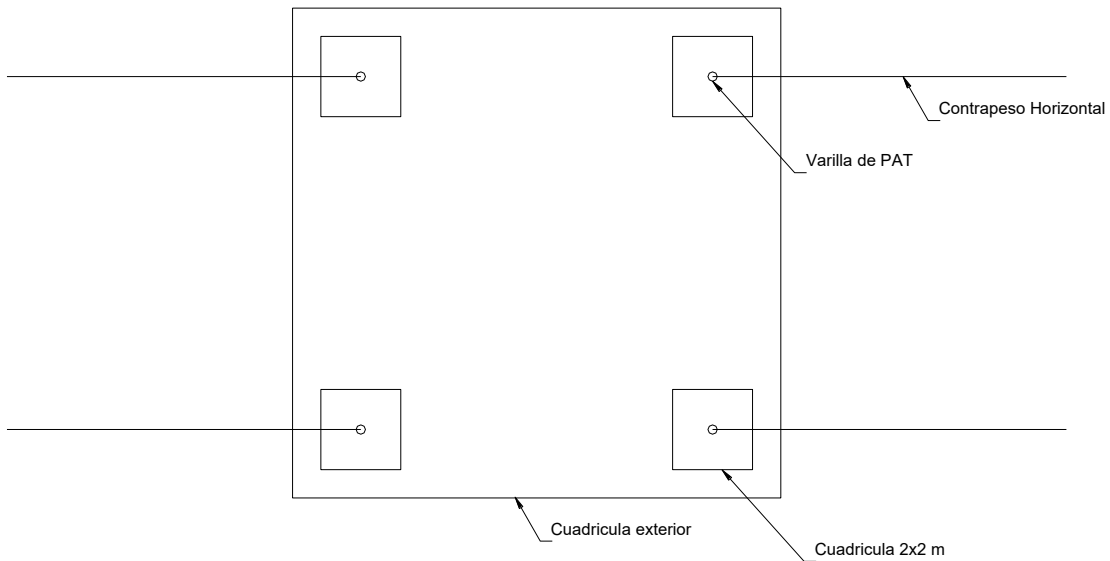
En zonas no transitables por personas, el sistema de puesta a tierra básico estará conformado por 4 varillas, 2 o 4 contrapesos horizontales (paralelos al eje de la línea) de 30 m o 60 m hasta alcanzar 25 ohm.

Sistema de puesta a tierra en zonas transitables por personas

Para zonas transitables por personas se empleará esquema mostrado en la siguiente figura, el cual está conformado por 4 varillas de puestas a tierra y contrapesos horizontales, una cuadrícula equipotencial exterior a la torre y cuadrículas equipotenciales de 2x2 m alrededor de cada pata de la torre.

Este esquema de puesta se implementará para los sitios de torre que encuentren en cercanías a zonas peatonales en un radio de 50 metros, medidos desde la extensión de pata de la estructura.

Figura 2.3-14. Configuración de puesta a tierra Tipo 6



Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

La instalación de una cuadrícula equipotencial exterior a la torre, además de reducir la resistencia de puesta a tierra, permite controlar las tensiones de paso y de contacto. Las cuadrículas equipotenciales de 2x2 m, permiten un mayor control de las tensiones generadas en el área de medida, la cual es en cada pata de la torre. Con este esquema se garantiza la mitigación de las tensiones de paso y contacto, así como también el cumplimiento de resistencia de puesta a tierra.

Adicionalmente, se considera en los sitios de torre que presentan alta resistividad (que para el control de las tensiones de paso y de contacto, se tuvo en cuenta una capa superficial propia del suelo (Con el valor de resistividad mayor a 1000 ohm-m) con un espesor de 0.1 m.

G. Obras de protección y adecuación

Además de las actividades principales de las cimentaciones, será necesario construir las obras que aseguren la estabilidad algunos de los sitios de torre. Para ello se tiene las siguientes obras:

- Muros de contención en gaviones; elemento en forma de prisma rectangular con paredes constituidas por red metálica galvanizada, con mallas hexagonales a triple torsión, llenados con grava o material rocoso de cantera.
- Concreto ciclópeo; para la construcción de muros de contención.

- Muros secos en piedra pegada; para contener material de excavación.
- Reconformación del terreno en los sitios de torre y esparcimiento en las partes bajas de los accesos para nivelar su superficie.

2.3.5.3.3. Descripción de los procesos constructivos

A. Excavaciones y adecuación del área.

Las excavaciones estarán dadas en función de los alineamientos, cotas y dimensiones consignadas en los planos de detalle, su dimensión y profundidad serán aprobadas considerando el tipo de suelo, el tipo de torre y los perfiles diagonales del terreno. Es importante indicar que la excavación será de acuerdo con los procedimientos manuales y/o mecánicos establecida. Estos trabajos serán efectuados en los lugares destinados a la instalación de estructuras. Los movimientos de suelo tendrán por finalidad realizar la nivelación de superficies para la formación de plataformas, evitándose generar contaminación ambiental significativo en el entorno de las zonas aledañas.

Estos trabajos serán efectuados en los lugares destinados a la ejecución de las excavaciones para los componentes principales y demás obras requeridas.

Métodos de excavación

- Excavación en material rocoso

La excavación de material rocoso consiste en la remoción de material rocoso del terreno para preparar los sitios donde se instalarán las torres de transmisión; para lo cual, se realizarán voladuras (utilizando explosivos) que facilitarán la construcción de las fundaciones de las torres de transmisión. Excavación en material común o conglomerado

De acuerdo con el tipo de acceso para llegar al sitio de torre donde se va a ejecutar la excavación, se procederá a excavar mediante el método manual o con maquinaria pesada (retroexcavadora).

- Excavación manual

Se procederá a realizar manualmente las excavaciones donde no tengan accesibilidad los equipos pesados (retroexcavadora, compresor, martillo neumático, etc.). Estas excavaciones se realizarán con herramientas manuales (picos, palas, barras, etc.), estos serán inspeccionados antes del inicio de la actividad y señalizados con cinta del mes y se utilizarán entibados cuando la naturaleza del terreno presenta problemas de

estabilidad y sea propicia a derrumbes de las paredes de la excavación, el contratista realizará una descripción detallada del sistema de entibado a utilizar, cuidando de atender las recomendaciones de seguridad básicas en este tipo de trabajo manual.

Inicialmente al llegar al sitio de torre se procede a marcar o delimitar la excavación que se va a realizar, ya sea haciendo una línea sobre la tierra con el pico, la pala o con cal. Se realizará la marcación con la planilla de excavación aprobada por la supervisión, sin esta no se dará inicio a esta actividad.

Se harán las excavaciones para las bases de las estructuras de acuerdo con las dimensiones indicadas en las planillas de excavación aprobadas, debidamente estacadas y marcadas.

Las excavaciones tendrán las suficientes dimensiones indicadas en los planos de cimentación de modo que permitan construir a lo largo y ancho las bases de las estructuras indicadas.

Las raíces y todo otro material inadecuado que se encuentre en la zona de excavación serán retiradas en conjunto con el suelo orgánico o top soil. Así mismo, se llegará hasta una superficie firme, ya sea a nivel o con gradas, según sea especificado por la supervisión.

Todo este proceso de corte o excavación localizada se realizará en condiciones seguras, sin poner en riesgo la integridad del personal humano ni de los equipos. Para ello el personal usará sus equipos de protección personal, el capataz o líder de la cuadrilla tendrá experiencia en excavaciones con la finalidad que pueda impartir instrucciones claras tanto en la ejecución de las actividades como en la reunión o charla de inicio de obra.

Se iniciará las excavaciones por los bordes, usando como referencia los piquetes de esquina de las excavaciones colocados por la topografía.

Se respetará rigurosamente las dimensiones de las excavaciones, evitando alargues innecesarios y sobre excavación. En el evento de que produzca sobre excavaciones, el contratista debe de recomponer el terreno por métodos aprobados por la supervisión hasta la cota de fondo de excavación aprobada.

También se ejecutarán excavaciones de tipo manual donde la inclinación del terreno, o condiciones especiales así lo exijan, para la protección de paredes o taludes de las excavaciones (Desquinche).

Cuando el terreno es blando se realizarán excavaciones tipo bandeja o tipo peldaño (excavación con ángulo), y se echará una mezcla de agua-cemento para endurecer o retener los bordes o paredes de la excavación. Si la situación lo amerita las paredes tienen que estar entibadas, para ello se hará uso de maderas; el ingeniero residente se encargará de evaluar la necesidad de implementar sistemas de protección contra derrumbes como entibados, apuntalamientos, etc., el cual estará sustentado técnicamente en función al tipo de suelo, profundidad de la excavación, etc.

En toda excavación siempre habrá una persona como vigía en la superficie para poder atender cualquier emergencia a los que estén dentro de la excavación, en caso de realizar desquinces estos se realizarán iniciando con las patas más altas y terminando con las patas más bajas. Así mismo dentro de la excavación se contará con una escalera cuya longitud sobrepase por lo menos 1 m de su profundidad. Finalmente se nivelarán los fondos de las excavaciones y la cuadratura de sus lados, de acuerdo con lo señalado en la planilla de marcación de excavaciones aprobada. Además, se eliminará toda piedra o roca o material ubicado en el talud o contorno de la excavación que presente signos de inestabilidad y que representen peligros para las personas y equipos, evitando la caída fortuita de dichos elementos hacia el interior de la excavación.

Cuando la excavación sea igual o mayor a 1.8 metros se utilizará el arnés con su línea de vida respectiva anclada a un punto fijo en la parte exterior de la excavación (cáncamo)

En el área de la excavación se usará señalización de información y prevención como: hombres trabajando, peligro excavaciones, usos de EPPS, ingreso de personal autorizado, etc. El material retirado de la excavación se colocará a 1.5 m de distancia de la excavación.

Se utilizará un recipiente tirado por soga para retirar el material después de los 2m de profundidad. La disposición y ubicación se resolverá en obra de acuerdo con las condiciones particulares de cada excavación.

Se utilizará trinchos con costales rellenos del mismo material de la excavación o pilcas en roca, para evitar el material de la excavación ruede cuando se realice la excavación en sitios de ladera y con pendientes altas. También evitar que el material saliente se disponga en dirección de caída a las excavaciones inferiores evitando el deslizamiento del material.

Cuando la excavación alcance la profundidad requerida es importante verificar de manera visual el tipo de terreno encontrado y contrastarlo con el estudio de suelos de

la línea, en caso de encontrarse diferencias se informará a la supervisión para la revisión correspondiente.

- Excavación con maquinaria pesada

Se marcará el área a ser excavada en las 4 patas respetando las medidas de los planos. Se realizará la marcación con la planilla de excavación aprobada por la supervisión, sin esta no se iniciará esta actividad.

Se verificará el seccionamiento para confirmar el largo de la extensión de pata.

Se realizará la limpieza de la zona de trabajo.

Se señalizará la zona de trabajo.

Antes de iniciar las excavaciones con maquinaria pesada se eliminarán todos los objetos que puedan desplomarse y que constituyen peligro para los trabajadores, tales como: árboles, rocas, rellenos, etcétera, a una distancia mínima de 1.0 veces la profundidad de la excavación.

El jefe de grupo procederá a realizar la charla de coordinación antes de comenzar la labor de excavación de fundaciones. Se revisará todos los implementos de protección personal.

Se ejecutarán las excavaciones con maquinaria pesada de acuerdo con su dimensionado, cuidando que la destreza del operador facilite las siguientes labores de nivelación de los fondos y cuadratura de la excavación manual. En las excavaciones con maquinaria pesada se contará con la presencia permanente de un topógrafo que realizará el control de la cota de fondo de excavación y dará aviso al operador cuando está cerca de la cota de fondo de excavación, en ningún caso la excavación mecánica superará la cota de fondo. Se tendrá especial cuidado en la separación de materiales orgánicos (descapote) y materiales para la ejecución de los rellenos compactados.

Se humedecerá el terreno a excavar, suelos arenosos, según sea el área de excavación.

Se iniciará la excavación utilizando la pala o cuchara excavadora hasta llegar a la cota más baja de acuerdo con las planillas de excavación. La retroexcavadora ira acompañado siempre de un vigía que este supervisando los trabajos de la retroexcavadora, controlando las distancias de seguridad de la maquina respecto a las personas u obstáculos que se puedan presentar, o que el operador de la máquina no pueda observar, para ello debe haber una coordinación previa al inicio de las

actividades, asimismo deben mantener contacto visual constantemente para la comunicación.

El material retirado de la excavación se colocará mínimo a 1.5 metros del borde de la excavación.

Se verificar permanentemente el talud de la excavación. El contratista tendrá presente la naturaleza del material que conforma las paredes de la excavación, esto con la finalidad de evitar derrumbes por excesivo peso del material excavado.

El personal que encuentre en las cercanías del área de trabajo de la maquinaria pesada mantendrá su distancia de seguridad de por lo menos 3 veces en metros radiales del mismo, salvo el visto bueno del supervisor de la actividad.

Los vehículos y maquinaria pesada circularán a una distancia mínima del borde de 2 veces la profundidad de la excavación. Cuando el equipo pesado se encuentre realizando la tarea de excavación, el personal presente en esta área será solamente el operador, el vigía y el topógrafo, toda el área de trabajo será cercada con cintas de señalización y se colocará los letreros de seguridad respectivos con la finalidad de evitar el ingreso de personal no autorizado.

En los casos que hubiera exigencia de tránsito temporal en el frente de trabajo de la maquinaria pesada, se contará con personal debidamente instruido (señalero y/o vigía) para dirigir el tráfico en esta zona, portando de paletas de color rojo (PARE) y verde (SIGA).

Para salir y entrar al interior de la excavación se hará uso de una escalera adecuada para perfilar la base y paredes de los hoyos. Las escaleras que se utilicen en el ingreso a las excavaciones serán una longitud tal que sobresalga mínimo 1 m del borde superior de la excavación.

Cuando la excavación sea igual o mayor a 1.8 metros se utilizará el arnés con su línea de vida respectiva anclada a un punto fijo en la parte exterior de la excavación. (cáncamo).

- Mediante uso de cemento expansivo

En algunos casos se requerirá el uso de cemento expansivo, priorizando el mismo, para las actividades de excavación de las fundaciones de las torres que se ubiquen en terrenos rocosos (roca, roca fracturada, conglomerado).

B. Cimentaciones, fundaciones y obras de protección.

Obras de concreto armado

- Una vez terminada la excavación y revisada la cota de fondo en las planillas de excavación aprobadas por la supervisión se realiza la instalación y nivelación de la panela ubicada en el centro de la excavación, y a continuación se realiza el vaciado del solado (5 cm de espesor).
- Previo al montaje e instalación de la armadura dentro de la excavación, se verifica que todas las posiciones estén de acuerdo con la planilla de corte y figurado del hierro y si los diámetros y tipo de acero corresponden a lo especificado en los planos.
- La armadura debe instalarse y mantenerse firmemente fijada en su posición, respetando las tolerancias de norma para su ubicación, forma, longitudes, separaciones y empalmes. Para el amarre con alambre de las partes superiores de la armadura se utilizará escaleras, y se prohibirá el escalamiento con armaduras.
- El acero de refuerzo de cada cimentación ha sido previamente cortado y figurado en el patio del contratista de acuerdo a los planos de obras civiles del cliente y a la planilla de materiales implementada para la torre correspondiente. Las parrillas de las zapatas y los hierros principales de las columnas se amarán e instalarán conservando los recubrimientos especificados en el diseño.
- Se procede a instalar el Stub dentro de la pata de la torre, encima de la panela, la cual es revisada previamente de que cumpla las longitudes de las prolongas indicadas en la planilla aprobada de la supervisión.
- Se procede con los encofrados que se construyen con maderas de calidad apropiada y/o formaletas metálicas diseñados de tal manera que puedan resistir todos los esfuerzos resultantes del peso propio del concreto y del vibrado mecánico. Para el encofrado con madera o formaletas metálicas de las partes superiores del encofre se utilizará escaleras, y se prohibirá escalar el encofre.

- Se realiza la preparación de mezcla (concretadora o trompo) y se procede con el vaciado. Durante el proceso de vaciado, el topógrafo está controlando permanentemente la correcta ubicación de los elementos en fundación, los ángulos de espera, las parrillas y canastillas; así como la correcta nivelación y alineamiento de los ángulos de espera y que todos los elementos de transferencia de esfuerzos y uniones estén debidamente atornillados y apretados. El topógrafo controlará los valores y parámetros, de acuerdo con las planillas de excavación, nivelación y materiales aprobados por el cliente.
- El proceso de vaciado en condiciones de terrenos con alto nivel freático consistirá en descargar el concreto en el fondo de la excavación utilizando un tubo de POVC de longitud suficiente. A medida que se descargue el concreto y se aumente el nivel de la excavación, el tubo de irá subiendo hasta que la cimentación quede totalmente fundida y el tubo se retire. El agua será retirada a la superficie mediante bombas. No se aceptará el vaciado de una tanda cuyo fraguado ya se haya iniciado ni tampoco de tandas premezcladas, se dispondrá del concreto en el sitio de vaciado tan pronto como sea posible evitando el segregamiento; se hará en capas horizontales y se vibrará según el endurecimiento de estas capas. El material no apto será transportado a lugares coordinados y autorizados por la supervisión.

Rellenos y compactación de fundaciones

- Este trabajo consiste en la colocación y compactación de los rellenos para las cimentaciones, la nivelación de estos con materiales seleccionados provenientes de la misma excavación o de otras fuentes y la adecuación de la zona alterada durante la construcción de los cimientos y de las zonas de préstamo de materiales.
- Durante las operaciones de rellenos y compactación, la excavación debe permanecer libre de agua. Si es necesario compactar los rellenos bajo agua, deben utilizarse materiales granulares y sistemas de compactación previamente aprobados.
- El material de relleno debe estar libre de raíces, materiales de desecho de la construcción u otros materiales objetables.
- El material de relleno suelto se debe colocar en capas horizontales de un espesor máximo de 250 mm y compactarse utilizando pisones manuales o neumáticos aprobados por el supervisor. La densidad de compactación mínima de cada capa

debe ser similar a la densidad del suelo de excavación, indicada en el estudio de suelos. En ningún caso la densidad de compactación será menor de 16 kN/m³.

- El contratista debe determinar la densidad del suelo compactado, mediante el ensayo de cono de arena o por otros métodos reconocidos en el medio, mínimo en uno de los cimientos compactados del 50% de las torres, registrar la información y presentarla al supervisor para su aprobación.
- Se podrá utilizar como material de compactación fragmentos de roca mezclados con suelo, siempre y cuando los fragmentos se acomoden uniformemente de tal forma que queden embebidos en el suelo de compactación. En este caso la verificación de la densidad se hará en las áreas conformadas por suelo.
- Cuando la zona del sitio de torre sea rocosa, se podrá utilizar como relleno concreto ciclópeo elaborado con los fragmentos de roca excavados.
- El relleno debe colocarse y compactarse hasta una altura de 200 mm por encima del nivel del terreno natural en todos los sitios.
- Si el material proveniente de excavaciones no es adecuado para efectuar los rellenos requeridos, el contratista debe utilizar materiales provenientes de zonas de préstamo cuya calidad y localización deben ser aprobadas por el supervisor.
- La excavación en las zonas de préstamo incluye la limpieza del lugar, el descapote necesario y el transporte del material desde allí hasta el sitio de la torre, así como la colocación de la capa vegetal, uniformemente distribuida, en la zona en que se haya excavado.

Obras de protección

Además de las actividades principales de las cimentaciones, será necesario construir las obras que aseguren la estabilidad de los sitios de torre en donde sea necesario (taludes y zonas inestables).

C. Montaje de estructuras, aisladores y accesorios (Vestida de la torre)

Clasificación de estructuras

- La primera parte del pre armado consiste en la clasificación y separación de las piezas conforme a su posición en la estructura.
- Se deberán colocar los perfiles en el piso sobre tacos de madera armando un conjunto de piezas que componen una determinada sección de la torre, guiándose con lo indicado en el plano de montaje que corresponda a cada parte de la torre.

- Revisar la correcta ubicación de tornillos y/o espesores, según lo indicado en los planos.
- Se deberá de tener en cuenta las consideraciones de peso de las piezas a montar, estas no deben ser mayor a 900 kg
- Las partes pre armadas reposaran sobre madera y sin darles el ajuste final a los pernos, pero siempre deben tener como mínimo el llenado completo de las tuercas.
- Solo los brazos o ménsulas deben ser apretados, torqueados, punzonados y pintados en el piso antes de ser izado.
- Se debe pintar la zona punzonada con Jet Zinc Metálico 900 (pintura enriquecida en zinc aprobada para el proyecto).

Actividades previas al montaje

- Antes de iniciar el montaje se realizará una verificación de los equipos y herramientas a usar, estos deberán contar con los certificados vigentes.
- Inspeccionar la pluma, registrar en el Check list de pre-uso, por ser uno de los elementos más exigidos mecánicamente durante el ensamble o montaje de piezas estructurales, se debe vigilar que no presente rajaduras, fisuras y que no esté torcida, la inspección deberá ser realizada por el técnico supervisor y capataz de montaje.
- Verificar la ficha técnica de la pluma y su ángulo de inclinación, para determinar su carga máxima de trabajo. La ficha debe estar físicamente en campo.
- El armado de la torre se realizará con plumas que servirán como apoyo para subir los perfiles y montantes hacia la parte superior de la torre.
- La pluma por ser uno de los elementos más exigidos mecánicamente durante el montaje de piezas estructurales se debe vigilar que:
 - ✓ No presente rotura o fisura.
 - ✓ No esté torcida.
 - ✓ El buen estado de los pasadores de la cabeza de pata.
 - ✓ El gancho de pata tenga y mantenga su curvatura.
 - ✓ Los rodamientos funcionen adecuadamente.
 - ✓ El cierre o chapeta debe tener seguro requerido.
- Se iza los perfiles, no debe permanecer ningún trabajador debajo de la carga suspendida, este debe mantener su distancia de seguridad mínima de 5 metros del radio de la carga, para evitar el impacto de pernos, tuercas o perfiles.

- El izaje de estructuras se realiza con cables jalados por un equipo de tensión controlada en contra tiro, o levantada pieza por pieza a pulso o en forma manual a través de las sogas o manilas con poleas de servicio, también puede emplearse plumas.
- Se verifica la verticalidad y horizontalidad luego de terminado el montaje de la torre en su totalidad y se empieza al ajuste de las tuercas en forma controlada, revisión de correcta instalación y ubicación de piezas, perforaciones y torqueado con el torque correspondiente a la medida del perno.

Vestida de la torre (instalación de aisladores y herrajes)

Consiste en el montaje de poleas, aisladores y accesorios desde su recepción y transporte hasta su instalación final en las líneas del proyecto. El transporte de aisladores se realiza en cajas individuales cuidando de no dañar el siliconado. Para el izaje de la cadena de aisladores, se realiza con equipos que usan poleas de servicio, sogas de nylon y un winche. La conexión de la cadena de aisladores se realiza de modo que no queden partes móviles directamente en contacto con la cruceta de la estructura, el aislador se izará e instalará unido a la polea de tendido del conductor.

D. Tendido del conductor, fibra óptica y cable de guarda.

Disposiciones generales

- El equipo de tendido (winche y freno) y las poleas tendrán la capacidad suficiente para lanzar por lo menos una fase completa de conductores por tiro.
- Se dispondrá de winche y freno para el tendido del conductor con tensión mecánica controlada, los cuales contarán con sus respectivos certificados de operatividad y/o último mantenimiento. Para el control de la tensión los equipos contarán con relojes indicadores de tensión (tensiómetros), los cuales permitirán obtener una tensión de tendido uniforme.
- Los equipos operaran en perfecta sincronización, no pudiendo sufrir paradas súbitas ni acelerarse de forma descontrolada. Asimismo, dispondrán de mecanismos para controlar rápidamente eventuales desvíos. Para este control, será indispensable un buen sistema de radio comunicación, por lo que se contará con equipos de comunicación de reserva para atender emergencias que puedan ocurrir.
- Las bobinas serán instaladas en caballetes equipados con un sistema de freno adecuado para evitar un desenrollado rápido. No será permitido el desenrollado

de los cables a partir de bobinas dañadas o flojas y que puedan comprometer la integridad de los cables.

- La distancia entre las bobinas y el freno será la adecuada para permitir un desarrollo continuo y suave, debiendo evitar el rozamiento entre las espiras salientes de las bobinas, evitando daños al cable.
- Para evitar que el trenzado externo del conductor se afloje, durante su pasaje por los tambores del freno, se tendrá en cuenta el sentido de trenzado del conductor para la entrada y salida del conductor.
- Durante los procesos de cargue y descargue de los equipos y carretes de conductor se tendrá especial cuidado, por lo tanto, se emplearán grúas de capacidad adecuada y debidamente operativas.
- Una actividad previa al inicio del desarrollo físico de la actividad de tendido de conductores y cable OPGW, es la verificación de la ubicación y empotramiento de los anclajes (los cuales serán de concreto) para la retenida de los conductores y los mismos equipos. El supervisor del tendido, conjuntamente con los capataces de freno y malacate, realizarán la verificación para que todo esté bien y acorde con la cantidad de anclajes necesarios para las retenidas.
- Los equipos de tendido estarán ubicados a 30 grados con respecto a la torre de salida como mínimo, o serán ubicados a una distancia de tres veces la altura de la torre de salida para no generar esfuerzos al cable.

Instalación de pórticos o protecciones

- Las protecciones (madera y/o metálico) serán instaladas para evitar los obstáculos que puedan dañar los cables.
- En los cruces de carreteras, ferrovías, líneas eléctricas y de telecomunicaciones u otros obstáculos, se instalarán estructuras de protección con una altura adecuada para mantener la distancia de seguridad apropiada.
- En relación con las características técnicas de las estructuras de protección, podemos señalar lo siguiente: consisten, básicamente, en pórticos de madera que evitarán cualquier contacto entre el conductor a tender y las estructuras debajo.
- Para las líneas eléctricas en operación, los cruces serán ejecutados con corte de energía siempre que sea posible. En caso contrario será necesario que los pórticos sean más robustos y de un diseño adecuado, y que se haga con anticipación un plan de trabajo con un croquis indicativo para su aprobación.

- Los postes a utilizar, serán de madera resistente y de calidad apropiada; estarán enterrados un mínimo de 10% de su largo total más 60 cm y estarán sujetos por retenidas en los casos que se necesiten.
- Si los postes fueran situados a menos de dos metros de la vereda de las carreteras, se colocarán señalización de advertencia.
- Es importante indicar que estas actividades se realizarán cuando no haya tránsito de personas o animales y cuidando no dañar plantaciones u otros.

Desarrollo del procedimiento

- El tendido de conductores y cable OPGW, se ejecutará seguidamente a la actividad de la riega del pescante o manila y la cordina. Se utilizará un programa de tendido que se elaborará previamente, será revisado y aprobado por Control de Obra.
- En la realización del programa de tendido se definirá en primer lugar los tiros de tendido teniendo como precaución hacer selección de la plaza del freno sitio donde se despachan los conductores a tensión controlada mediante este equipo y la plaza del winche o malacate (en casos especiales para la fibra óptica se utilizará el tractor con campestan), sitio donde se jala la cordina que es la guía con que se traen los conductores desde el freno.
- Para la selección de los tiros y plazas de tendido, también se tendrá en cuenta, que el sitio sea de un área donde se puede maniobrar con vehículos grandes y haya el espacio suficiente para ubicar todo el equipo necesario para la actividad de despacho y la actividad de jalado.
- La sábana de tendido siempre tendrá como base el plano de planta perfil donde se le adjunta toda la información del programa.
- Con el programa de tendido elaborado, las plazas seleccionadas y preparadas, se realizará una verificación que la riega esté totalmente en orden, se levantara la cordina, se tensionara, se verificará que los contras tiros estén funcionando y que las comunicaciones operen totalmente en perfecta sincronización, especialmente los del freno y malacate, no pudiendo sufrir paradas súbitas ni acelerarse de forma descontrolada.
- Para iniciar la actividad de tendido de conductores y cable OPGW, como se ha programado, se tendrá precaución de colocar siempre a un guía, que supervise la trayectoria de la raya o punta del conductor, con el objeto de informar al operador del winche que jale muy despacio a la hora de pasar la guía o raya por las poleas,

especialmente donde haya ángulos. Se tenderá primero al cable guarda EHS, luego OPGW y por último el conductor.

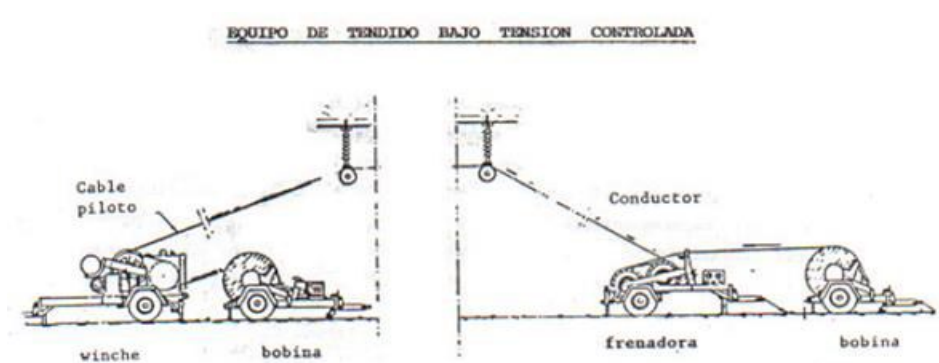
- Cuando la punta del conductor y del cable OPGW llegue al winche, se hará toda la maniobra de retención llevando el conductor y/o cable OPGW, lo más aproximado a flecha, para dar por terminado el tendido del conductor seleccionado. Se repetirá toda la acción para cada fase hasta completar el total y dar por terminado la actividad.
- Durante la operación del tendido, los cables no tocarán el suelo u otro obstáculo que pueda dañarlos, mientras están en movimiento, debiendo mantener una altura recomendable de 3 m sobre el suelo u obstáculo.
- En las operaciones de maniobras y empalmes de los cables en que estos tengan que bajar al suelo, en reposo, se apoyarán sobre protecciones de madera adecuadas eficientes en cantidad necesaria para evitar el contacto directo del cable con el suelo y/o terreno rocoso.
- En las plazas de freno y winche, los tramos de cable que están sin tensión reposarán sobre el suelo también sobre protecciones de madera hasta su empalme definitivo con el tramo siguiente a ser jalado, en caso se requiera se colocará cubierta protectora contra la polución.
- Los tramos aplastados o aflojados, con hilos rotos u otros defectos, serán señalados para posterior reparación o sustitución.
- Las operaciones de tendido se realizarán con todo cuidado dentro de un ritmo regular, evitando sobrecargas que puedan generar deformaciones en los cables, causando estiramiento prematuro.
- Durante el tendido, las poleas de una estructura pueden estar sometidas a Contra Tiro. En estos casos se preverá la instalación de poleas auxiliares de contra tiro, previo al jalado.

Instalación de Terminales y Empalmes

- Los terminales, empalmes y reparaciones serán ejecutados de acuerdo con las especificaciones e instrucciones del proyecto, recomendaciones del fabricante y con el uso de herramientas adecuadas.
- Los cables estarán con puesta a tierra adecuados, en el lugar de trabajo, antes de proceder a los preparativos para la instalación de los empalmes, reparaciones y terminales.

- Se notificará a la Supervisión de Control de Obra, con anticipación, la ejecución de cualquier empalme de modo que los inspectores puedan presenciar los mismos (la ubicación de los empalmes se identificará en la sabana de tendido).
- Todas las superficies de contacto de aluminio de los conductores y superficie interna de los accesorios de aluminio estarán limpias antes de la ejecución de cualquier empalme.
- En los empalmes, los manguitos de unión serán cuidadosamente instalados con las puntas de los cables exactamente en el centro de los mismos. Los cables mostrarán una marcación que pruebe el cumplimiento de esta condición.
- Los empalmes estarán perfectamente rectilíneos luego de comprimidos. Pequeñas curvas, resultado de la compresión podrán ser eliminadas con la ayuda de martillos de madera o jebe.
- La ejecución de los empalmes de preferencia se realizará en el freno antes de lanzar el segundo grupo de conductores, estos empalmes se protegerán con "pasa-empalmes" de manera que no sufra ningún daño al atravesar las poleas en todo el proceso de tendido.

Figura 2.3-15. Esquema de tendido bajo tensión controlada.



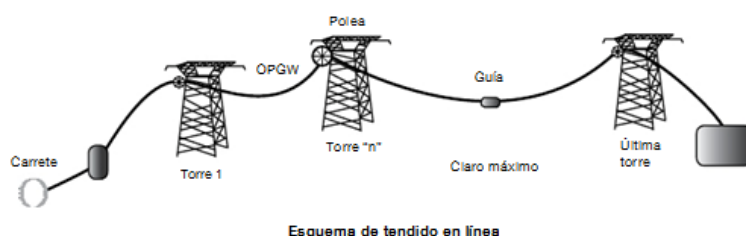
Fuente: Consorcio Transmántaro S.A.

Tendido de Cable OPGW

- Las operaciones de tendido se realizarán con todo cuidado dentro de un ritmo regular, de tal manera que se evite sobrecargas que puedan generar deformaciones y pre-tensión en los cables, causando estiramiento prematuro.
- Los empalmes del cable de guarda, estarán en torres y mantendrán una reserva de acuerdo a la altura de la torre y ubicación de la caja de empalme, también en el OPGW se tendrá en cuenta la temperatura que se alcance en una falla o descarga, para no afectar las fibras del cable.

- Selección de estructuras para remates: La definición de la ubicación de las estructuras para empalmes y remates son fundamentales por lo tanto se realizará una inspección de campo, así como una revisión de flechas y tensiones para corroborar si es factible cumplir con la localización de empalmes solicitados o recomendar otra que asegure la instalación y operación adecuada del cable, con base en los siguientes criterios:
 - o De preferencia, se tratará de un lugar sin declives y sin deflexiones en el plano horizontal (cuando menos hasta la posición de las estructuras vecinas) para facilitar el trabajo y evitar que el cable esté sometido a esfuerzos innecesarios
 - o Acerca del halado del cable, se realizará desde el extremo que presente la condición más crítica para éste, considerando la tensión, deflexión, pendientes y vanos largos. Con esto se logrará que recaiga el mayor esfuerzo en la menor longitud posible del cable.
 - o Las longitudes de cable en carretes serán acordadas con el fabricante en función de las distancias entre las estructuras seleccionadas para remates y empalmes.
 - o Antes y después del proceso de tendido se probarán las fibras ópticas.

Figura 2.3-16. Esquema de tendido en línea.



Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

A continuación, se precisa la descripción de los seccionamientos de las líneas existentes, es importante indicar que previamente será necesario contar con la autorización de la empresa propietaria de la línea a intervenir.

E. Instalación y medición de puesta a tierra.

Cada una de las torres es conectada a tierra mediante 4 electrodos verticales (varillas) unidas a los cimientos. Las varillas quedan instaladas en forma vertical en el fondo de la fundación, en la parte exterior del cimiento, y los cables están fijados a los ángulos de

espera o stubs; embebidos en el concreto o enterrados cuando los cimientos sean parrillas metálicas.

La resistencia eléctrica de la puesta a tierra de las estructuras se mide después de montada la torre y antes de iniciar las labores de tendido del conductor, en período de verano o cuando el terreno esté seco. Alternativamente, esta medida puede realizarse cuando sólo se tiene la fundación siempre y cuando se conecten entre sí las fundaciones de las cuatro patas de la torre.

F. Pruebas eléctricas de preoperatividad

Consiste en la realización de una serie de pruebas y verificaciones para asegurar que todos los componentes del sistema cumplen con los requisitos técnicos y operativos antes de su puesta en servicio. Estas pruebas incluyen ensayos de resistencia de aislamiento, continuidad, tensión soportada, y verificación de conexiones, entre otras. El objetivo es identificar y corregir cualquier falla potencial, garantizando la seguridad y confiabilidad de la línea de transmisión para su operación a plena capacidad.

G. Abandono constructivo

iv. Limpieza de los frentes de trabajo

Una vez finalizadas las diferentes actividades, el lugar de obra debe quedar en condiciones similares a las existentes antes de comenzar los trabajos, en cuanto a orden y limpieza, eliminando los materiales sobrantes de la obra.

v. Transporte y disposición de los materiales excedentes

El material excedente de los rellenos compactados, se extenderá en las proximidades de la estructura, adaptándolas lo más posible al terreno natural.

El manejo y disposición final del material excedente de obra producto de las actividades de excavaciones y que no pueda ser utilizado como material de relleno y/o reutilizado en otras actividades (reconformación del terreno en los sitios de torre y esparcimiento en las partes bajas de los accesos para nivelar su superficie), serán dispuestos de manera definitiva a través de una Empresa Operadora de Residuos Sólidos (EO-RS) registrada por el MINAM.

vi. Transporte y disposición de residuos

Los materiales generados como residuos serán dispuestos de manera definitiva a través de una Empresa Operadora de Residuos Sólidos (EO-RS) autorizada por la autoridad competente

2.3.5.4. Ampliación de Subestaciones

El proyecto comprende las ampliaciones de las siguientes subestaciones:

Subestación San José 500/220 kV (S.E. San José 500kV). Subestación Yarabamba 500/220 kV (S.E. Yarabamba 500kV). *Tabla 2.3-30. Áreas ocupadas por las Subestaciones.*

Componente del proyecto	Área (ha)
Ampliación S.E. San José 500/220 kV	0.34
Ampliación S.E. Yarabamba. 500/220 kV	0.24

Fuente: Consorcio Transmántaro S.A.

Nota: El área indicada corresponde a la zona de ampliación de cada una de las subestaciones

2.3.5.4.1. Características técnicas

A. Ampliación subestación San José 500 kV

Comprende las siguientes instalaciones:

- Una (01) celda de línea en 500 kV hacia la S.E. Yarabamba equivalente a 1/3 de diámetro, correspondiente al corte A del diámetro 3.
- Sistemas complementarios: sistemas de protección, control, medición, comunicaciones, puesta a tierra, servicios auxiliares, pórticos y barras, obras civiles, etc.

La ampliación de la subestación San José 500 kV se encuentra ubicada en el departamento de Arequipa, provincia de Arequipa, distrito de La Joya.

Tabla 2.3-31. Ubicación de la SE San José

SE	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 19K	
	Este	Norte
San José	200 375	8 154 143

Fuente: Consorcio Transmántaro S.A.

Cabe precisar que estas coordenadas son referenciales y podrán variar según la ubicación del área seleccionada para la ampliación de la subestación.

Figura 2.3-17. Ubicación de la ampliación de la subestación San José 500 kV

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Las conexiones superiores y de entrada del circuito será realizado en pórticos, conformados por columnas y vigas en estructuras metálicas tipo celosía. Los soportes de los equipos de la celda de llegada de línea también serán en estructuras tipo celosía.

Se dispondrá de accesos para el mantenimiento de los equipos y las diferentes áreas en las que se ubiquen los equipos del patio de llaves pertenecientes a la subestación.

Configuración de la subestación

Subestación existente con configuración de doble barra con interruptor y medio en 500 kV.

Nivel de aislamiento

El nivel de aislamiento, para la altura de instalación de la subestación del proyecto, se determinará con base al estudio de coordinación de aislamiento. Los principales niveles de aislamiento se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 2.3-32. Características eléctricas del sistema

Características eléctricas del sistema	Unidad	Valor
		500 kV
a) Tensión de operación del sistema.	kV	500
b) Tensión máxima de operación.	kV	550
c) Frecuencia asignada.	Hz	60
d) Nivel de aislamiento:		
• Tensión asignada de soportabilidad al impulso tipo rayo (LIWL).	kV	1 550
• Tensión asignada de soportabilidad a frecuencia industrial (PFWL).	kV	620
• Tensión asignada de soportabilidad de maniobra (SIWL).	kV	1 175
e) Corriente de corta duración admisible asignada.		
• Para especificación de equipos.	kA	40
• Para diseño de la instalación.	kA	40
f) Máxima duración admisible de cortocircuito		
• Para especificación de equipos.	s	1
• Para diseño de la instalación.	s	0,5

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Descripción del tipo de equipamiento

El equipamiento que se instalará en la ampliación de la subestación es del tipo convencional (AIS), seleccionado con una distancia de fuga específica fase - fase de 31 mm/kV, para tener en cuenta las condiciones ambientales presentes en el sitio de la subestación.

Características de los interruptores

Los interruptores que se instalarán serán del tipo tanque vivo, con extinción del arco en SF6, accionamiento monopolar, con mando local y/o remoto.

Los equipos tendrán las siguientes características generales:

Tabla 2.3-33. Características de los interruptores

Descripción	Unidad	Valor
		550 kV
Medio de extinción		SF6
Número de polos		3
Tensión asignada	kV	550
Corriente asignada en servicio continuo		
• Celda de línea	A	2 500
Corriente de cortocircuito	kA	40
Duración del cortocircuito asignada	s	1
Tiempo total de apertura	ms	≤50
Secuencia de operación		O-0,3s-CO-3min-CO

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Características de los seccionadores

Los seccionadores serán tipo rotación central, rotación central con cuchilla de puesta a tierra y pantógrafos motorizados con mando local y remoto, sus características generales son las siguientes.

Tabla 2.3-34. Características de los seccionadores

Descripción	Unidad	Valor	
		500 kV	
Tipo de ejecución		Exterior	
Tipo de conexión		Rotación central	Pantógrafo
Tensión asignada	kV	550	
Corriente asignada en servicio continuo			
• Celda de línea	A	2 500	
Poder de corte asignado en cortocircuito (1s)	kA	40	

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Características de los transformadores de medida

Los transformadores de corriente tendrán las siguientes características principales:

Tabla 2.3-35. Características de los transformadores de corriente

Descripción	Unidad	Valor
		500 kV
Corriente asignada en servicio continuo	A	2 500
Corriente secundaria asignada	A	1
Relación de transformación asignada		
• Celda de línea	A	2 500-1 250-625/1
Corriente de cortocircuito térmica	kA	40
Duración del cortocircuito asignada	s	1
Características de núcleos de medición		
a) Cantidad		2
b) Carga de precisión	VA	2,5/5/15
c) Clase de precisión		0,2 S
Características de núcleos de protección		
Cantidad		4
Carga de precisión	VA	15/15/15
Clase de precisión		5P
Factor límite de precisión		20

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Tabla 2.3-36. Características de los transformadores de tensión

Descripción	Unidad	Valor
		500 kV
a. Tipo		Capacitivo
b. Número de devanados secundarios.		3
c. Tensión primaria para el sistema.	kV	500/ $\sqrt{3}$
d. Tensión secundaria para el sistema.	V	110/ $\sqrt{3}$
e. Clase de precisión entre el 25 % y el 100 % de la carga de precisión.		
– Entre el 5 % y el 80 % de la tensión asignada.		3P
– Entre el 80 % y el 120 % de la tensión asignada.		0,2
– Entre el 120 % y el 150 % de la tensión asignada.		3P
f. Carga de precisión.		
– Devanado 1.	VA	15
– Devanado 2.	VA	15
– Devanado 3.	VA	15

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A

Características de los descargadores de sobretensión

Los descargadores de sobretensión serán de ZnO, a instalar con contadores de descarga. Las características principales se indican a continuación.

Tabla 2.3-37. Características de los descargadores de sobretensión

Descripción	Unidad	Valor
		500 kV
a. Tensión asignada.	kV	444
b. Tensión de operación continua.	kV	355
c. Corriente de descarga asignada.	kA	20
d. Corriente asignada del dispositivo de alivio de presión.	kA	40
e. Clase de descarga de línea.	-	5

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A

Características de las trampas de onda

La trampa de onda tendrá las siguientes características principales.

Tabla 2.3-38. Características de las trampas de onda

Descripción	Unidad	Valor
		500 kV
a. Tensión asignada.	kV	550
b. Frecuencia asignada.	Hz	60
c. Corriente asignada en servicio continuo.	A	2 500
d. Corriente de corta duración admisible asignada.	kA	40
e. Ancho de banda	kHz	50-500

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A

Características de los aisladores

Los aisladores de soporte tipo poste serán de porcelana con el nivel de aislamiento definido teniendo en cuenta las características del sistema y la altura de instalación, determinándose los esfuerzos electromecánicos según los datos de viento, sismo y cortocircuito de cada sitio.

Los aisladores de soporte tipo poste tienen las siguientes características principales.

Tabla 2.3-39. Características de los aisladores tipo poste

Descripción	Unidad	Valor
		500 kV
a. Tensión máxima de equipo.	kV	550
b. Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo, a nivel de instalación (LIWL).	kV	1 550
c. Tensión asignada soportada a frecuencia industrial (PFWL).	kV	620
d. Resistencia en cantiléver.	kN	12,5

Fuente: Consorcio Transmántaro S.A

Tabla 2.3-40. Características de los aisladores tipo polimérico

Descripción	Unidad	Valor
		500 kV
a. Distancia de fuga	mm	22 000
b. Distancia de arco	mm	6 000
c. Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo.	kV	2 700
d. Carga mecánica nominal	kN	160

Fuente: Consorcio Transmántaro S.A

Descripción del sistema de puesta a tierra y apantallamiento

El apantallamiento del patio de llaves de la subestación se efectuará empleando el método de la norma IEEE Std. 998 "Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations", instalando cables de guarda entre las diferentes columnas que conforman los pórticos nuevos y existentes, para lo cual se dispondrán en ellas los castilletes requeridos.

El cable de guarda correspondiente a la celda de línea se conectará a la malla de tierra de la subestación. En el patio se conectarán todas las estructuras metálicas de equipos, las estructuras de soporte de barras y demás elementos metálicos.

Descripción del Sistema de control, protección, medición y registro de fallas

Se implementará un sistema de automatización (SAS) y estará basado en la norma IEC 61850.

Descripción del Sistema de telecomunicaciones

Se implementará un sistema de comunicaciones por fibra óptica y por onda portadora.

Descripción del Sistema de servicios auxiliares

Para la alimentación principal del sistema de servicios auxiliares a instalar en la ampliación de la SE San José, se conectará desde un (1) alimentador ubicado en el tablero de distribución de los servicios auxiliares existentes, en tensión de 380 V y como alimentación de respaldo se tendrá un (01) grupo electrógeno 380/220 Vca el cual tendrá la capacidad de alimentar las cargas del proyecto. Las dos (2) alimentaciones se conectarán a un gabinete de distribución y transferencia automática ubicado en la caseta de relés.

El sistema de distribución de servicios auxiliares en corriente alterna, será 380-220 Vca, trifásico cuatro hilos.

Se instalarán dos (02) gabinetes de distribución de corriente continua 125 Vcc, los cuales albergarán los respectivos cargadores de baterías y conformarán un sistema de alimentación redundante. Se instalarán dos (02) bancos de baterías de 125 Vcc, cada uno de ellos asociado a su respectivo gabinete de distribución y cargador de corriente continua. El sistema de distribución de servicios auxiliares en corriente continua será 125 Vcc dos hilos flotantes.

Estructuras metálicas

Para las estructuras metálicas de pórticos y soporte de equipos, el sistema estructural será tipo celosía y se diseñará y verificará para las cargas actuantes (estáticas y dinámicas). Las estructuras metálicas de pórticos necesarias, según alcance del proyecto, para la ampliación de la subestación San José 500 kV constará de una (1) columna y una (1) viga.

Las estructuras metálicas comprenden perfilera, tornillería, platinería, pernos de anclaje y plantillas de colocación de pernos de anclaje.

Todos los elementos de las estructuras serán galvanizados por el método de inmersión en caliente luego de haber sido cortados, maquinados y soldados.

Verificación sísmica de equipos

Se suministrará la verificación sísmica de cada equipo, con base en la publicación IEEE 693-2018 "Recommended Practice for Seismic Design of Substations". Para un nivel de desempeño sísmico alto.

Instalaciones eléctricas

Las áreas a iluminar contarán con un nivel de iluminación adecuada para que el personal de operación y mantenimiento pueda realizar los trabajos respectivos, por lo cual las condiciones variarán de acuerdo con el uso de cada una. Además, las luminarias a utilizarse en la iluminación del patio de equipos de la subestación se realizarán mediante luminarias tipo LED.

B. Ampliación Subestación Yarabamba. 500 kV

Comprende las siguientes instalaciones:

- Una (01) celda de línea en 500 kV hacia la S.E. San José equivalente a 1/3 de diámetro, correspondiente al corte C del diámetro 3.
- Sistemas complementarios: sistemas de protección, control, medición, comunicaciones, puesta a tierra, servicios auxiliares, pórticos y barras, obras civiles, etc.

La ampliación de la subestación Yarabamba 500 kV se encuentra ubicada en el departamento de Arequipa, provincia de Arequipa, distrito de Socabaya.

Tabla 2.3-41. Ubicación de la SE Yarabamba

SE	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 19K	
	Este	Norte
Subestación Yarabamba	231 204	8 173 540

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Cabe precisar que estas coordenadas son referenciales y podrán variar según la ubicación del área seleccionada para la ampliación de la subestación.

Figura 2.3-18. Ubicación de la ampliación de la subestación Yarabamba 500 kV



Fuente: Consorcio Transmántaro S.A.

Las conexiones superiores y de entrada del circuito será realizado en pórticos, conformados por columnas y vigas en estructuras metálicas tipo celosía. Los soportes de los equipos de la celda de llegada de línea también serán en estructuras tipo celosía.

Se dispondrá de accesos para el mantenimiento de los equipos y las diferentes áreas en las que se ubiquen los equipos del patio de llaves pertenecientes a la subestación

Configuración de la subestación

Subestación existente con configuración de doble barra con interruptor y medio en 500 kV.

Nivel de aislamiento

El nivel de aislamiento, para la altura de instalación de la subestación del proyecto, se determinará con base al estudio de coordinación de aislamiento. Los principales niveles de aislamiento se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 2.3-42. Características eléctricas del sistema

Características eléctricas del sistema	Unidad	Valor
		500 kV
a) Tensión de operación del sistema.	kV	500
b) Tensión máxima de operación.	kV	550

Características eléctricas del sistema	Unidad	Valor
		500 kV
c) Frecuencia asignada.	Hz	60
d) Nivel de aislamiento:		
• Tensión asignada de soportabilidad al impulso tipo rayo (LIWL).	kV	1 550
• Tensión asignada de soportabilidad a frecuencia industrial (PFWL).	kV	620
• Tensión asignada de soportabilidad de maniobra (SIWL).	kV	1 175
e) Corriente de corta duración admisible asignada.		
• Para especificación de equipos.	kA	40
• Para diseño de la instalación.	kA	40
f) Máxima duración admisible de cortocircuito		
• Para especificación de equipos.	s	1
• Para diseño de la instalación.	s	0,5

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Descripción del tipo de equipamiento

El equipamiento que se instalará en la ampliación de la subestación es del tipo convencional (AIS), seleccionado con una distancia de fuga específica fase - fase de 31 mm/kV, para tener en cuenta las condiciones ambientales presentes en el sitio de la subestación.

Características de los interruptores

Los interruptores que se instalarán serán del tipo tanque vivo, con extinción del arco en SF6, accionamiento monopolar, con mando local y/o remoto.

Los equipos tendrán las siguientes características generales:

Tabla 2.3-43. Características de los interruptores

Descripción	Unidad	Valor
		550 kV
Medio de extinción		SF6
Número de polos		3
Tensión asignada	kV	550
Corriente asignada en servicio continuo		
• Celda de línea	A	2 500
Corriente de cortocircuito	kA	40

Descripción	Unidad	Valor
		550 kV
Duración del cortocircuito asignada	s	1
Tiempo total de apertura	ms	≤50
Secuencia de operación		O-0,3s-CO-3min-CO

Fuente: Consorcio Transmántaro S.A.

Características de los seccionadores

Los seccionadores serán tipo pantógrafo y pantógrafo con cuchilla de puesta a tierra motorizados con mando local y remoto, sus características generales son las siguientes.

Tabla 2.3-44. Características de los seccionadores

Descripción	Unidad	Valor
		500 kV
Tipo de ejecución		Exterior
Tipo de conexión		Pantógrafo
Tensión asignada	kV	550
Corriente asignada en servicio continuo		
• Celda de línea	A	2 500
Poder de corte asignado en cortocircuito (1s)	kA	40

Fuente: Consorcio Transmántaro S.A.

Características de los transformadores de medida

Los transformadores de corriente tendrán las siguientes características principales:

Tabla 2.3-45. Características de los transformadores de corriente

Descripción	Unidad	Valor
		500 kV
Corriente asignada en servicio continuo	A	2 500
Corriente secundaria asignada	A	1
Relación de transformación asignada		
• Celda de línea	A	2 500-1 250-625/1
Corriente de cortocircuito térmica	kA	40
Duración del cortocircuito asignada	s	1
Características de núcleos de medición		
a) Cantidad		2
b) Carga de precisión	VA	2,5/5/15

Descripción	Unidad	Valor
		500 kV
c) Clase de precisión		0,2 S
Características de núcleos de protección		
Cantidad		4
Carga de precisión	VA	15/30/60
Clase de precisión		5P
Factor límite de precisión		20

Fuente: Consorcio Transmántaro S.A.

Tabla 2.3-46. Características de los transformadores de tensión

Descripción	Unidad	Valor
		500 kV
a. Tipo		Capacitivo
b. Número de devanados secundarios.		3
c. Tensión primaria para el sistema.	kV	$500/\sqrt{3}$
d. Tensión secundaria para el sistema.	V	$110/\sqrt{3}$
e. Clase de precisión entre el 25 % y el 100 % de la carga de precisión.		
– Entre el 5 % y el 80 % de la tensión asignada.		3P
– Entre el 80 % y el 120 % de la tensión asignada.		0,2
– Entre el 120 % y el 150 % de la tensión asignada.		3P
f. Carga de precisión.		
– Devanado 1.	VA	15
– Devanado 2.	VA	15
– Devanado 3.	VA	15

Fuente: Consorcio Transmántaro S.A

Características de los descargadores de sobretensión

Los descargadores de sobretensión serán de ZnO, a instalar con contadores de descarga. Las características principales se indican a continuación.

Tabla 2.3-47. Características de los descargadores de sobretensión

Descripción	Unidad	Valor
		500 kV
a. Tensión asignada.	kV	444
b. Tensión de operación continua.	kV	355

Descripción	Unidad	Valor
		500 kV
c. Corriente de descarga asignada.	kA	20
d. Corriente asignada del dispositivo de alivio de presión.	kA	40
e. Clase de descarga de línea.	-	5

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A

Características de las trampas de onda

La trampa de onda tendrá las siguientes características principales.

Tabla 2.3-48. Características de las trampas de onda

Descripción	Unidad	Valor
		500 kV
a. Tensión asignada.	kV	550
b. Frecuencia asignada.	Hz	60
c. Corriente asignada en servicio continuo.	A	2 500
d. Corriente de corta duración admisible asignada.	kA	40
e. Ancho de banda	kHz	50-500

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A

Características de los aisladores

Los aisladores de soporte tipo poste serán de porcelana con el nivel de aislamiento definido teniendo en cuenta las características del sistema y la altura de instalación, determinándose los esfuerzos electromecánicos según los datos de viento, sismo y cortocircuito de cada sitio. Los aisladores de soporte tipo poste tienen las siguientes características principales.

Tabla 2.3-49. Características de los aisladores tipo poste

Descripción	Unidad	Valor
		500 kV
a. Tensión máxima de equipo.	kV	550
b. Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo, a nivel de instalación (LIWL).	kV	1 550
c. Tensión asignada soportada a frecuencia industrial (PFWL).	kV	620
d. Resistencia en cantiléver.	kN	12,5

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A

Tabla 2.3-50. Características de los aisladores tipo polimérico

Descripción	Unidad	Valor
		500 kV
a. Distancia de fuga	mm	22 000
b. Distancia de arco	mm	6 000
c. Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo.	kV	2 700
d. Carga mecánica nominal	kN	160

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A

Descripción del sistema de puesta a tierra y apantallamiento

El apantallamiento del patio de llaves de la subestación se efectuará empleando el método de la norma IEEE Std. 998 "Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations", instalando cables de guarda entre las diferentes columnas que conforman los pórticos nuevos y existentes, para lo cual se dispondrán en ellas los castilletes requeridos.

El cable de guarda correspondiente a la celda de línea se conectará a la malla de tierra de la subestación. En el patio se conectarán todas las estructuras metálicas de equipos, las estructuras de soporte de barras y demás elementos metálicos.

Descripción del Sistema de control, protección, medición y registro de fallas

Se implementará un sistema de automatización (SAS) y estará basado en la norma IEC 61850.

Descripción del Sistema de telecomunicaciones

Se implementará un sistema de comunicaciones por fibra óptica y por onda portadora.

Descripción del Sistema de servicios auxiliares

Para la alimentación principal del sistema de servicios auxiliares a instalar en la ampliación de la SE Yarabamba, se conectará desde el tablero de distribución de los servicios auxiliares existentes en la caseta del diámetro tres, el cual cuenta con un (01) transformador de servicios auxiliares, en tensión de 380 V y como alimentación de respaldo se tiene un (01) grupo electrógeno 380/220 Vca el cual tiene la capacidad de alimentar las cargas del proyecto. El sistema de distribución de servicios auxiliares en corriente alterna, será 380-220 Vca, trifásico cuatro hilos.

Se cuenta además con dos (02) gabinetes de distribución de corriente continua 125 Vcc,

los cuales albergan los respectivos cargadores de baterías y conformarán un sistema de alimentación redundante. Se cuenta además con dos (02) bancos de baterías de 125 Vcc, cada uno de ellos asociado a su respectivo gabinete de distribución y cargador de corriente continua. El sistema de distribución de servicios auxiliares en corriente continua es 125 Vcc dos hilos flotantes.

Estructuras metálicas

Para las estructuras metálicas de pórticos y soporte de equipos, el sistema estructural será tipo celosía y se diseñará y verificará para las cargas actuantes (estáticas y dinámicas).

Las estructuras metálicas de pórticos necesarias, según alcance del proyecto, para la ampliación de la subestación Yarabamba 500 kV constará de una (1) columna y una (1) viga.

Las estructuras metálicas comprenden perfilería, tornillería, platinería, pernos de anclaje y plantillas de colocación de pernos de anclaje.

Todos los elementos de las estructuras serán galvanizados por el método de inmersión en caliente luego de haber sido cortados, maquinados y soldados.

Verificación sísmica de equipos

Se suministrará la verificación sísmica de cada equipo, con base en la publicación IEEE 693-2018 "Recommended Practice for Seismic Design of Substations". Para un nivel de desempeño sísmico alto.

Instalaciones eléctricas

Las áreas a iluminar contarán con un nivel de iluminación adecuada para que el personal de operación y mantenimiento pueda realizar los trabajos respectivos, por lo cual las condiciones variarán de acuerdo con el uso de cada una. Además, las luminarias a utilizarse en la iluminación del patio de equipos de la subestación se realizarán mediante luminarias tipo LED.

2.3.5.4.2. Descripción de los procesos constructivos

A. Actividades Preliminares

Estas actividades fueron descritas en el capítulo en el ítem 2.3.5.1.

B. Actividades Constructivas

a. Obras civiles

En la siguiente tabla se indica las subestaciones donde se desarrollarán a cabo las actividades de las obras civiles.

Tabla 2.3-51. SE donde tendrá lugar las obras civiles.

Obras civiles	Ampliación Subestación San José	Ampliación Subestación Yarabamba
Cimentaciones de pórticos y equipos	X	X
Cárcamos y ductos	X	X
Implementación de edificaciones	X	
Adecuación de vía interna de la SE		X
Excavación y movimiento de tierras	X	X

Fuente: Consorcio Transmántaro S.A.

i. Cimentación de pórticos y equipos

La cimentación de pórticos y equipos comprende zapatas con pedestales de concreto armado. El relleno sobre las zapatas será estructural, compactado en capas y ensayados mediante proctor modificado.

Se preverá una capa de 10 cm de concreto secundario, sobre el pedestal, para ser colocado con posterioridad al montaje y nivelación de las estructuras.

La superficie de acabado final de los pedestales de la cimentación se terminará a 0,10 m como mínimo sobre el nivel de acabado del patio.

ii. Cárcamos y ductos

La distribución de cárcamos y ductos, así como las dimensiones, se hacen en función al requerimiento del área de montaje, los diseños son típicos y se detallan claramente en la ingeniería del proyecto.

Los cárcamos son de concreto armado y van enterrados, presentan pendientes interiores hacia los puntos de drenaje.

Las tapas de los cárcamos en patio y cajas de tiro serán de concreto armado a excepción de los cárcamos en edificaciones que serán fabricadas en tapas metálicas galvanizadas.

Los ductos son de PVC-SAP de diámetros comerciales, presentarán uniones tipo embone o roscado, en las llegadas y salidas de cajas de tiro o cárcamo se colocarán conectores SAP tipo campana o el que permita el paso de cables sin dañarlos.

iii. Implementación de edificaciones

Caseta de relés:

La estructura de la caseta de relés consiste en un sistema dual; con columnas, placas y vigas de concreto armado, con techo a dos a dos aguas de estructura y cubierta metálicas. La cimentación comprende zapatas aisladas, el sistema portante de los muros será sobre vigas de cimentación.

Tendrá un área total mínima de 54,6 m², el acabado de los pisos está conformado por concreto endurecido con acabado final en pintura epóxica. Para la sala de celdas y gabinetes, concreto escobrado para veredas y rampas de acceso.

Los acabados en muros interiores serán tarrajados y revestidos de pintura acrílica para muros interiores y en muros exteriores serán en acabado liso y protegido con hidrófugo.

Estructuras de puertas con aluminio anodizado y vidrio templado de 6 mm de espesor. Se considera falso cielo en Drywall o Superboard

iv. Excavación y movimiento de tierras

En esta actividad los trabajos de excavación y movimiento de tierra se realizarán para la ubicación de las estructuras en la subestación y para todos los tipos de cimentación, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas del terreno indicados en los planos de construcción y acabado de las superficies de cimentación.

El movimiento de tierra para la adecuación del terreno de las subestaciones asociadas incluirá descapote, además de los movimientos asociados a las excavaciones requeridas para la construcción de las bases, canaletas para cables, llenos compactados y obras civiles requeridas del proyecto, obedecerán a una planificación donde se considere un lugar de depósito transitorio y reutilización en las propias actividades.

v. Adecuación de la vía interna de la SE

Consiste en la mejora y acondicionamiento de la vía interna de la SE, incluye trabajos de nivelación e instalación de señalización, así como el asfaltado de 28 metros de acceso dentro de la zona de ampliación.

b. Obras electromecánicas

Dentro de las labores de montaje electromecánico se desarrollarán las siguientes actividades:

i. Ampliación de pórticos y barras

Implica la instalación y modificación de estructuras de soporte y componentes conductores para adaptarse a la capacidad incrementada de la subestación. Esta actividad incluye la extensión o adición de pórticos, que son estructuras de soporte metálicas para equipos eléctricos y conductores, y la instalación de nuevas barras, que son los elementos conductores horizontales encargados de distribuir la energía eléctrica entre los diferentes componentes de la subestación. La ampliación garantiza que la subestación pueda manejar mayores cargas y ofrecer una mayor capacidad de distribución eléctrica.

ii. Instalación y conexión de la celda de LT 500 kV

Esta actividad incluye la instalación física de la celda en el lugar designado dentro de la subestación y la interconexión de los cables y barras conductoras a los demás equipos eléctricos, garantizando la correcta integración de la celda al sistema de la subestación. Esta actividad es esencial para ampliar la capacidad operativa de la subestación y mejorar su funcionalidad.

iii. Instalación de sistemas de protección, medición, control y comunicación

Consiste en la incorporación y configuración de equipos destinados a asegurar el funcionamiento seguro, preciso y eficiente de la subestación. Esto incluye la instalación de dispositivos de protección para detectar y aislar fallas, equipos de medición para monitorear variables eléctricas, sistemas de control para gestionar la operación de la subestación y sistemas de comunicación para transmitir datos a centros de control remotos. Esta actividad es clave para optimizar la confiabilidad y supervisión de la subestación, garantizando un flujo continuo y seguro de energía eléctrica.

iv. Abandono constructivo

Limpieza de las subestaciones asociadas

Una vez finalizadas las diferentes actividades, el lugar de obra debe quedar libre de escombros y restos de las actividades constructivas relacionadas a las subestaciones asociadas, eliminando los materiales sobrantes de la obra.

Transporte y disposición de los materiales sobrantes

En el caso de residuos no peligrosos (escombros de construcción, material agregado sobrante, etc.) también podrían ser dispuestos para otros fines, previa coordinación con las autoridades locales u otros interesados.

Transporte y disposición de residuos

Los materiales generados como residuos serán dispuestos de manera definitiva a través de una Empresa Operadora de Residuos Sólidos (EO-RS) autorizada por la autoridad competente.

2.3.5.5. Vías de acceso

Para la construcción de las Líneas de Transmisión, ampliación de subestaciones y Componentes Auxiliares, se construirán – previamente – una serie de Accesos carrozables, desde los accesos existentes. Los accesos proyectados conducirán a los frentes de trabajo, ubicaciones de las estructuras (torres de alta tensión) y áreas donde se ampliarán las subestaciones San José y Yarabamba. Las actividades de construcción de estos accesos tendrán lugar dentro del área de influencia del proyecto, se considera como ancho de vía de 4.5 metros para los Accesos carrozables⁵ y 1.5 metros para los accesos peatonales.

Por otro lado, para las ampliaciones de las subestaciones existentes, se hará uso de los accesos existentes no realizándose adecuaciones o mejoramiento a estos accesos. Del mismo modo, sucederá con los accesos existentes que conducen a las líneas de transmisión.

Las actividades vinculadas a este componente son:

- i) Habilitación y adecuación del área:
- ii) Compactación y afirmado de la vía de acceso

2.3.5.5.1. Accesos carrozables proyectados

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de inicio y fin de los Accesos carrozables proyectados, así como la longitud del acceso en kilómetros).

⁵ Solo de ser necesario el acceso carrozable podrá tener un ancho de 6 metros como máximo, en los casos que el terreno lo permita.

Tabla 2.3-52. Accesos carrozables

Acceso carrozable	Punto	Coordenadas WGS 84 –UTM Z19 SUR		Longitud (km)
		Este (m)	Norte (m)	
CRN_T38N	Inicio	208509.67	8167996.95	0.68
	Fin	208573.18	8167966.81	
CRN_T39N	Inicio	208503.95	8168178.71	5.95
	Fin	208565.16	8168068.42	
CRN_T41	Inicio	208549.64	8169165.57	1.78
	Fin	208568.25	8169164.79	
CRN_T43N	Inicio	208513.23	8170361.45	0.05
	Fin	208580.67	8170209.79	
CRN_T45	Inicio	208531.31	8171329.10	0.96
	Fin	208576.53	8171255.45	
CRN_T51N	Inicio	208549.78	8174349.13	0.23
	Fin	208552.50	8174273.52	
CRN_T49N	Inicio	208640.37	8173574.96	0.08
	Final	208556.34	8173411.82	
CRN_T48N	Inicio	208474.10	8173151.12	0.14
	Fin	208554.88	8173152.99	
CRN_T59-T60	Inicio	211817.23	8176289.80	0.02
	Fin	212468.85	8176174.16	
CRN_T64	Inicio	214362.59	8176862.91	0.25
	Fin	214490.36	8176753.06	
CRN_T78	Inicio	222324.00	8177408.19	0.13
	Fin	222245.75	8177493.07	
CRN_T79	Inicio	222595.69	8177412.85	0.08
	Fin	222525.44	8177471.54	
CRN_T80	Inicio	222665.54	8177418.93	0.21
	Fin	222810.82	8177461.45	
CRN_T81N	Inicio	223066.78	8177464.39	0.08
	Fin	223291.75	8177385.47	
CRN_T92	Inicio	228227.23	8174788.98	0.73
	Fin	228235.10	8174752.40	
CRN_T98	Inicio	230537.16	8172460.02	0.25
	Fin	230530.96	8172545.45	
CRN_T53-T55	Inicio	209452.06	8175179.43	0.13
	Fin	209209.87	8175152.12	
CRN_T55	Inicio	209759.46	8175390.60	0.10
	Fin	209651.61	8175204.42	
CRN_T56	Inicio	210671.13	8175652.02	0.36
	Fin	210849.33	8175886.01	
CRN_T57N	Inicio	211213.67	8175809.02	0.25
	Fin	210888.97	8175889.95	
CRN_T58	Inicio	211690.39	8175951.78	0.16
	Fin	211817.23	8176289.80	

Acceso carrozable	Punto	Coordenadas WGS 84 –UTM Z19 SUR		Longitud (km)
		Este (m)	Norte (m)	
CRN_T61	Inicio	212785.51	8176267.95	0.11
	Fin	212798.13	8176354.58	
CRN_T62N	Inicio	213605.23	8176502.97	0.74
	Fin	213648.23	8176447.94	
CRN_T63	Inicio	213858.46	8176578.63	0.45
	Fin	213648.23	8176447.94	
CRN_T64-T65	Inicio	214739.17	8176834.22	0.36
	Fin	214168.13	8176899.17	
CRN_T71	Inicio	217984.18	8177552.13	0.35
	Fin	218158.44	8177597.38	
CRN_T72-T73	Inicio	218848.93	8177719.00	0.41
	Fin	218402.84	8177341.32	
CRN_T66-T69	Inicio	215122.55	8176922.73	0.09
	Fin	216497.48	8177214.54	
CRN_T70	Inicio	217333.64	8177412.29	0.08
	Fin	216377.41	8177811.50	
CRN_T74	Inicio	219565.08	8177682.64	0.32
	Fin	219781.12	8177561.97	
CRN_T75-T77N	Inicio	220210.48	8177627.01	0.73
	Fin	221866.74	8177810.34	
CRN_T78-T82	Inicio	223638.56	8177339.56	0.29
	Fin	221977.67	8177840.24	
CRN_T83-T88N	Inicio	225067.60	8177145.92	1.11
	Fin	226644.66	8176613.90	
CRN_T84	Inicio	225318.72	8177008.53	2.62
	Fin	225233.71	8177121.46	
CRN_T88N	Inicio	226515.19	8176398.03	1.76
	Fin	226660.72	8176298.26	
CRN_T85	Inicio	225704.03	8176835.64	0.70
	Fin	225603.87	8176903.69	
CRN_T90	Inicio	227841.32	8175378.45	2.56
	Fin	227675.91	8175317.86	
CRN_T91	Inicio	228078.10	8174996.19	2.75
	Fin	227986.38	8174954.46	
CRN_T93	Inicio	228479.86	8174402.45	2.56
	Fin	228549.33	8174426.01	
CRN_T94	Inicio	228648.12	8174129.96	0.14
	Fin	228542.49	8174267.13	
CRN_T96	Inicio	229622.96	8172751.73	0.25
	Fin	229489.99	8172808.34	
CRN_T99	Inicio	231079.11	8172403.21	0.12
	Fin	230634.86	8172585.06	
CRN_T97N	Inicio	230062.01	8172595.69	0.22

Acceso carrozable	Punto	Coordenadas WGS 84 –UTM Z19 SUR		Longitud (km)
		Este (m)	Norte (m)	
	Fin	230298.27	8172712.10	
CRN_T103	Inicio	231443.74	8173457.58	0.13
	Fin	231658.40	8173621.34	
CRN_T104	Inicio	231271.31	8173536.91	0.12
	Fin	231260.62	8173483.91	
CRN_T100	Inicio	231530.96	8172748.23	0.21
	Fin	231522.17	8173035.48	
CRN_T101	Inicio	231672.30	8173031.58	0.37
	Fin	231589.06	8172966.34	
CRN_T48-T52	Inicio	208545.08	8172918.63	0.72
	Fin	208723.01	8175116.30	
CRN_T43N-T47	Inicio	208540.60	8172744.26	0.61
	Fin	208390.81	8169793.80	
CRN_T38N-T42	Inicio	208590.93	8169668.45	0.30
	Fin	208592.40	8167677.91	
CRN_T03-T7V	Inicio	201023.49	8155605.41	0.05
	Fin	199759.69	8154505.71	
CRN_T08V-T19V	Inicio	205200.09	8158834.77	0.29
	Fin	201309.23	8155845.47	

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

- ✓ **Señalización:** los accesos se marcarán con pintura color naranja, escribiendo el número de torre en superficies adecuadas tales como piedras e indicando con flechas la dirección hacia la estructura. Asimismo, cuando sea necesario se señalará las curvas cerradas, altas pendientes, caída de rocas, etc.
- ✓ **Tipo de superficie de rodadura:** *Terreno natural o afirmado (donde sea necesario) para los Accesos carrozables.*

El afirmado se realizará en aquellos lugares donde el terreno dificulte el tránsito de los vehículos (vía resbalosa) y ponga en riesgo a las personas, lo cual consistirá en una capa compactada de material granular natural o material de préstamo, que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Funciona como superficie de rodadura en trochas carretables.

- ✓ **Obras de arte y drenaje:** *Durante el proceso de construcción se evaluará la aplicabilidad de incluir como parte de los accesos carrozables a obras tales como cunetas, cortes, terraplenes y se desarrollará las curvas y pendientes; para su adecuación temporal durante la construcción de las líneas. A continuación, el detalle respectivo:*

Cuneta: Son canales que se construirán lateralmente a los accesos, cuyo propósito es conducir los escurrimientos de aguas superficiales y subsuperficiales, procedentes de la plataforma del acceso, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger los accesos. La sección transversal puede ser triangular, trapezoidal, rectangular o de otra geometría que se adapte mejor a la sección transversal del terreno; revestidas o sin revestir; de acuerdo a los requerimientos del proyecto; Las dimensiones de las cunetas se deducen a partir de cálculos hidráulicos, teniendo en cuenta su pendiente longitudinal, intensidad de precipitaciones pluviales, área de drenaje y naturaleza del terreno, entre otros. Los elementos constitutivos de una cuneta son su talud interior, su fondo y su talud exterior.

Terraplén: en caso se requiera, se rellenará con material propio o de préstamo en un tramo del acceso donde se necesite levantar su nivel y formar un plano de apoyo para un adecuado tránsito de vehículos.

Corte: se realizará movimiento de tierras (remoción), que se realizará en forma manual o en forma mecánica a fin de disminuir el nivel de cota y formar un plano de apoyo cumpliendo con las pendientes máximas, para un adecuado tránsito de vehículos.

Los Accesos carrozables que se abrirán para la construcción de las líneas serán cerrados al final de la etapa de construcción. Sin embargo, en caso que un propietario solicite que un acceso quede abierto para su uso se procederá a transferir dicho acceso a través de un convenio.

No habrá mejora ni mantenimiento de los Accesos carrozables existentes.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de los cruces de los accesos con cuerpos de agua.

Tabla 2.3-53. Cruces de los accesos con las fuentes de agua

Cuerpo de Agua	COORDENADAS WGS 84 –UTM Z19 SUR		Acceso	Entre Torres	
	Este (m)	Norte (m)			
Rio Yarabamba	231443.88	8173479.19	CRN_T103	T104	T103
Quebrada S/N	230037.58	8172459.51	CRN_T97N	T98	T97N
Quebrada S/N	221788.03	8177387.32	CRN_T75-T77N	T78	T77N
Quebrada S/N	219770.92	8177516.43	CRN_T74	T75	T74
Quebrada Tinajones	218466.57	8177304.13	CRN_T72-T73	T73	T72
Quebrada S/N	218102.50	8177497.58	CRN_T64-T65	T72	T71
Quebrada Del Ataque	216986.79	8177364.95	CRN_T70	T70	T69

Cuerpo de Agua	COORDENADAS WGS 84 –UTM Z19 SUR		Acceso	Entre Torres	
	Este (m)	Norte (m)			
Quebrada S/N	216592.34	8177430.11	CRN_T70	T70	T69
Quebrada S/N	216554.68	8177477.53	CRN_T70	T70	T69
Quebrada S/N	215807.47	8176894.96	CRN_T66-T69	T67	T66
Quebrada S/N	215246.65	8176759.22	CRN_T66-T69	T66	T65
Quebrada S/N	208550.95	8172942.75	CRN_T48-T52	T48N	T47N
Quebrada S/N	208559.38	8170463.18	CRN_T43N-T47	T44	T43N
Quebrada S/N	208602.62	8166449.30	CMN_T25-T37	T36N	T35
Quebrada S/N	208400.90	8165232.84	CMN_T25-T37	T33	T32N
Quebrada Cañonroto	199865.47	8154387.39	CMN_T03-T2V	T2V	T1V

Fuente: Consorcio Transmántaro S.A.

2.3.5.5.2. Accesos peatonales proyectados

Donde no se pueda hacer Accesos carrozables, se construirán accesos peatonales, los cuales estarán dentro del área de influencia del proyecto.

Tabla 2.3-54. Accesos peatonales

Acceso de herradura	Punto	Coordenadas WGS 84 –UTM Z19 SUR		Longitud (km)
		Este (m)	Norte (m)	
CMN_T03-T2V	Inicio	200230.03	8154448.98	0.68
	Fin	199817.51	8154400.77	
CMN_T25-T37	Inicio	208592.40	8167677.91	5.95
	Fin	207056.84	8162360.46	
CMN_T21N-T24	Inicio	206713.07	8161595.12	1.78
	Fin	205854.42	8160070.76	
CMN_T46	Inicio	208521.02	8171572.40	0.05
	Fin	208553.00	8171538.03	
CMN_T21V-T20V	Inicio	205854.42	8160070.76	0.96
	Fin	205445.78	8159230.15	
CMN_T21AV	Inicio	205820.57	8160028.79	0.23
	Fin	205944.59	8160006.77	

Fuente: Consorcio Transmántaro S.A.

Los accesos peatonales que se abrirán para la construcción de las líneas serán cerrados al final de la etapa de construcción. Sin embargo, en caso que un propietario solicite que un acceso quede abierto para su uso se procederá a transferir dicho acceso a través de un convenio.

No habrá mejora ni mantenimiento de los accesos peatonales existentes.

2.3.5.6. Obras en zonas urbanas e intersecciones

Los trabajos de construcción de las ampliaciones se ejecutarán dentro de las áreas ya intervenidas de las subestaciones San José – Yarabamba; y no se prevé la afectación a acueductos, oleoductos, ductos, senderos y distritos de riego.

Sin embargo, se intervendrán redes eléctricas de distribución y transmisión, las cuales se encuentran detalladas en el ítem 2.3.5.1.5. Gestión de interferencias.

2.3.5.7. Insumos y materiales

2.3.5.7.1. Insumos

A continuación, se presenta una lista de insumo que serán ocupados en la etapa de construcción del proyecto:

Tabla 2.3-55. Lista de insumos químicos para Líneas de Transmisión.

Descripción del insumo	unidad	Const.	Operación y Mantenimiento	Abandono	Utilidad
Concreto expansivo	Kg	420	No aplica	No aplica	Torres
Protector contra la humedad.	Lt	210	2	210	Ambientes internos, oficina y útiles, y según recomendaciones de fabricantes OPGW.
Limpiador biodegradable.	Lt	315	4	315	Ambientes oficina y en almacén
Desengrasante.	Lt	525	4	525	Almacén y equipos móviles
ARC® 855B (Resina opoxídica).	Gl	210	7	210	Almacén y aisladores
Aceite para motor SHELL.	Lt	70	40,04	70	Unidades móviles
Aceite CAM2 Magnum (Aceite lubricante multigrado para motores gasolineros servicio severo)	Lt	28	No aplica	28	Unidades móviles
Aguarras	Lt	105	No aplica	105	En almacén, para pintado de parrillas y

Descripción del insumo	unidad	Const.	Operación y Mantenimiento	Abandono	Utilidad
					otros.
Barniz acrílico.	Lt	52,5	No aplica	52,5	En almacén, proceso metal mecánico de torres
Cemento PVC.	Lt	15,75	No aplica	15,75	Para instalación de ductos y sellado. Asociado a OPGW
Compuesto galvanizador en frío (Aerosol).	Lt	210	No aplica	210	Resane de estructuras, por daños del transporte
Desengrasador industrial.	Lt	787,5	5	787,5	En almacén y para limpieza según necesidad
Desincrustante y limpiador químico.	Lt	73,5	No aplica	73,5	Almacén, y para proceso de montaje torres
Detino (Detergente biodegradable).	Lt	105	No aplica	105	Almacén, y para limpieza de elementos, según necesidad
Disolvente (thinner mineral)	Lt	262,5	5	262,5	Almacén, y para proceso de pintado
Esmalte sintético.	Lt	315	7	315	Almacén, y para resane de daños en las estructuras
Gasolina automotor	Gl	750	31,2	750	Para grupo electrógeno y unidades móviles, según requieran.
Grasa blanca para alta temperatura.	Lt	52,5	No aplica	52,5	Para conectores y mejorar la conductividad
Base imprimante.	GL	150	No aplica	150	Almacén, y para proceso de pintado
Hipoclorito de sodio	Lt	787,5	4	787,5	Para desinfección del agua y limpieza en almacén.
Limpiador de componentes electrónicos.	Lt	10,5	2	10,5	Limpieza de equipos electrónicos en Almacén y oficina
Lubricante para bujes y cadenas de	Lt	52,5	No aplica	52,5	Unidades móviles

Descripción del insumo	unidad	Const.	Operación y Mantenimiento	Abandono	Utilidad
transmisión.					
Aceite Multigrado	Lt	70	10	70	Para unidades móviles
Peróxido de hidrógeno	Lt	10,5	No aplica	10,5	Para uso en almacén como agente germicida
Diesel B2	Gl	2 250,00	No aplica	2250	Para uso de las unidades móviles
Pintura esmalte color naranja Huando	Lt	21	No aplica	21	Almacén, y para proceso de pintado
Quitasarro.	Lt	63	2	63	Para uso en almacén y oficinas
Sellador de concreto.	Lt	52,5	No aplica	52,5	Para proceso constructivo de las cimentaciones
Adhesivo Silicona de Alta Temperatura.	Lt	10,5	5	10,5	Para uso en almacén y oficinas
Thinner acrílico.	Lt	84	5	84	Almacén, y para proceso de pintado
Anticorrosivo de Zinc en Aerosol.	Lt	84	No aplica	84	Almacén, y para proceso de pintado

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Tabla 2.3-56. Lista de insumos químicos para Subestaciones.

Descripción del insumo	unidad	Const.	Operación y Mantenimiento	Abandono	Utilidad
Protector contra la humedad.	Lt	280	No aplica	280	Mantenimiento de línea amarilla
Desengrasante.	Gl	135	3	135	Limpieza de herramientas, mantenimiento vehicular y línea amarilla
ARC® 855B (Resina opoxídica).	Gl	70	3	70	Uniones industriales
Aceite para motor SHELL.	Gl	110	5	110	Mantenimiento motor línea amarilla y vehículos de transporte de personal
Aceite CAM2 Magnum (Aceite	Gl	20	5	20	Mantenimiento de vehículos menores

Descripción del insumo	unidad	Const.	Operación y Mantenimiento	Abandono	Utilidad
lubricante multigrado para motores gasoleros (servicio severo)					
Aceite aislante eléctrico	Gl	20	55	20	Para trabajos en zonas energizadas
Aguarras	Gl	40	No aplica	40	Limpieza de herramientas
Barniz acrílico.	Gl	5	No aplica	5	Impermeabilizar estructuras específicas, para proceso constructivo
Cemento PVC.	Oz	940	No aplica	940	Usa en tuberías. Ins. Sanitarias
Detino (Detergente biodegradable).	Kg	100	4	100	Limpieza vestimenta de trabajo
Disolvente (thinner mineral)	Gl	25	2	25	Limpieza de herramientas manuales
Esmalte sintético.	Gl	50	3	50	Pintado de casetas, porterías, etc
Gasolina automotor	Gl	500	No aplica	500	Para grupo electrógeno y unidades móviles, según requieran
Diesel B2	Gl	2400	No aplica	2400	Funcionamiento línea amarilla
Pintura esmalte color naranja Huando	Gl	10	No aplica	10	Pintado de señalizaciones provisionales
Quitasarro.	Gl	25	4	25	Limpiezas puntuales
Sellador de concreto.	Gl	250	5	250	Impermeabilizar en concreto en zonas con agua
Anticorrosivo de Zinc en Aerosol.	Lt	10	No aplica	10	Mantenimiento de línea amarilla

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Los equipos a instalar no contarán con aceite PCB, los aceites serán de origen mineral y vegetal. De otro lado, CTM no cuenta en sus instalaciones con equipos con PCB; esto se ha verificado con análisis de laboratorio por familia de equipos y será considerado en

el Plan de Gestión Integral de PCB que será entregado a la Autoridad Ambiental Competente, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Protección Ambiental para Actividades Eléctricas.

2.3.5.7.2. *Materiales*

El material granular requerido, para la ejecución de las obras civiles, será adquirido por el contratista en conformidad con la normativa nacional. Asimismo, se podrá utilizar concreto premezclado o instalar una mezcladora en la zona de trabajo. En ambos casos se dispondrá de superficies impermeables en la zona donde se instalará la mezcla para evitar afectaciones al suelo. Se presenta a continuación el volumen de cemento, arena y piedra para la construcción de la LT y ampliación de las subestaciones asociadas.

Tabla 2.3-57. Estimación de materiales para construcción de la LT y ampliación de las subestaciones asociadas

Materiales	Unidad	Ampliaciones de SE		LT 500 kV	Total
		San José	Yarabamba		
Concreto	m ³	246.79	160.75	700	1107.540
Piedra chancada 3/4	m ³	70.40	76.80	420	567.200
Arena Gruesa	m ³	19.20	14.40	280	313.600
Acero	kg	7882.44	5219.63	56000	13102.070
Estructura metálica	kg	27550	24450	1915000	52000
Tubería perforada	m	113.51	123.51	-	237.020
Asfalto	m ³	0.000	5.25	-	5.250
Mampostería	m ²	110.04	0.000	-	110.035

Fuente: Consorcio Transmántaro S.A.

Durante la etapa de operación y mantenimiento y abandono, no se requerirá material de construcción.

2.3.5.8. **Medio de transporte**

El transporte de personal, materiales y equipos ha sido descrito en el ítem 2.3.6.4.3.b.

Transporte de personal

El horario referencial para el transporte de personal será de 05:00 am a 07:00 am hasta el sitio de trabajo, y de 05:00 pm a 07:00 pm el traslado del personal hasta el lugar donde pernoctará.

En relación a los horarios de trabajo, podemos mencionar que en el caso de las SE San José y Yarabamba, será de 7:00 a 17:00 horas en horario normal y, de 5:00 a 19:00

horas, en horario extendido, sin embargo, puede haber excepciones en función a la ejecución de las obras.

Transporte de materiales y equipos

Los horarios de circulación para el transporte de materiales y equipos estarán de acuerdo a la legislación peruana vigente y a lo establecido por la contratista.

Las horas de conducción cumplirán con lo establecido en el Reglamento Nacional de Administración de Transportes (máximo 5 horas seguidas de día o 4 hora de noche o 12 horas en 24 horas).

2.3.5.9. Estimativo de volúmenes

2.3.5.9.1. Área de desbroce

Previo a la habilitación de las instalaciones auxiliares y el inicio de la construcción de las obras civiles se procederá a realizar la limpieza del terreno. que consistirá en retirar de las áreas cualquier residuo sólido. Asimismo. considerando que en el área del Proyecto se identificó presencia de cobertura vegetal diseminada. se procederá a realizar trabajos de desbroce previo al inicio de las obras.

Los restos de desbroce serán trozados en tamaños muy pequeños y esparcidos dentro de los límites de la faja de servidumbre con la finalidad de facilitar su descomposición natural y sean asimilables por los suelos.

Se gestionará la autorización de desbosque, en cuanto aplique, de acuerdo con lo señalado en los artículos 51 y 362 de la Ley N° 29763 Ley Forestal y de Fauna Silvestre.

En el caso de las torres, el área que afectaría cada torre en la LT 500 kV sería 484 m² (base de la torre 22 metros largo x 22 metros ancho), Asimismo, los Accesos carrozables afectarían un ancho de 4,5 metros.

En la siguiente Tabla se muestran las áreas donde se realizará retiro de cobertura vegetal en los componentes principales y auxiliares, considerando los escenarios extremos; es decir, con mayor presencia de vegetación.

Tabla 2.3-58. Áreas donde se realizará el retiro de cobertura vegetal.

N°	Codificación / denominación del componente	Área del componente (m ²)	Área del componente (ha)	Cobertura vegetal a ser retirada en superficie (m ²)	Cobertura vegetal a ser retirada en superficie (ha)	Unidad de vegetación afectada
1	Torre 71	484.00	0.048	14.52	0.001	Piso de cactáceas dispersas
2	Torre 72	484.00	0.048	72.60	0.007	Piso de cactáceas dispersas
3	Torre 73	484.00	0.048	14.52	0.001	Piso de cactáceas dispersas
4	Torre 74	484.00	0.048	48.40	0.005	Piso de cactáceas dispersas
5	Torre 75	484.00	0.048	14.52	0.001	Piso de cactáceas dispersas
6	Torre 76	484.00	0.048	33.88	0.003	Piso de cactáceas dispersas
7	Torre 77	484.00	0.048	48.40	0.005	Piso de cactáceas dispersas
8	Torre 78	484.00	0.048	58.08	0.006	Piso de cactáceas dispersas
9	Torre 79	484.00	0.048	58.08	0.006	Piso de cactáceas dispersas
10	Torre 80	484.00	0.048	43.56	0.004	Piso de cactáceas dispersas
11	Torre 81	484.00	0.048	58.08	0.006	Piso de cactáceas dispersas
12	Torre 82	484.00	0.048	48.40	0.005	Piso de cactáceas dispersas
13	Torre 83	484.00	0.048	203.28	0.020	Piso de cactáceas dispersas
14	Torre 84	484.00	0.048	96.80	0.010	Piso de cactáceas dispersas
15	Torre 85	484.00	0.048	145.20	0.015	Piso de cactáceas dispersas
16	Torre 86	484.00	0.048	106.48	0.011	Piso de cactáceas dispersas
17	Torre 87	484.00	0.048	121.00	0.012	Piso de cactáceas dispersas
18	Torre 88	484.00	0.048	106.48	0.011	Piso de cactáceas dispersas
19	Torre 89	484.00	0.048	106.48	0.011	Piso de cactáceas dispersas
20	Torre 90	484.00	0.048	193.60	0.019	Piso de cactáceas dispersas
21	Torre 91	484.00	0.048	193.60	0.019	Piso de cactáceas dispersas

N°	Codificación / denominación del componente	Área del componente (m²)	Área del componente (ha)	Cobertura vegetal a ser retirada en superficie (m²)	Cobertura vegetal a ser retirada en superficie (ha)	Unidad de vegetación afectada
22	Torre 92	484.00	0.048	193.60	0.019	Piso de cactáceas dispersas
23	Torre 93	484.00	0.048	145.20	0.015	Piso de cactáceas dispersas
24	Torre 94	484.00	0.048	145.20	0.015	Piso de cactáceas dispersas
25	Torre 95	484.00	0.048	314.60	0.031	Piso de cactáceas dispersas
26	Torre 96	484.00	0.048	121.00	0.012	Piso de cactáceas dispersas
27	Torre 97	484.00	0.048	169.40	0.017	Piso de cactáceas dispersas
28	Torre 98	484.00	0.048	96.80	0.010	Piso de cactáceas dispersas
29	Torre 99	484.00	0.048	145.20	0.015	Piso de cactáceas dispersas
30	Torre 100	484.00	0.048	72.60	0.007	Piso de cactáceas dispersas
31	Torre 101	484.00	0.048	96.80	0.010	Piso de cactáceas dispersas
32	Torre 102	484.00	0.048	121.00	0.012	Piso de cactáceas dispersas
33	Torre 103	484.00	0.048	169.40	0.017	Piso de cactáceas dispersas
34	Torre 104	484.00	0.048	145.20	0.015	Piso de cactáceas dispersas
35	CRN_T64-T65	3296.95	0.330	164.85	0.016	Piso de cactáceas dispersas
36	CRN_T72-T73	5017.10	0.502	250.85	0.025	Piso de cactáceas dispersas
37	CRN_T74	3155.44	0.316	473.32	0.047	Piso de cactáceas dispersas
38	CRN_T75-T77N	11503.39	1.150	1725.51	0.173	Piso de cactáceas dispersas
39	CRN_T78-T82	12366.86	1.237	5565.09	0.557	Piso de cactáceas dispersas
40	CRN_T78	590.88	0.059	59.09	0.006	Piso de cactáceas dispersas
41	CRN_T79	463.89	0.046	37.11	0.004	Piso de cactáceas dispersas
42	CRN_T80	1639.67	0.164	163.97	0.016	Piso de cactáceas dispersas
43	CRN_T81N	1108.66	0.111	55.43	0.006	Piso de cactáceas dispersas

N°	Codificación / denominación del componente	Área del componente (m²)	Área del componente (ha)	Cobertura vegetal a ser retirada en superficie (m²)	Cobertura vegetal a ser retirada en superficie (ha)	Unidad de vegetación afectada
44	CRN_T83-T88N	11534.87	1.153	6920.92	0.692	Piso de cactáceas dispersas
45	CRN_T84	638.16	0.064	255.26	0.026	Piso de cactáceas dispersas
46	CRN_T85	545.53	0.055	190.94	0.019	Piso de cactáceas dispersas
47	CRN_T88N	1107.84	0.111	553.92	0.055	Piso de cactáceas dispersas
48	CRN_T90	971.67	0.097	777.33	0.078	Piso de cactáceas dispersas
49	CRN_T91	601.93	0.060	481.54	0.048	Piso de cactáceas dispersas
50	CRN_T92	717.12	0.072	559.35	0.056	Piso de cactáceas dispersas
51	CRN_T93	541.24	0.054	162.37	0.016	Piso de cactáceas dispersas
52	CRN_T94	945.05	0.095	283.51	0.028	Piso de cactáceas dispersas
53	CRN_T96	1674.45	0.167	1255.84	0.126	Piso de cactáceas dispersas
54	CRN_T97N	2760.09	0.276	2208.07	0.221	Piso de cactáceas dispersas
55	CRN_T98	505.34	0.051	353.74	0.035	Piso de cactáceas dispersas
56	CRN_T99	3231.09	0.323	2261.76	0.226	Piso de cactáceas dispersas
57	CRN_T100	1296.86	0.130	778.12	0.078	Piso de cactáceas dispersas
58	CRN_T101	530.28	0.053	318.17	0.032	Piso de cactáceas dispersas
59	CRN_T103	1351.80	0.135	540.72	0.054	Piso de cactáceas dispersas
60	CRN_T104	243.32	0.024	48.66	0.005	Piso de cactáceas dispersas
Total		84795.45	8.480	30167.39	3.017	-

Elaborado por FCISA

2.3.5.9.2. Volumen de excavación

A. Accesos

El volumen de excavación para la construcción de los accesos proyectados se muestra a continuación.

Tabla 2.3-59. Volumen (m^3) estimado de excavaciones vinculados a los accesos proyectados.

Componente	Unidad	Volumen total
Accesos proyectados	m^3	13,550

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

En el caso de las vías existentes, se precisa que no habrá acondicionamiento de los mismos, razón por la cual no habrá movimiento de tierras. Del mismo modo, en el caso de las Ampliaciones se usarán las vías existentes, razón por la cual no habrá movimiento de tierras.

B. Línea de Transmisión

En la siguiente tabla se muestra el cálculo aproximado del volumen a extraer producto de las excavaciones manuales en todo el trazo de la Línea de Transmisión.

Tabla 2.3-60. Volumen (m^3) estimado de excavaciones manuales en la línea de transmisión.

Componente	Unidad	Volumen total
Línea de transmisión 500 kV	m^3	1,350

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

C. Subestación

En la siguiente tabla se presenta el volumen estimado de material de excavación que se requiere para la ampliación de las subestaciones del proyecto.

Tabla 2.3-61. Volumen de excavación para las subestaciones asociadas.

Subestaciones	Unidad	Volumen total
Ampliación SE San José	m^3	690.63
Ampliación SE Yarabamba	m^3	614.23

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

2.3.5.9.3. Volumen de relleno

En las siguientes tablas se presentan el volumen estimado de relleno.

Tabla 2.3-62. Volumen (m³) estimado de relleno en los componentes del proyecto.

Componente	Unidad	Volumen total
Línea de transmisión 500 kV	m ³	800
Ampliación SE San José	m ³	231.92
Ampliación SE Yarabamba	m ³	200.97

Fuente: Consorcio Transmántaro S.A.

2.3.5.9.4. Volumen de concreto y agua

En la siguiente tabla se presenta el volumen estimado de concreto y agua que se requiere para la construcción de la línea de transmisión y las subestaciones asociadas.

Tabla 2.3-63. Volumen total de concreto y agua para los componentes.

Componente	Volumen total (m ³)	
	Concreto	Agua
Línea de transmisión 500 kV	700	70
Ampliación SE San José	246.79	212.24
Ampliación SE Yarabamba	160.75	138.24

Fuente: Consorcio Transmántaro S.A.

Se precisa que en las zonas de preparación de concreto - durante la etapa de construcción - se utilizarán mantas plásticas para evitar que partículas de concreto y cemento contaminen el sitio de preparación. Al final de los trabajos, toda manta plástica utilizada será retirada. Sobre la cantidad de mantas plásticas, se estima 9 m² de manta plástica por cada cuadrilla de trabajo.

2.3.5.10. Demanda de bienes y servicios

En el ítem 2.4 se desarrolla la demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales y en el ítem 2.5 se indica la demanda de mano de obra.

2.3.5.11. Asentamientos e infraestructuras sociales a intervenir

El proyecto no prevé la afectación a asentamientos e infraestructuras sociales ya que dentro de los criterios para la selección de rutas se encuentra la menor afectación predial evitando en la medida de lo posible los cruces por cascos poblacionales y valles agrícolas.

2.3.5.12. Equipos y maquinarias

En la tabla siguiente se muestra la estimación de los equipos y maquinarias a utilizar durante la etapa de construcción.

Tabla 2.3-64. Lista de equipos y maquinarias a utilizar durante la etapa de construcción

Ítem	Equipo	Cantidad	Descripción	Potencia (HP)
1	Camionetas Pickup	12	Vehículo para transporte de personal	201
2	Bus	4	Vehículo para transporte de personal	280
3	Minivan	4	Vehículo para transporte de personal	135
4	Camión 5 a 15 tn	6	Equipo de carga para construcción (materiales y herramientas)	520
5	Camión cisterna 4x4 (Agua)	2	Transporte de fluidos - 2000 gl	122
6	Camión grúa 10 a 20 tn	4	Equipo de carga para construcción	473
7	Motoniveladora	1	Maquinaria pesada para construcción.	200
8	Rodillo Liso compactador	1	Maquinaria pesada para construcción.	120
9	Vibro pisonador y plancha compactadora	12	Equipo para compactación.	5
10	Grupo electrógeno	8	Generadores de energía móviles.	13
11	Torre de Iluminación	4	Equipo de iluminación	10
12	Retroexcavadora	6	Maquinaria pesada para construcción.	101
13	Tracto sobre Orugas (Bulldozer)	3	Maquinaria pesada para construcción.	264
14	Minicargador	4	Equipo de carga para construcción	74
15	Mezcladora de concreto	10	Equipo para mezclas de concreto	23
16	Vibrador para concreto	8	Equipo de obras civiles.	5.5
17	Camión Mixer	8	Equipo de carga para construcción	371
18	Camión Volquete 15 m ³	10	Equipo de carga para construcción	450
19	Frenadora 10 Ton	4	Equipo para tensar conductor aéreo y fibra óptica.	5.4
20	Malacate 10 Ton	5	Equipo para tensar conductor aéreo y fibra óptica.	6.5
21	Motor tensión U-6	4	Equipo para tensar conductor aéreo y fibra óptica.	6
22	Frenadora 4 Ton (riega)	4	Equipo para tensar conductor aéreo y fibra óptica.	4.3

Ítem	Equipo	Cantidad	Descripción	Potencia (HP)
23	Malacate 4 ton(riega)	4	Equipo para tensar conductor aéreo y fibra óptica.	3.5
24	Equipos Menores	4	Equipo para trabajos de obras civiles	5.6
25	Cargador frontal	3	Maquinaria pesada para construcción y minería.	155
26	Excavadora sobre orugas	3	Maquinaria pesada para construcción y minería.	325
27	Motosierra	4	Equipo de apoyo en plaza de tendido.	4.5
28	Trackdrill	2	Equipo de perforación	120
29	Rodillo y Compactadora	1	Equipo de apoyo en plaza de tendido.	85
30	Comprensora	3	Equipo de apoyo en plaza de tendido.	85

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

2.3.6. Etapa de operación y mantenimiento

Las actividades a desarrollar durante la etapa de operación tendrán lugar inmediatamente después de que concluya la etapa de construcción. Esta etapa tiene una duración estimada de 30 años.

Durante la etapa de operación y mantenimiento se llevarán a cabo las siguientes actividades.

Tabla 2.3-65. Actividades etapa operación y mantenimiento

Componentes principales, auxiliares y/o infraestructura asociada al Proyecto		Actividad por realizar Operación (O), Mantenimiento Preventivo (P) y Correctivo (C)		
Compontes del Proyecto	Subcomponente y/o instalación asociada	ID		Identificación de Actividades
Actividades preliminares	-	1	O	Contratación de personal y servicios locales
Subestaciones	Ampliación Subestación San José	2	O	Transformación de la energía
		3	P	Limpieza, inspección y pruebas del equipamiento y ferretería.
		4	C	Cambio de equipos electromecánicos por deterioro o falla
		5	C	Reparación y mantenimiento de infraestructura civil
	Ampliación Subestación Yarabamba	6	O	Transformación de la energía
		7	P	Limpieza, inspección y pruebas del equipamiento y ferretería.
		8	C	Cambio de equipos electromecánicos por deterioro o falla
		Línea de Transmisión (LT)	Estructuras de soporte	9
10	C			Mantenimiento de estructuras (Reemplazo y/o reparación de partes de la estructuras y ferretería)
Conductores, fibra óptica y cable guardia	11		O	Transporte de energía eléctrica
	12		P	Limpieza de la franja de servidumbre
	13		C	Cambio de conductores
	Accesos nuevos ⁶		-	14
15		P		Limpieza de accesos
16		C		Mantenimiento de la capa de rodadura en caso de afectación

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

⁶ Los accesos nuevos se cerrarán en abandono constructivo, sin embargo, puede haber cesión de accesos a solicitud de un tercero. Para la etapa de operación y mantenimiento no se aperturará nuevos accesos.

2.3.6.1. Actividades preliminares

A continuación, se describen las actividades de mantenimiento periódico y rutinario.

2.3.6.1.1. Contratación de personal y servicios locales

Como parte de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto se realizará la contratación de mano de obra calificada y no calificada considerando a las poblaciones del área de influencia, asimismo, se hará la adquisición de bienes y servicios de la zona.

CTM supervisará que la contratista realice la contratación de mano de obra local de acuerdo a los requerimientos del proyecto, a la evaluación de la experiencia técnica laboral, y demás requisitos legales (seguridad, salud, antecedentes, etc.) a fin de determinar si los postulantes cumplen con los requisitos de acuerdo al perfil requerido. En caso, no haya disponibilidad de personal en la zona, CTM y/o sus contratistas tendrán la libertad de contratar personal perteneciente a otros lugares del país.

2.3.6.2. Subestaciones

A. Transformación de energía eléctrica

Implica el control y explotación del sistema integrado de las subestaciones y líneas de transmisión a través del cual se transportará energía al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional hasta su entrega a las centrales de distribución.

B. Limpieza, inspección y pruebas del equipamiento y ferretería

- Remover polvo, residuos, y cualquier contaminante de los equipos, conductores y conexiones, asegurando una operación libre de obstáculos que podrían causar fallas.
- Examinar visualmente el estado físico de interruptores, seccionadores, aisladores, barras y otros componentes para identificar desgastes, daños o corrosión.
- Realizar pruebas funcionales y de integridad en los equipos para verificar su correcto funcionamiento, incluyendo pruebas de resistencia, continuidad y calidad de conexión, garantizando su operatividad y confiabilidad en el sistema.

C. Cambio de equipos electromecánicos por deterioro o falla

Corresponde a mantenimientos de mayor envergadura y considera actividades tales como reemplazo de piezas por obsolescencia, pero principalmente contempla el reemplazo de parcial o total de equipos por daños en eventos no previstos (por falla o deterioro).

Es preciso señalar que, los mantenimientos correctivos no tienen una frecuencia específica, sino que se realizarán cuando el equipo o componente eléctrico falle y/o se dañe.

D. Reparación y mantenimiento de infraestructura civil

Consiste en restaurar y conservar las estructuras físicas de la subestación eléctrica para asegurar su funcionalidad y prolongar su vida útil.

2.3.6.3. Línea de transmisión (LT) aéreas

A. Estructuras de soporte

Mantenimiento Preventivo

- **Limpieza, inspección y pruebas del equipamiento y ferretería**
 - Se realizará una inspección visual del estado de los tramos de las líneas de transmisión de manera periódica, teniendo en cuenta que no se realizará la desenergización el suministro de energía eléctrica. Para realizar esta inspección se contará con un equipo altamente especializado para la actividad específica. Se inspeccionará y evaluará los elementos o componentes que se encuentren defectuosos.
 - Luego de realizar la inspección visual y evaluación, se realizará el escalamiento del personal técnico, hasta la altura de los aisladores, haciendo uso de líneas de vida, arnés, estrobos o eslingas, una vez ahí se posicionará en un espacio estratégico, con el fin que realice su actividad de manera segura. Luego procederá a realizar la limpieza de los aisladores. Esta actividad se realiza de forma manual con trapos industriales o waipes, esto se hace de arriba hacia abajo, a fin de no contaminar las partes limpias, asimismo, por dentro y fuera del aislador. Se verificará si los aisladores presentan fisuras y con la espiga doblada, procederá a realizar el cambio de estos, como mantenimiento correctivo. Posteriormente, en caso es necesario, se realizará el reajuste de accesorios de ferretería (tornillos, tuercas, arandelas, otros) pertenecientes a los componentes de la estructura.
 - Se realizará la medición de la puesta a tierra para verificar que los valores se encuentren de acuerdo con las normas establecidas. Los sistemas de puesta a tierra en las líneas de transmisión son imprescindibles ya que

garantiza un desempeño seguro del traslado de la energía eléctrica, por ello estas puestas a tierras deben mantenerse en valores de resistencia (ohmeaje) cercano al valor del diseño al momento de la entrega o al valor obtenido en el mantenimiento practicado el año anterior. La medición de este sistema se realiza con el instrumento profesional Telurómetro que efectúa la medición y pruebas en parámetros de voltaje y resistencia. Mediante las pinzas del equipo se verificará la varilla principal, luego se desconectará la puesta a tierra principal, después se instalará el equipo de medición, se realizará la medición y una vez concluido se retirará el equipo. Para finalizar se conectará nuevamente la puesta a tierra original a la varilla principal, y se desconectará la puesta a tierra provisional.

Mantenimiento Correctivo

- **Mantenimiento de estructuras (Reemplazo y/o reparación de partes de la estructuras y ferretería)**

Revisión de los perfiles de acero viendo que conserven su galvanización inicial; asimismo, se verifica el ajuste de pernos o el faltante de pernos que unen los perfiles de acero que conforman la estructura (torre metálica).

B. Conductores, fibra óptica y cable de guardia

- **Transporte de energía eléctrica**

Implica el control y explotación del sistema integrado de las subestaciones y líneas de transmisión a través del cual se transportará energía a la red integrada para su uso final.

Mantenimiento Preventivo

- **Limpieza de la franja de servidumbre**

Consiste en el mantenimiento de la faja de servidumbre, en esta se encuentra emplazado los elementos electromecánicos -postes- y los elementos civiles - área de cimentación-, con el fin de cumplir con las distancias mínimas de seguridad establecidas en la normativa nacional vigente. Esta actividad, deberá realizar en estricto cumplimiento de los procedimientos escritos de trabajo seguro, señalización del área de trabajo. Los residuos que se generan de esta actividad se manejan conforme al el Plan de Minimización y Manejo de Residuos Sólidos.

Mantenimiento Correctivo

- **Cambio de aisladores y conductores**

- Completar la cadena cuando se encuentre con aisladores deteriorados o eliminados; limpieza de aisladores en donde se observe que estos se hayan cubierto con polvo del terreno.
- Ajuste de pernos en donde se observe que estos se han desajustados como producto de las vibraciones del conductor.
- Reparación de conductor mediante la colocación de un manguito de reparación, cambio de un tramo de conductor en caso se encuentre completamente dañado.

2.3.6.4. Actividades en las vías de acceso

- **Transporte de personal, materiales y equipos**

El traslado de personal se realizará mediante vehículos de transporte que cuenten con todos los requisitos de seguridad y se realizará desde las localidades más cercanas a los frentes de trabajo de las líneas de transmisión y subestaciones. Se realizará el transporte de material, equipos y personal que se utilizarán en la operación y mantenimiento de las líneas de transmisión y subestaciones.

Mantenimiento Preventivo

- **Limpieza de accesos**

El personal de limpieza se encargará de mantener limpio los accesos y caminos con una frecuencia semanal.

Mantenimiento Correctivo

- **Mantenimiento y reparación de la capa de rodadura en caso de afectación**

En el caso de que se desgaste o exista grietas pronunciadas, se procederá a la reparación de la capa de rodadura, para ello, se realizará una mezcla asfáltica y se aplicará sobre la zona.

2.3.7. Etapa de abandono

A continuación, se señala el sustento legal del plan de abandono total del proyecto.

De conformidad con el artículo 9° del Reglamento de Protección Ambiental para Electricidad, constituye, Instrumentos de Gestión Ambiental, entre otros, el Plan de Abandono Total (PAT) y/o el Plan de Abandono Parcial (PAP).

Complementariamente, los artículos 36° y 42° regulan la procedencia del PAT y PAP, respectivamente, como Instrumentos de Gestión Ambiental complementarios al SEIA que contemplan las acciones a cargo del Titular para abandonar sus instalaciones, infraestructuras y/o áreas intervenidas, una vez concluida su actividad y previo al retiro definitivo de estas.

Dichas acciones se llevan a cabo con el fin de eliminar, de ser el caso, cualquier condición adversa en el ambiente, así como implementar las acciones que fueran necesarias para que el área impactada por el proyecto alcance condiciones ambientales similares al ecosistema de referencia o dejarla en condiciones apropiadas para su uso futuro previsible.

Esto es, antes del término de la vida útil del proyecto, con el fin de proceder al abandono total del proyecto, se gestionará el instrumento de gestión ambiental detallado correspondiente, que será sometido a evaluación de la autoridad ambiental, en el cual se incluirán todos los detalles del abandono, entre ellos, los accesos que se utilizarán para realizar el abandono, los cuales podrán ser los mismos que se cerraron en la etapa de abandono constructivo y/o los que se utilicen para el mantenimiento.

No obstante, lo señalado, se procede a exponer las actividades que tendrán lugar en la etapa de abandono.

2.3.7.1. Contratación de personal y servicios locales

La selección de los puestos se realizará de acuerdo a la evaluación de la experiencia técnica-laboral, y demás requisitos legales (seguridad, salud, antecedentes, etc.) a fin de determinar si los postulantes cumplen con los requisitos de acuerdo al perfil requerido.

2.3.7.2. Transporte de personal, materiales y equipos

Consiste en el transporte de los equipos, maquinarias y personal a emplear para el abandono de la línea de transmisión y subestaciones asociadas, para lo cual se hará uso de los accesos existentes, los cuales han sido utilizados para el mantenimiento de la línea de transmisión y las subestaciones durante la etapa de operación.

2.3.7.3. Desconexión y desenergización

Antes del desmontaje de los equipos electromecánicos, en primer lugar, se deberá desenergizar la línea de transmisión y las subestaciones asociadas con la finalidad de evitar cualquier tipo de accidente eléctrico durante las labores de desmontaje eléctrico.

2.3.7.4. Desmontaje de conductores, cables de guarda, aislador y accesorio

2.3.7.4.1. Conductores y cables de guarda

Las estaciones de desmontaje se localizarán a una distancia tal de la torre, que permita ubicar los equipos de manera que el conductor no ejerza esfuerzos peligrosos sobre la estructura; por lo tanto, no se permitirá un ángulo superior a 30° con la horizontal entre la salida del malacate y la primera polea del cable de guarda. En todos los casos se comprobará que la componente vertical de la tensión del cable a desmontar, no sobrepasa el vano peso admisible en la torre.

Las poleas para el desmontaje serán de giro libre, diseñadas de tal forma que se eviten daños al conductor o al cable de guarda y se inspeccionarán y engrasarán antes y durante la ejecución de los trabajos. Cualquier polea que muestre evidencia de rotura, rodamientos defectuosos o imperfecciones que puedan frenar su libre giro o dañar al conductor, se reemplazará o reparará antes de su utilización, previa verificación del supervisor.

El desmontaje de los conductores y cables de guarda se realizará por el método de tensión controlada. El freno será accionado por un sistema que efectivamente disminuya el riesgo de daño a los cables. Deben tomarse todas las precauciones en el frenado para evitar que el conductor se salga de las poleas. El malacate o Winche halará directamente el conductor y lo rebobinará en carretes adecuados; la punta libre del conductor, se fijará a un cable mensajero cuya tensión será controlada por el freno. El Winche y freno serán fijados al piso mediante elementos pesados, también se colocarán poleas a tierra sobre el conductor.

Los conductores y cables de guarda serán entregados donde indique CTM, debidamente rebobinados en carretes, con etiquetas que identifiquen el tipo de conductor, la longitud y el nombre de la línea en la cual estaba instalado.

2.3.7.4.2. Aisladores y accesorios

Las cadenas completas serán bajadas al piso lentamente utilizando equipos de tensión controlada, luego deben separarse las cadenas de sus herrajes y accesorios de fijación,

limpiarse y seleccionar en cajas de acuerdo al estado que se encuentren los materiales (buenos, regulares y malos), previa verificación del supervisor.

En caso que se encuentren aisladores de diferentes materiales, estos serán separados en diferentes cajas, indicando el nombre y código respectivo.

Durante el desmontaje de aisladores, herrajes y accesorios, el contratista tomará las medidas de seguridad que sean necesarias para evitar daños a las personas, y a la propiedad pública y privada.

El contratista preparará un listado de los materiales que cada caja contiene, la lista debe tener la siguiente información (código, número de aisladores, estado, peso del cajón, etc.), la información contenida en la lista será validada por el supervisor.

Los aisladores, herrajes y accesorios, serán entregados donde indique CTM, libres de polvo y grasa y empacados en cajas de madera.

2.3.7.5. Desmontaje y demolición de cimentación de las estructuras

2.3.7.5.1. Desmontaje de estructuras metálicas

El contratista desmontará la estructura metálica por secciones, valiéndose de grúas, plumas y poleas, o desarmar elemento por elemento, cuidando que no sufran daños en el galvanizado o no se tuerzan; pero siempre de acuerdo con un sistema de trabajo previamente aprobado por el supervisor.

El contratista aflojará o cortará el número de pernos mínimos necesarios para que, al retirar una sección o elemento, la parte de la estructura que falta por desmontar, pueda soportar todas las cargas vivas, muertas y de desmontaje.

Los materiales de la estructura serán desmontados cuidadosamente con el fin de inspeccionarlos posteriormente, para considerar su reutilización.

El contratista preparará un listado de los elementos desmontados, la lista debe tener la siguiente información (elementos, código, estado, etc.), la información contenida en la lista debe ser validada por el supervisor.

Las estructuras serán entregadas a CTM clasificada por tipo torre e inventariada de acuerdo con las listas de composición suministradas por CTM.

La movilización y/o desmovilización de maquinarias y equipos necesarios para la desinstalación y/o desmontaje de las estructuras y retiro del cableado hacia la zona de

trabajo se llevará a cabo por los caminos y accesos existentes. El proyecto no habilitará ningún tipo de camino o acceso.

2.3.7.5.2. Demolición de cimentaciones

Las fundaciones de concreto de las torres desmontadas serán demolidas hasta un metro por debajo del nivel del suelo y las excavaciones que resulten de esta demolición se llenarán con material de la zona, el cual será compactado hasta el nivel natural del terreno.

Durante las actividades relacionadas con la demolición de fundaciones el contratista tomará las medidas de seguridad que sean necesarias para evitar daños a las personas y a la propiedad pública y privada.

2.3.7.6. Desmontaje del equipamiento electromecánico de las subestaciones

- La primera actividad a realizar será el retiro del cableado, y para ello se procederá a desmontar los puentes con barras flexibles, recogiendo los aisladores y soltando los conductores para acopiarlos adecuadamente. Una vez desconectados todos los equipos, se procederá a recoger los conductores de suministro de energía, protecciones y control.
- Previo al desmontaje de los transformadores se procederá al retiro del aceite dieléctrico a fin de disminuir su peso y evitar la contaminación durante su desmontaje. Para ello, un camión preparado para este fin bombeará el aceite, filtrándolo y llenando los recipientes (bidones) correspondientes. Durante el desarrollo de este trabajo se tendrá en consideración las medidas de manejo ambiental para manipulación de aceite dieléctrico contempladas en el plan de manejo ambiental.
- Una vez que el transformador se encuentre vacío, se retirará de su posición utilizando los mismos rieles que sirvieron para trasladarlo desde el equipo de transporte hasta su disposición definitiva, recorriendo esta vez el camino contrario hasta la zona donde se pueda montar sobre un camión, para ser trasladado a otra instalación o al relleno sanitario autorizado.
- Dado que podría ser viable la reutilización de algunos equipos sofisticados, se procederá a desmontar los mismos en forma ordenada, soltándolos de sus soportes, trasladándolos y manteniendo su integridad hasta determinar su nuevo emplazamiento.

- Los equipos de alimentación de corriente continua, basados en conjuntos de baterías dispuestas en serie, requerirán un tratamiento especial. Para su desmontaje se deberá tratar cada uno de estos como elemento independiente, dado que contienen ácido sulfúrico, por lo que una rotura puede producir lesiones graves al trabajador que lo manipule o contaminación grave del suelo en caso de vertimiento.
- Se procederá a desmontar estos equipos soltando primero sus fijaciones al suelo y soportes. Así mismo, las diversas partes que componen estos soportes podrían ser reutilizadas en otros parques, y el resto se trataría como chatarra, al igual que las bases de hormigón a las que van atornilladas.

2.3.7.7. Limpieza y rehabilitación de las áreas ocupadas

Todos los residuos (peligrosos y no peligrosos) provenientes de las actividades de abandono serán trasladados por una EO-RS registrada ante la autoridad competente y/o dispuestos para su reutilización (en caso de residuos no peligrosos, previa coordinación con las autoridades locales). Posteriormente se proseguirá con la rehabilitación del área ocupada la cual consiste en devolver las propiedades de los suelos a un nivel adecuado, para el uso deseado y aprobado.

2.4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

Es importante señalar, que los recursos naturales que demandará el Proyecto serán obtenidos a través de terceros (empresas externas autorizadas), por lo que el proyecto no contempla la afectación de estos recursos durante las diferentes etapas del mismo.

2.4.1. Aguas superficiales

El Proyecto no contempla la captación de ningún cuerpo de agua superficial ni subterráneo. El abastecimiento de agua se llevará a cabo por terceros autorizados que abastecerán a través de camiones cisternas para uso industrial y uso para la higiene del personal (baños). El agua para consumo del personal para las etapas del proyecto (construcción, operación y abandono) será abastecida a través de botellas y bidones de proveedores locales.

Las instalaciones permanentes o trabajos de mantenimiento que requieran el uso de agua para consumo industrial serán abastecidos por cisternas y adquiridos a empresas dedicadas a la comercialización y autorizadas por el ALA o ANA.

En ese sentido, el abastecimiento de agua durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento y abandono se realizará de la siguiente manera:

Tabla 2.4-1. Estimación de consumo de agua en diferentes etapas del proyecto.

Descripción	Etapas de construcción m ³ /mes	Etapas de operación y mantenimiento m ³ /mes	Etapas de abandono m ³ /mes
Uso para consumo del personal	48.88	0.42	5.20
Agua para uso industrial	70.00	5.00	10.00

Fuente: Consorcio Transmántaro S.A.

2.4.2. Vertimientos

El proyecto contempla el uso de baños químicos, durante las etapas de construcción. Para la etapa de operación y mantenimiento se hará uso de los baños habilitados en subestaciones cercanas, restaurantes u otros, por lo que no se generarán efluentes domésticos durante estas etapas. Cabe mencionar que, las aguas residuales producto de los baños químicos serán dispuestos mediante una empresa operadora de residuos que esté debidamente autorizada por las entidades competentes en materia ambiental.

2.4.2.1. Efluentes industriales

Debido a la naturaleza del Proyecto no se generarán efluentes industriales. Como mencionado anteriormente, el mantenimiento y lavado de vehículos y/o maquinaria será realizado en los autoservicios ubicados en las localidades más cercanas.

2.4.2.2. Efluentes domésticos

2.4.2.2.1. Etapas de construcción

Para el manejo de efluentes líquidos domésticos a generarse durante la etapa de construcción del Proyecto, se ha previsto la instalación baños portátiles. La disposición de los efluentes será realizada por una Empresa Operadora de Residuos (EO-R), que cuente con los permisos legales vigentes, con la cual el titular celebrará un contrato de prestación de servicios. Se solicitará el respectivo certificado de disposición final de estos desechos.

El mantenimiento de estos baños químicos se realizará de manera permanente de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. En la siguiente tabla se realiza un estimado de efluentes domésticos durante la etapa de construcción.

Tabla 2.4-2. Volumen estimado – efluente doméstico – etapa de construcción

N° de trabajadores (*)	Duración etapa (**)	Tipo	Actividad que lo origina	Disposición final	Cantidad estimada (m3/mes) (***)	Cantidad estimada Total m3 (a)
470	22 meses	Efluente domestico	Uso de baños químicos	A través de EO-RS	24.88	252,709.6

Elaborado por FCISA

(*) 470 personas es el número pico de trabajadores durante la etapa de construcción.

(**) Se considera por cada mes un total de 26 días trabajados.

Duración de la etapa de construcción es 22 meses.

(***) El volumen de residuos líquidos que se generarán dependerá principalmente del número de trabajadores presentes. Para el cálculo del volumen, se tomó como premisa que el ser humano elimina aproximadamente 2 L/día. (Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. Consultado enero, 2023. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003425.htm>).

Para el manejo de estos efluentes se utilizarán baños químicos portátiles los cuales cumplirán con las más estrictas normas de calidad e higiene, y su funcionamiento será totalmente autónomo. Fabricados en polietileno de alta densidad y resistencia, contienen un depósito de agua limpia y una bomba de lavado del inodoro, separada del depósito de agua sucia, donde se coloca el producto químico biodegradable; todo en un sólo módulo.

La cantidad de baños portátiles será de acuerdo con el requerimiento de personal, considerando la normativa G.050 "Seguridad durante la construcción" D.S N° 010-2009. La siguiente tabla detalla el número de trabajadores y su correspondiente número mínimo de baño a emplear.

Tabla 2.4-3. Cantidad de baños portátiles

Número de empleados	Número inodoros
1 a 9	1
10 a 24	2
25 a 49	3
50 a 100	5
En obras de más de 100 trabajadores, se instalará un inodoro adicional por cada 30 personas.	

Fuente: Normativa

Los baños **G.050 "Seguridad durante la construcción" D. S N° 010-2009.4.** portátiles se implementarán en zonas que sean técnicamente factibles para su mantenimiento y limpieza por parte de una empresa especializada, en los frentes de trabajo que, por sus condiciones geográficas no sea factible la colocación de baños portátiles, estos serán implementados en las zonas más cercanas a dichos frentes de trabajo, a fin de asegurar el adecuado mantenimiento de la infraestructura sanitaria.

2.4.2.2.2. Etapa de operación y mantenimiento

Con respecto a los vertimientos generados durante esta etapa, se precisa que, no se contempla la instalación de campamentos ni comedores en ambas subestaciones. Asimismo, se hará uso de los baños habilitados en subestaciones cercanas, restaurantes u otros, la cantidad de baños será definida en función a la normativa **G.050 “Seguridad durante la construcción” D.S N° 010-2009.4.**

2.4.2.2.3. Etapa de abandono

Para el manejo de los efluentes líquidos domésticos durante esta etapa, se tendrán las mismas consideraciones que las detalladas en la etapa de construcción.

Cabe precisar que la disposición de los efluentes provenientes de los baños portátiles durante esta etapa, será realizada por una Empresa Operadora de Residuos (EO-RS), que cuente con los permisos legales vigentes. Asimismo, se solicitará el respectivo certificado de disposición final de estos desechos. El mantenimiento de estos baños químicos se realizará de manera permanente de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

2.4.3. Materiales de construcción

Los materiales de construcción requeridos para la etapa de construcción fueron detallados en el ítem 2.3.5.7.2.

2.4.4. Aprovechamiento forestal

Se gestionará la autorización de desbosque, en cuanto aplique, de acuerdo con lo señalado en los artículos 51 y 362 de la Ley N° 29763 Ley Forestal y de Fauna Silvestre.

2.4.5. Residuos sólidos

En las diferentes etapas del Proyecto y teniendo en cuenta la naturaleza del mismo y las actividades se prevé generar residuos sólidos peligrosos y no peligrosos. Los residuos sólidos serán manejados de acuerdo con sus características y los lineamientos establecidos en la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Ley N°1278 y su Reglamento D.S N° 014-2017-MINAM. A continuación, se presenta el estimado de residuos sólidos a generarse por cada etapa del Proyecto, discriminado su tipología (Peligroso y No Peligroso).

En base a la experiencia que tiene CTM en la ejecución de sistemas de transmisión eléctrica, se presenta a continuación el estimado de generación de residuos sólidos.

Tabla 2.4-4. Estimación cualitativa y cuantitativa de residuos sólidos a generarse – etapa de construcción

Clasificación de residuos	Descripción	Unid	Estimado por mes	Estimado toda la etapa (a)
No peligrosos	Metales, chatarra y restos de estructura metálica	Ton	5.8	127.6
	Pallet de madera	Ton	1.57	34.54
	Bobinas de madera	Ton	3.8	83.6
	Plásticos, vidrios, papeles, cartones	Ton	2.5	55
	Residuos generales	kg	272.6	5997.2
Peligrosos	Trapos contaminados, residuos impregnados con productos químicos, EPP con aceites y grasas	kg	2.9	63.8
	Envase de aceites, lubricantes, pintura, brochas y rodillo con pintura	Kg	1.2	26.4
	Aditivos de construcción	kg	68	1496
Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	Equipos de informática y telecomunicaciones (computadoras, impresoras)	kg	0.5	11
	Envases de tintas y tóner	kg	0.2	4.4
	Aparatos o partes de alumbrado (focos, fluorescentes)	kg	5	110
	Herramientas eléctricas y electrónicas	kg	10	220

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

(a) La duración de la etapa de construcción es 22 meses.

Tabla 2.4-5. Estimación cualitativa y cuantitativa de residuos sólidos a generarse – etapa de operación y mantenimiento

Clasificación de residuos	Descripción	Unid	Estimado por mes	Estimado por año (a)
No peligrosos	Metal	kg	8	96
	Papel y Cartón	kg	0.6	7.2
	Plástico, botellas	kg	0.6	7.2
	Residuos generales	kg	2.32	27.84
Peligrosos	Trapos contaminados, residuos impregnados con productos químicos, EPP con aceites y grasas	kg	2.9	34.8
	Envase de aceites, lubricantes, pintura, brochas y rodillo con pintura	kg	1.89	22.68
	Conductores y fibra engrasados	kg	2.1	25.2
Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	Equipos de informática y telecomunicaciones (computadoras, impresoras)	kg	0.5	6
	Envases de tintas y tóner	kg	0.2	2.4
	Aparatos o partes de alumbrado (focos, fluorescentes)	kg	5	60
	Herramientas eléctricas y electrónicas	kg	10	120

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

(a) La estimación se ha realizado por año (12 meses), se estima que la etapa de operación y mantenimiento tenga una duración de 30 años.

Tabla 2.4-6. Estimación cualitativa y cuantitativa de residuos sólidos a generarse – etapa de abandono

Clasificación de residuos	Descripción	Unid	Estimado por mes	Estimado toda la etapa (a)
No peligrosos	Metales, chatarra y restos de estructura metálica	Ton	5.8	29
	Pallet de madera	Ton	1.57	7.85
	Bobinas de madera	Ton	3.8	19
	Plásticos, vidrios, papeles, cartones	Ton	2.5	12.5
	Residuos generales	kg	29	145
Peligrosos	Trapos contaminados, residuos impregnados con productos químicos, EPP con aceites y grasas	kg	2.9	14.5
	Envase de aceites, lubricantes, pintura, brochas y rodillo con pintura	Kg	1.2	6
	Aditivos de construcción	kg	68	340
Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	Equipos de informática y telecomunicaciones (computadoras, impresoras)	kg	0.5	2.5
	Envases de tintas y tóner	kg	0.2	1
	Aparatos o partes de alumbrado (focos, fluorescentes)	kg	5	25
	Herramientas eléctricas y electrónicas	kg	10	50

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

(a) La duración de la etapa de abandono es de 5 meses.

Según la Ley de gestión integral de residuos sólidos (Decreto Legislativo N° 1278 y su reglamento Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM), establece que la responsabilidad del generador de residuos está obligada a acondicionar y almacenar de forma segura, sanitaria y ambientalmente adecuada los residuos producto de sus actividades. Éstos deberán ser recolectados y almacenados temporalmente en contenedores adecuados clasificados según la Norma Técnica Peruana de Colores NTP 900.058.2019 (Gestión de residuos. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos, Resolución Directoral N° 003-2019-INACAL/DN). Asimismo, el manejo de los Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) se realizará acorde al Decreto Supremo N° 009-2019-MINAM, que aprueba el Régimen Especial de Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RAEE.

En cumplimiento con los lineamientos del D.L. 1278 y su reglamento, los residuos sólidos serán transportados por una EO-RS o la Municipalidad a un relleno sanitario conforme lo establecido en la norma y las disposiciones complementarias emitidas por la autoridad competente.

2.4.6. Combustible

2.4.6.1. Etapa de construcción y abandono

El abastecimiento de combustible durante las actividades de construcción y abandono, serán de la siguiente manera:

- Durante la construcción, la contratista será responsable de suministrar el combustible a sus equipos, a fin de asegurar la continuidad de los trabajos.
- Las actividades de mantenimiento, como lubricación y cambio de aceite, se realizarán en los centros de servicios de los centros poblados cercanos al proyecto.
- En caso sea necesario el abastecimiento de combustible en los frentes de trabajo para las maquinarias, éstos se realizarán a través de contenedores; para lo cual, se colocará un sistema de contención temporal. Asimismo, el personal de mantenimiento será capacitado para el desarrollo de estas actividades de carga y recarga de combustibles, en el adecuado manejo y utilización de implementos de contención de hidrocarburos.
- El sistema de contención será a través de bandejas metálicas o bandejas reforzadas con geomembranas, con una capacidad 110% del combustible almacenado. Para el caso de equipo de líneas amarilla, el abastecimiento será en centros autorizados.
- En el caso sea necesario transportar combustible por accesos peatonales, el traslado de combustible será a través de galoneras de no más de 5 galones, las cuales serán transportado por el personal. Para cada sitio de torre se estima se puedan usar 4 galoneras. El sistema de contención será a través de bandejas metálicas o bandejas reforzadas con geo membranas, con una capacidad 110% del combustible almacenado

2.4.6.2. Etapa de operación y mantenimiento

El requerimiento de combustible para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto es poco significativo, ya que solo se requerirá combustible para los vehículos empleados para las labores de mantenimiento y supervisión, así como puntualmente para grupos electrógenos en las subestaciones. Este suministro será realizado en servicentros de las localidades cercanas.

Las actividades de mantenimiento, como lubricación y cambio de aceite, se realizarán en los centros de servicios de los centros poblados cercanos al proyecto.

Asimismo, el personal de mantenimiento será capacitado para el desarrollo de estas actividades de carga y recarga de combustibles, en el adecuado manejo y utilización de implementos de contención de hidrocarburos.

2.4.6.3. Estimación de consumo

En la siguiente tabla se presenta el detalle del estimado del consumo total de combustible para las etapas del proyecto.

Tabla 2.4-7. Estimación del consumo de combustible – Etapa de construcción

Ítem	Equipo	Cantidad	Descripción	Potencia (HP)	Tipo de combustible (Petróleo diésel o gasolina)	Consumo (gal/día)	Consumo al mes	Duración proyecto [meses]	Utilización ponderada	Consumo estimado [gl]	Total Gasolina (gl)	Total Diesel (gl)
1	Camionetas Pickup	12	Vehículo para transporte de personal	201	Diesel	14	4,368.00	22	0.75	72,072.00		72,072.00
2	Bus	4	Vehículo para transporte de personal	280	Gasolina	20	2,080.00	22	0.5	22,880.00	22,880.00	
3	Minivan	4	Vehículo para transporte de personal	135	Gasolina	18	1,872.00	22	0.5	20,592.00	20,592.00	
4	Camión 5 a 15 tn	6	Equipo de carga para construcción (materiales y herramientas)	520	Diesel	20	3,120.00	22	0.5	34,320.00		34,320.00
5	Camión cisterna 4x4 (Agua)	2	Transporte de fluidos - 2000 gl	122	Diesel	20	1,040.00	22	0.3	6,864.00		6,864.00
6	Camión grúa 10 a 20 tn	4	Equipo de carga para construcción	473	Diesel	15	1,560.00	22	0.5	17,160.00		17,160.00
7	Motoniveladora	1	Maquinaria pesada para construcción.	200	Diesel	20	520.00	22	0.3	3,432.00		3,432.00
8	Rodillo Liso compactador	1	Maquinaria pesada para construcción.	120	Diesel	20	520.00	22	0.3	3,432.00		3,432.00
9	Vibro pisonador y plancha compactadora	12	Equipo para compactación.	5	Gasolina	3	936.00	22	0.3	6,177.60	6,177.60	
10	Grupo electrógeno	8	Generadores de energía móviles.	13	Gasolina	6	1,248.00	22	1	27,456.00	27,456.00	
11	Torre de Iluminación	4	Equipo de iluminación	10	Gasolina	5	520.00	22	0.3	3,432.00	3,432.00	
12	Retroexcavadora	6	Maquinaria pesada para construcción.	101	Diesel	40	6,240.00	22	0.5	68,640.00		68,640.00
13	Tracto sobre Orugas (Bulldozer)	3	Maquinaria pesada para construcción.	264	Diesel	40	3,120.00	22	0.5	34,320.00		34,320.00
14	Minicargador	4	Equipo de carga para construcción	74	Diesel	12	1,248.00	22	0.5	13,728.00		13,728.00

Ítem	Equipo	Cantidad	Descripción	Potencia (HP)	Tipo de combustible (Petróleo diésel o gasolina)	Consumo (gal/día)	Consumo al mes	Duración proyecto [meses]	Utilización ponderada	Consumo estimado [gl]	Total Gasolina (gl)	Total Diesel (gl)
15	Mezcladora de concreto	10	Equipo para mezclas de concreto	23	Diesel	20	5,200.00	22	0.3	34,320.00		34,320.00
16	Vibrador para concreto	8	Equipo de obras civiles.	5.5	Gasolina	5	1,040.00	22	0.3	6,864.00	6,864.00	
17	Camión Mixer	8	Equipo de carga para construcción	371	Diesel	15	3,120.00	22	0.5	34,320.00		34,320.00
18	Camión Volquete 15 m3	10	Equipo de carga para construcción	450	Diesel	40	10,400.00	22	0.22	50,336.00		50,336.00
19	Frenadora 10 Ton	4	Equipo para tensar conductor aéreo y fibra óptica.	5.4	Diesel	8	832.00	22	0.3	5,491.20		5,491.20
20	Malacate 10 Ton	5	Equipo para tensar conductor aéreo y fibra óptica.	6.5	Diesel	15	1,950.00	22	0.3	12,870.00		12,870.00
21	Motor tensión U-6	4	Equipo para tensar conductor aéreo y fibra óptica.	6	Diesel	5	520.00	22	0.3	3,432.00		3,432.00
22	Frenadora 4 Ton(riega)	4	Equipo para tensar conductor aéreo y fibra óptica.	4.3	Diesel	8	832.00	22	0.3	5,491.20		5,491.20
23	Malacate 4 ton(riega)	4	Equipo para tensar conductor aéreo y fibra óptica.	3.5	Diesel	15	1,560.00	22	0.3	10,296.00		10,296.00
24	Equipos Menores	4	Equipo para trabajos de obras civiles	5.6	Gasolina	5	520.00	22	0.4	4,576.00	4,576.00	
25	Cargador frontal	3	Maquinaria pesada para construcción y minería.	155	Diesel	30	2,340.00	22	0.5	25,740.00		25,740.00
26	Excavadora sobre orugas	3	Maquinaria pesada para construcción y minería.	325	Diesel	40	3,120.00	22	0.5	34,320.00		34,320.00
27	Motosierra	4	Equipo de apoyo en plaza de tendido.	4.5	Gasolina	4	416.00	22	0.2	1,830.40	1,830.40	
28	Trackdrill	2	Equipo de perforación	120	Diesel	10	520.00	22	0.3	3,432.00		3,432.00

Ítem	Equipo	Cantidad	Descripción	Potencia (HP)	Tipo de combustible (Petróleo diésel o gasolina)	Consumo (gal/día)	Consumo al mes	Duración proyecto [meses]	Utilización ponderada	Consumo estimado [gl]	Total Gasolina (gl)	Total Diesel (gl)
29	Rodillo y Compactadora	1	Equipo de apoyo en plaza de tendido.	85	Diesel	6	156.00	22	0.2	686.40		686.40
30	Comprensora	3	Equipo de apoyo en plaza de tendido.	85	Diesel	15	1,170.00	22	0.4	10,296.00		10,296.00
Total (gl)										578,806.80	93,808.00	484,998.80

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Tabla 2.4-8. Estimación del consumo de combustible – Etapa de operación y mantenimiento

Descripción	Etapa de operación y mantenimiento galones/mes
Combustible para la operación de los equipos	52
Combustible de los vehículos de transporte	338

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Tabla 2.4-9. Estimación del consumo de combustible – Etapa de abandono

Descripción	Etapa de abandono galones totales
Combustible para la operación de los equipos	10,270
Combustible de los vehículos de transporte	17,576

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

2.4.7. Electricidad

2.4.7.1. Etapa de construcción y abandono

Para la etapa de construcción y abandono, se utilizarán grupos electrógenos en caso se requiera suministro de energía eléctrica. Para el caso de las ampliaciones de las subestaciones, se utilizará la energía existente en las mismas y/o grupos electrógenos.

2.4.7.2. Etapa de operación

Para la etapa de operación, en las subestaciones se utilizará la propia energía eléctrica; mientras que, para puntuales trabajos de mantenimiento en la línea, se podrá utilizar grupos electrógenos.

Cuando se utilicen grupos electrógenos, éstos contarán con todas las medidas y equipos para control ambiental (mantenimiento periódico, kit antiderrame, bandejas, entre otros).

2.4.8. Logística

2.4.8.1. Etapa de construcción y abandono

2.4.8.1.1. Transporte de equipos

Esta actividad involucra el transporte de los materiales de construcción, maquinaria y equipos hacia los frentes de obra. El traslado de equipo pesado se efectuará en camiones mientras que el equipo liviano se trasladará por los propios medios del contratista.

2.4.8.1.2. Transporte de personal

Consiste en el transporte de los trabajadores y supervisores en bus o van, desde las localidades más cercanas hacia los frentes de trabajo y viceversa.

El traslado del personal Staff (llámese Staff Jefes, Ingenieros residentes, supervisores) se realizará mediante camionetas Pickup 4x4 de propiedad del contratista.

2.4.8.2. Etapa de operación y mantenimiento

Para poder realizar las labores de inspección y mantenimiento es necesario que el personal de CTM recorra el trazo de la línea de transmisión cada cierto tiempo. El tránsito se realizará por los caminos de acceso existentes.

2.4.9. Generación de emisiones

La operación de los equipos y maquinarias durante la etapa de construcción serán las principales fuentes generadoras de emisiones de gases de combustión. En general, estas fuentes producen gases de combustión (monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre) y en menor cantidad compuestos volátiles derivados del combustible utilizado (VOC's). Otro aspecto para tener en cuenta, son las emisiones de material particulado (polvareda) generado por movimiento de tierras y el tránsito de los vehículos de carga durante la movilización de equipos y maquinarias.

Estas cantidades de emisiones serán no significativas y se dispersarán rápidamente en la atmósfera por la acción del viento, sin generar efectos ambientales sobre los componentes del medio. Estas emisiones se pueden incrementar en caso de que los equipos y maquinarias no se encuentren en buen estado de funcionamiento. Al respecto, todos los equipos y maquinaria del proyecto contarán con el mantenimiento preventivo correspondiente.

2.4.9.1. Emisión de material particulado (PM₁₀ – PM_{2.5})

Para la estimación de las emisiones relacionadas con material particulado se tomó como referencia a la metodología AP-42 (Compilación de factores de emisiones del aire) establecida por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los USA en su quinta edición.

Tabla 2.4-10. Cálculo de emisiones de material particulado por movimiento de tierra

Fuente de emisión	Movimiento de tierra por uso de maquinaria pesada	Movimiento de tierra por uso de maquinaria pesada
Material Particulado	PM ₁₀	PM _{2.5}
f	0.75	0.105
S: Contenido de finos	0.3	0.3
M: Contenido de humedad	10	10
Formula	$FE = \frac{f * 0.45 * s^{1.5}}{M^{1.4}}$	$FE = \frac{f * 2.6 (s)^{1.2}}{(M)^{1.3}}$
Factor de emisión (kg/hr)	0.00221	0.00323

Fuente de emisión	Tránsito por caminos no pavimentados	Tránsito por caminos no pavimentados
Material Particulado	PM ₁₀	PM _{2.5}
k	1.5	0.15
S: Contenido de finos	0.3	0.3
W: Peso promedio vehículo (ton)	30	30
Formula	$FE = 281.9 * k * \left(\frac{s}{12}\right)^{0.9} * \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45}$	$FE = 281.9 * k * \left(\frac{s}{12}\right)^{0.9} * \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45}$
Factor de emisión (gr/Veh-km)	43.09	4.31
Documento referencia	Sección 13.2.2.1, AP-42, USEPA;1998	Sección 13.2.2.1, AP-42, USEPA;1998
Trochas carrozables (km)*	42.50	42.50
g/veh *	1831.13883	183.11388

Elaborado por FCISA

Tabla 2.4-11. Cálculo de Emisiones de Material Particulado (PM₁₀) por movimiento de tierras – Etapa de Construcción

Ítem	Maquinaria	Cantidad	Horas/día*	Caballos de Fuerza	Factor de emisión (kg/hr)	Emisión Total PM ₁₀ (Kg/día)
1	Camionetas Pickup	12	8	201	0.00221	42.601
2	Bus	4	8	280	0.00221	19.782
3	Minivan	4	8	135	0.00221	9.538
4	Camión 5 a 15 tn	6	8	520	0.00221	55.106
5	Camión cisterna 4x4 (Agua)	2	8	122	0.00221	4.310
6	Camión grúa 10 a 20 tn	4	8	473	0.00221	33.417
7	Motoniveladora	1	8	200	0.00221	3.532
8	Rodillo Liso compactador	1	8	120	0.00221	2.119
9	Vibro pisonador y plancha compactadora	12	8	5	0.00221	1.060
10	Grupo electrógeno	8	8	13	0.00221	1.837
11	Torre de Iluminación	4	8	10	0.00221	0.706
12	Retroexcavadora	6	8	101	0.00221	10.703
13	Tracto sobre Orugas (Bulldozer)	3	8	264	0.00221	13.988
14	Minicargador	4	8	74	0.00221	5.228
15	Mezcladora de concreto	10	8	23	0.00221	4.062
16	Vibrador para concreto	8	8	5.5	0.00221	0.777
17	Camión Mixer	8	8	371	0.00221	52.422
18	Camión Volquete 15 m3	10	8	450	0.00221	79.480
19	Frenadora 10 Ton	4	8	5.4	0.00221	0.382
20	Malacate 10 Ton	5	8	6.5	0.00221	0.574
21	Motor tensión U-6	4	8	6	0.00221	0.424
22	Frenadora 4 Ton(riega)	4	8	4.3	0.00221	0.304

Ítem	Maquinaria	Cantidad	Horas/día*	Caballos de Fuerza	Factor de emisión (kg/hr)	Emisión Total PM ₁₀ (Kg/día)
23	Malacate 4 ton(riega)	4	8	3.5	0.00221	0.247
24	Equipos Menores	4	8	5.6	0.00221	0.396
25	Cargador frontal	3	8	155	0.00221	8.213
26	Excavadora sobre orugas	3	8	325	0.00221	17.221
27	Motosierra	4	8	4.5	0.00221	0.318
28	Trackdrill	2	8	120	0.00221	4.239
29	Rodillo y Compactadora	1	8	85	0.00221	1.501
30	Comprensora	3	8	85	0.00221	4.504

Elaborado por FCISA

(*) Se considerado horario laboral de manera referencial. ya que el uso de la maquinaria no es continuo

Tabla 2.4-12. Cálculo de Emisiones de Material Particulado (PM_{2.5}) por movimiento de tierras – Etapa de Construcción

Ítem	Maquinaria	Cantidad	Horas/día*	Caballos de Fuerza	Factor de emisión (kg/hr)	Emisión Total PM _{2.5} (Kg/día)
1	Camionetas Pickup	12	8	201	0.00221	42.601
2	Bus	4	8	280	0.00221	19.782
3	Minivan	4	8	135	0.00221	9.538
4	Camión 5 a 15 tn	6	8	520	0.00221	55.106
5	Camión cisterna 4x4 (Agua)	2	8	122	0.00221	4.310
6	Camión grúa 10 a 20 tn	4	8	473	0.00221	33.417
7	Motoniveladora	1	8	200	0.00221	3.532
8	Rodillo Liso compactador	1	8	120	0.00221	2.119
9	Vibro pisonador y plancha compactadora	12	8	5	0.00221	1.060
10	Grupo electrógeno	8	8	13	0.00221	1.837
11	Torre de Iluminación	4	8	10	0.00221	0.706

Ítem	Maquinaria	Cantidad	Horas/día*	Caballos de Fuerza	Factor de emisión (kg/hr)	Emisión Total PM _{2.5} (Kg/día)
12	Retroexcavadora	6	8	101	0.00221	10.703
13	Tracto sobre Orugas (Bulldozer)	3	8	264	0.00221	13.988
14	Minicargador	4	8	74	0.00221	5.228
15	Mezcladora de concreto	10	8	23	0.00221	4.062
16	Vibrador para concreto	8	8	5.5	0.00221	0.777
17	Camión Mixer	8	8	371	0.00221	52.422
18	Camión Volquete 15 m3	10	8	450	0.00221	79.480
19	Frenadora 10 Ton	4	8	5.4	0.00221	0.382
20	Malacate 10 Ton	5	8	6.5	0.00221	0.574
21	Motor tensión U-6	4	8	6	0.00221	0.424
22	Frenadora 4 Ton(riega)	4	8	4.3	0.00221	0.304
23	Malacate 4 ton(riega)	4	8	3.5	0.00221	0.247
24	Equipos Menores	4	8	5.6	0.00221	0.396
25	Cargador frontal	3	8	155	0.00221	8.213
26	Excavadora sobre orugas	3	8	325	0.00221	17.221
27	Motosierra	4	8	4.5	0.00221	0.318
28	Trackdrill	2	8	120	0.00221	4.239
29	Rodillo y Compactadora	1	8	85	0.00221	1.501
30	Comprensora	3	8	85	0.00221	4.504

Elaborado por FCISA

(*) Se considerado horario laboral de manera referencial. ya que el uso de la maquinaria no es continuo

Tabla 2.4-13. Cálculo de Emisiones de Material Particulado (PM_{10}) por movimiento de tierras – Etapa de Operación

Ítem	Maquinaria	Cantidad	Horas/día*	Caballos de Fuerza	Factor de emisión (kg/hr)	Emisión Total PM_{10} (Kg/día)
1	Camionetas Pickup	12	8	201	0.00221	42.601
3	Minivan	4	8	135	0.00221	9.538
6	Camión grúa 10 a 20 tn	4	8	473	0.00221	33.417
10	Grupo electrógeno	8	8	13	0.00221	1.837

Elaborado por FCISA

(*) Se considerado horario laboral de manera referencial. ya que el uso de la maquinaria no es continuo

Tabla 2.4-14. Cálculo de Emisiones de Material Particulado ($PM_{2.5}$) por movimiento de tierras – Etapa de Operación

Ítem	Maquinaria	Cantidad	Horas/día*	Caballos de Fuerza	Factor de emisión (kg/hr)	Emisión Total $PM_{2.5}$ (Kg/día)
1	Camionetas Pickup	12	8	201	0.00221	42.601
3	Minivan	4	8	135	0.00221	9.538
6	Camión grúa 10 a 20 tn	4	8	473	0.00221	33.417
10	Grupo electrógeno	8	8	13	0.00221	1.837

Elaborado por FCISA

(*) Se considerado horario laboral de manera referencial. ya que el uso de la maquinaria no es continuo

Tabla 2.4-15. Cálculo de Emisiones de Material Particulado (PM₁₀) por movimiento de tierras – Etapa de Abandono

Ítem	Maquinaria	Cantidad	Horas/día*	Caballos de Fuerza	Factor de emisión (kg/hr)	Emisión Total PM ₁₀ (Kg/día)
1	Camionetas Pickup	12	8	201	0.00221	42.601
3	Minivan	4	8	135	0.00221	9.538
4	Camión 5 a 15 tn	6	8	520	0.00221	55.106
6	Camión grúa 10 a 20 tn	4	8	473	0.00221	33.417
10	Grupo electrógeno	8	8	13	0.00221	1.837
12	Retroexcavadora	6	8	101	0.00221	10.703
14	Minicargador	4	8	74	0.00221	5.228
18	Camión Volquete 15 m3	10	8	450	0.00221	79.480

Elaborado por FCISA

(*) Se considerado horario laboral de manera referencial. ya que el uso de la maquinaria no es continuo

Tabla 2.4-16. Cálculo de Emisiones de Material Particulado (PM_{2.5}) por movimiento de tierras – Etapa de Abandono

Ítem	Maquinaria	Cantidad	Horas/día*	Caballos de Fuerza	Factor de emisión (kg/hr)	Emisión Total PM _{2.5} (Kg/día)
1	Camionetas Pickup	12	8	201	0.00221	42.601
3	Minivan	4	8	135	0.00221	9.538
4	Camión 5 a 15 tn	6	8	520	0.00221	55.106
6	Camión grúa 10 a 20 tn	4	8	473	0.00221	33.417
10	Grupo electrógeno	8	8	13	0.00221	1.837
12	Retroexcavadora	6	8	101	0.00221	10.703
14	Minicargador	4	8	74	0.00221	5.228
18	Camión Volquete 15 m3	10	8	450	0.00221	79.480

Elaborado por FCISA

(*) Se considerado horario laboral de manera referencial. ya que el uso de la maquinaria no es continuo

2.4.9.2. Emisión de gases

En el presente ítem se entrega información referencial de las emisiones atmosféricas. Para el cálculo de la estimación de emisiones atmosféricas se tuvo en cuenta los vehículos tomando en cuenta cálculo de factores de emisión MOVES2014b (EPA).

$$EF_{adj(HC,CO,NOx)} = EF_{ss} \times TAF \times DF$$

Fuente: Exhaust and crankcase emission factors for noanroad compression-ignition engines in MOVES2014, Equation 1

Dónde:

- EF_{adj} = Factor de emisión ajustado (g/hp.hr)
- EF_{ss} = Factor de emisión en estado estacionario 0 horas ((g/hp.hr)
- TAF = Factor de transitorio (adimensional)
- DF = Factor de deterioro (adimensional)
- Para el presente estudio se tomó en cuenta los parámetros: CO y NOx
- Los equipos fueron considerado tipo Tier 3

Se tomó en cuenta escenario desfavorable (es decir final de la vida útil de equipos) para ello se tomó en cuenta $DF = 1 + A$ donde factor de deterioro A se tomó de la Tabla A6 (Exhaust and crankcase emission factors for noanroad compression-ignition engines in MOVES2014b).

Monóxido de carbono

Tabla 2.4-17. Cálculo de Emisiones de gases de combustión (CO) – Etapa de construcción

Ítem	Maquinaria	Potencia Nominal (HP)	Tier	EFss	TAF	Tabla A6 (Constante para Tier 3)	DF	Horas/día	Total HP.Hr	Factor Emisión (g/hp-Hr)	Emisión Total de CO (kg/día)
1	Camionetas Pickup	201	3	0.392	2.57	0.151	1.151	8	1608	1.16	1864.58
2	Bus	280	3	0.392	2.57	0.151	1.151	8	2240	1.16	2597.42
3	Minivan	135	3	0.867	2.57	0.151	1.151	8	1080	2.56	2769.82
4	Camión 5 a 15 tn	520	3	0.867	2.57	0.151	1.151	8	4160	2.56	10668.93
5	Camión cisterna 4x4 (Agua)	122	3	0.392	2.57	0.151	1.151	8	976	1.16	1131.73
6	Camión grúa 10 a 20 tn	473	3	0.867	1	0.151	1.151	8	3784	1.00	3776.12
7	Motoniveladora	200	3	0.867	1	0.151	1.151	8	1600	1.00	1596.67
8	Rodillo Liso compactador	120	3	0.867	1	0.151	1.151	8	960	1.00	958.00
9	Vibro pisonador y plancha compactadora	5	3	2.251	1	0.151	1.151	8	40	2.59	103.64
10	Grupo electrógeno	13	3	0.047	1.53	0.151	1.151	8	104	0.08	8.61
11	Torre de Iluminación	10	3	0.006	0	0.151	1.151	8	80	0.00	0.00
12	Retroexcavadora	101	3	0.055	1.53	0.151	1.151	8	808	0.10	78.26
13	Tracto sobre Orugas (Bulldozer)	264	3	0.748	1.53	0.151	1.151	8	2112	1.32	2782.03
14	Minicargador	74	3	0.867	2.57	0.151	1.151	8	592	2.56	1518.27
15	Mezcladora de concreto	23	3	1.362	2.57	0.151	1.151	8	184	4.03	741.32
16	Vibrador para concreto	5.5	3	2.251	1	0.151	1.151	8	44	2.59	114.00
17	Camión Mixer	371	3	0.843	1	0.151	1.151	8	2968	0.97	2879.83
18	Camión Volquete 15 m3	450	3	0.867	1	0.151	1.151	8	3600	1.00	3592.50
19	Frenadora 10 Ton	5.4	3	0.006	0.01	0.151	1.151	8	43.2	0.00	0.00
20	Malacate 10 Ton	6.5	3	0.004	0.39	0.151	1.151	8	52	0.00	0.09

Ítem	Maquinaria	Potencia Nominal (HP)	Tier	EFss	TAF	Tabla A6 (Constante para Tier 3)	DF	Horas/día	Total HP.Hr	Factor Emisión (g/hp-Hr)	Emisión Total de CO (kg/día)
21	Motor tensión U-6	6	3	0.004	0.36	0.151	1.151	8	48	0.00	0.08
22	Frenadora 4 Ton(riega)	4.3	3	0.004	0.01	0.151	1.151	8	34.4	0.00	0.00
23	Malacate 4 ton(riega)	3.5	3	0.003	0.34	0.151	1.151	8	28	0.00	0.03
24	Equipos Menores	5.6	3	0.004	0	0.151	1.151	8	44.8	0.00	0.00
25	Cargador frontal	155	3	0.867	2.57	0.151	1.151	8	1240	2.56	3180.16
26	Excavadora sobre orugas	325	3	0.867	1.53	0.151	1.151	8	2600	1.53	3969.71
27	Motosierra	4.5	3	0.008	0.41	0.151	1.151	8	36	0.00	0.14
28	Trackdrill	120	3	0.748	1.53	0.151	1.151	8	960	1.32	1264.56
29	Rodillo y Compactadora	85	3	0.867	1.53	0.151	1.151	8	680	1.53	1038.23
30	Comprensora	85	3	0.867	1.53	0.151	1.151	8	680	1.53	1038.23

Elaborado por FCISA

(*) Se considerado horario laboral de manera referencial. ya que el uso de la maquinaria no es continuo

Tabla 2.4-18. Cálculo de Emisiones de gases de combustión (CO) – Etapa de operación - mantenimiento

Ítem	Maquinaria	Potencia Nominal (HP)	Tier	EFss	TAF	Tabla A6 (Constante para Tier 3)	DF	Horas/día	Total HP.Hr	Factor Emisión (g/hp-Hr)	Emisión Total de CO (kg/día)
1	Camionetas Pickup	201	3	0.392	2.57	0.151	1.151	8	1608	1.16	1864.58
3	Minivan	135	3	0.867	2.57	0.151	1.151	8	1080	2.56	2769.82
6	Camión grúa 10 a 20 tn	473	3	0.867	1	0.151	1.151	8	3784	1.00	3776.12
10	Grupo electrógeno	13	3	0.047	1.53	0.151	1.151	8	104	0.08	8.61

Elaborado por FCISA

(*) Se considerado horario laboral de manera referencial. ya que el uso de la maquinaria no es continuo

Tabla 2.4-19. Cálculo de Emisiones de gases de combustión (CO) – Etapa de abandono

Ítem	Maquinaria	Potencia Nominal (HP)	Tier	EFss	TAF	Tabla A6 (Constante para Tier 3)	DF	Horas/día	Total HP.Hr	Factor Emisión (g/hp-Hr)	Emisión Total de CO (kg/día)
1	Camionetas Pickup	201	3	0.392	2.57	0.151	1.151	8	1608	1.16	1864.58
3	Minivan	135	3	0.867	2.57	0.151	1.151	8	1080	2.56	2769.82
4	Camión 5 a 15 tn	520	3	0.867	2.57	0.151	1.151	8	4160	2.56	10668.93
6	Camión grúa 10 a 20 tn	473	3	0.867	1	0.151	1.151	8	3784	1.00	3776.12
10	Grupo electrógeno	13	3	0.047	1.53	0.151	1.151	8	104	0.08	8.61
12	Retroexcavadora	101	3	0.055	1.53	0.151	1.151	8	808	0.10	78.26
14	Minicargador	74	3	0.867	2.57	0.151	1.151	8	592	2.56	1518.27
18	Camión Volquete 15 m3	450	3	0.867	1	0.151	1.151	8	3600	1.00	3592.50

Elaborado por FCISA

(*) Se considerado horario laboral de manera referencial. ya que el uso de la maquinaria no es continuo

Óxidos de nitrógeno

Tabla 2.4-20. Cálculo de Emisiones de gases de combustión (NOx) – Etapa de construcción

Ítem	Maquinaria	Potencia Nominal (HP)	Tier	EFss	TAF	Tabla A6 (Constante para Tier 3)	DF	Horas/día	Total HP.Hr	Factor Emisión (g/hp-Hr)	Emisión Total de NOx (kg/día)
1	Camionetas Pickup	201	3	3	1.21	0.008	1.008	8	1608	3.66	5883.74
2	Bus	280	3	3	2.5	0.008	1.008	8	2240	7.56	16934.40
3	Minivan	135	3	3	2.5	0.008	1.008	8	1080	7.56	8164.80
4	Camión 5 a 15 tn	520	3	2.5	1.21	0.008	1.008	8	4160	3.05	12684.67
5	Camión cisterna 4x4 (Agua)	122	3	2.5	1	0.008	1.008	8	976	2.52	2459.52
6	Camión grúa 10 a 20 tn	473	3	2.5	1.21	0.008	1.008	8	3784	3.05	11538.17
7	Motoniveladora	200	3	2.5	1	0.008	1.008	8	1600	2.52	4032.00
8	Rodillo Liso compactador	120	3	2.5	1	0.008	1.008	8	960	2.52	2419.20
9	Vibro pisonador y plancha compactadora	5	3	4.163	1	0.008	1.008	8	40	4.20	167.85
10	Grupo electrógeno	13	3	2.184	1.04	0.008	1.008	8	104	2.29	238.11
11	Torre de Iluminación	10	3	0.006	0.005	0.008	1.008	8	80	0.00	0.00
12	Retroexcavadora	101	3	2.218	1.04	0.008	1.008	8	808	2.33	1878.74
13	Tracto sobre Orugas (Bulldozer)	264	3	2.5	1.04	0.008	1.008	8	2112	2.62	5535.13
14	Minicargador	74	3	2.5	1.21	0.008	1.008	8	592	3.05	1805.13
15	Mezcladora de concreto	23	3	3.744	1	0.008	1.008	8	184	3.77	694.41
16	Vibrador para concreto	5.5	3	2.218	1	0.008	1.008	8	44	2.24	98.37
17	Camión Mixer	371	3	2.5	1	0.008	1.008	8	2968	2.52	7479.36
18	Camión Volquete 15 m3	450	3	2.5	1.21	0.008	1.008	8	3600	3.05	10977.12
19	Frenadora 10 Ton	5.4	3	0.06	0.27	0.008	1.008	8	43.2	0.02	0.71
20	Malacate 10 Ton	6.5	3	0.05	0.325	0.008	1.008	8	52	0.02	0.85

Ítem	Maquinaria	Potencia Nominal (HP)	Tier	EFss	TAF	Tabla A6 (Constante para Tier 3)	DF	Horas/día	Total HP.Hr	Factor Emisión (g/hp-Hr)	Emisión Total de NOx (kg/día)
21	Motor tensión U-6	6	3	0.05	0.3	0.008	1.008	8	48	0.02	0.73
22	Frenadora 4 Ton(riega)	4.3	3	0.05	0.27	0.008	1.008	8	34.4	0.01	0.47
23	Malacate 4 ton(riega)	3.5	3	0.05	0.235	0.008	1.008	8	28	0.01	0.33
24	Equipos Menores	5.6	3	0.01	0.75	0.008	1.008	8	44.8	0.01	0.34
25	Cargador frontal	155	3	2.5	1.21	0.008	1.008	8	1240	3.05	3781.01
26	Excavadora sobre orugas	325	3	2.5	1.04	0.008	1.008	8	2600	2.62	6814.08
27	Motosierra	4.5	3	0.06	0.27	0.008	1.008	8	36	0.02	0.59
28	Trackdrill	120	3	0.05	0.6	0.008	1.008	8	960	0.03	29.03
29	Rodillo y Compactadora	85	3	2.5	1	0.008	1.008	8	680	2.52	1713.60
30	Comprensora	85	3	2.5	1	0.008	1.008	8	680	2.52	1713.60

Elaborado por FCISA

(*) Se considerado horario laboral de manera referencial. ya que el uso de la maquinaria no es continuo

Tabla 2.4-21. Cálculo de Emisiones de gases de combustión (NOx) – Etapa de operación y mantenimiento

Ítem	Maquinaria	Potencia Nominal (HP)	Tier	EFss	TAF	Tabla A6 (Constante para Tier 3)	DF	Horas/día	Total HP.Hr	Factor Emisión (g/hp-Hr)	Emisión Total de NOx (kg/día)
1	Camionetas Pickup	201	3	3	1.21	0.008	1.008	8	1608	3.66	5883.74
3	Minivan	135	3	3	2.5	0.008	1.008	8	1080	7.56	8164.80
4	Camión 5 a 15 tn	520	3	2.5	1.21	0.008	1.008	8	4160	3.05	12684.67
6	Camión grúa 10 a 20 tn	473	3	2.5	1.21	0.008	1.008	8	3784	3.05	11538.17
10	Grupo electrógeno	13	3	2.184	1.04	0.008	1.008	8	104	2.29	238.11

Elaborado por FCISA

(*) Se considerado horario laboral de manera referencial. ya que el uso de la maquinaria no es continuo

Tabla 2.4-22. Cálculo de Emisiones de gases de combustión (NOx) – Etapa de construcción

Ítem	Maquinaria	Potencia Nominal (HP)	Tier	EFss	TAF	Tabla A6 (Constante para Tier 3)	DF	Horas/día	Total HP.Hr	Factor Emisión (g/hp-Hr)	Emisión Total de NOx (kg/día)
1	Camionetas Pickup	201	3	3	1.21	0.008	1.008	8	1608	3.66	5883.74
3	Minivan	135	3	3	2.5	0.008	1.008	8	1080	7.56	8164.80
4	Camión 5 a 15 tn	520	3	2.5	1.21	0.008	1.008	8	4160	3.05	12684.67
6	Camión grúa 10 a 20 tn	473	3	2.5	1.21	0.008	1.008	8	3784	3.05	11538.17
10	Grupo electrógeno	13	3	2.184	1.04	0.008	1.008	8	104	2.29	238.11
12	Retroexcavadora	101	3	2.218	1.04	0.008	1.008	8	808	2.33	1878.74
14	Minicargador	74	3	2.5	1.21	0.008	1.008	8	592	3.05	1805.13
18	Camión Volquete 15 m3	450	3	2.5	1.21	0.008	1.008	8	3600	3.05	10977.12

Elaborado por FCISA

(*) Se considerado horario laboral de manera referencial. ya que el uso de la maquinaria no es continuo

2.4.10. Generación de ruidos

2.4.10.1. Etapa de construcción y abandono

Durante las actividades de construcción y abandono, se generarán niveles sonoros por el uso de maquinarias, los cuales podrían incrementarse en caso los equipos y maquinarias no se encuentren en buen estado de funcionamiento. La principal fuente generadora de ruido provendrá del uso de la maquinaria y el equipo pesado que se empleará durante la etapa de construcción y abandono.

Se presenta a continuación el estimado de los niveles de ruido de equipos y maquinarias para lo cual se utilizó los datos de la norma técnica británica BS-5228. La norma británica BS-5228 entrega un nivel de presión sonora equivalente estandarizado a 10 metros de distancia de la maquinaria.

Tabla 2.4-23. Estimación de los niveles de ruido en la etapa de construcción

Ítem	Equipo	Cantidad	Potencia (HP)	Distancia (m)	Nivel de ruido (db)
1	Camionetas Pickup	12	201	10	70
2	Bus	4	280	10	65
3	Minivan	4	135	10	65
4	Camión 5 a 15 tn	6	520	10	70
5	Camión cisterna 4x4 (Agua)	2	122	10	70
6	Camión grúa 10 a 20 tn	4	473	10	80
7	Motoniveladora	1	200	10	70
8	Rodillo Liso compactador	1	120	10	85
9	Vibro pisonador y plancha compactadora	12	5	10	85
10	Grupo electrógeno	8	13	10	70
11	Torre de Iluminación	4	10	10	65
12	Retroexcavadora	6	101	10	80
13	Tracto sobre Orugas (Bulldozer)	3	264	10	75
14	Minicargador	4	74	10	70
15	Mezcladora de concreto	10	23	10	75
16	Vibrador para concreto	8	5.5	10	80
17	Camión Mixer	8	371	10	70
18	Camión Volquete 15 m3	10	450	10	70
19	Frenadora 10 Ton	4	5.4	10	75
20	Malacate 10 Ton	5	6.5	10	50
21	Motor tensión U-6	4	6	10	65
22	Frenadora 4 Ton(riega)	4	4.3	10	65
23	Malacate 4 ton(riega)	4	3.5	10	50
24	Equipos Menores	4	5.6	10	65
25	Cargador frontal	3	155	10	80

Ítem	Equipo	Cantidad	Potencia (HP)	Distancia (m)	Nivel de ruido (db)
26	Excavadora sobre orugas	3	325	10	75
27	Motosierra	4	4.5	10	75
28	Trackdrill	2	120	10	75
29	Rodillo y Compactadora	1	85	10	75
30	Comprensora	3	85	10	80

Fuente: BSI British Standards, BS 5228-1:2009, Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise

2.4.10.2. Etapa de operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación por las actividades de inspección de campo y labores de mantenimiento, es posible que se generen emisiones sonoras en caso de uso inadecuado de los elementos sonoros de los vehículos para transporte de personal. Por lo que, se capacitará a los conductores sobre el uso correcto de los elementos sonoros de los vehículos.

Tabla 2.4-24. Estimación de los niveles de ruido en la etapa de operación y mantenimiento.

Ítem	Equipo	Cantidad	Potencia (HP)	Distancia (m)	Nivel de ruido (db)
1	Camionetas Pickup	2	201	10	70
3	Minivan	2	135	10	65
6	Camión grúa 10 a 20 tn	2	473	10	80
10	Grupo electrógeno	2	13	10	70

Fuente: BSI British Standards, BS 5228-1:2009, Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise

2.4.10.3. Etapa de abandono

Durante la etapa de abandono es posible que se generen emisiones sonoras en caso de uso inadecuado de los elementos sonoros de los vehículos para transporte de personal. Por lo que, se capacitará a los conductores sobre el uso correcto de los elementos sonoros de los vehículos.

Tabla 2.4-25. Estimación de los niveles de ruido en la etapa de abandono.

Ítem	Equipo	Cantidad	Potencia (HP)	Distancia (m)	Nivel de ruido (db)
1	Camionetas Pickup	12	201	10	70
3	Minivan	4	135	10	65
4	Camión 5 a 15 tn	6	520	10	70
6	Camión grúa 10 a 20 tn	4	473	10	80
10	Grupo electrógeno	8	13	10	70
12	Retroexcavadora	6	101	10	80
14	Minicargador	4	74	10	70
18	Camión Volquete 15 m3	10	450	10	70

Fuente: BSI British Standards, BS 5228-1:2009, Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise

2.4.11. Generación de vibraciones

Para la estimación de las vibraciones se utilizó la publicación: *Consejería de Empleo, Turismo y Cultura, Comunidad de Madrid (2012), Ruido y vibraciones en la maquinaria de obra*, la cual establece los siguientes niveles de vibración. A continuación, se presenta la estimación de vibraciones por etapas.

Tabla 2.4-26. Estimación de vibración de las maquinarias y equipos en la etapa de construcción

Ítem	Equipo	Cantidad	Potencia (HP)	Vibraciones (m/s ²)
1	Camionetas Pickup	12	201	0
2	Bus	4	280	0
3	Minivan	4	135	0
4	Camión 5 a 15 tn	6	520	1
5	Camión cisterna 4x4 (Agua)	2	122	1
6	Camión grúa 10 a 20 tn	4	473	0
7	Motoniveladora	1	200	0.5
8	Rodillo Liso compactador	1	120	1
9	Vibro pisonador y plancha compactadora	12	5	12
10	Grupo electrógeno	8	13	0.2
11	Torre de Iluminación	4	10	0.2
12	Retroexcavadora	6	101	0.5
13	Tracto sobre Orugas (Bulldozer)	3	264	0.6
14	Minicargador	4	74	0.5
15	Mezcladora de concreto	10	23	1
16	Vibrador para concreto	8	5.5	1.5
17	Camión Mixer	8	371	1.2
18	Camión Volquete 15 m3	10	450	1
19	Frenadora 10 Ton	4	5.4	3
20	Malacate 10 Ton	5	6.5	3
21	Motor tensión U-6	4	6	1.5
22	Frenadora 4 Ton(riega)	4	4.3	2.5
23	Malacate 4 ton(riega)	4	3.5	2.5
24	Equipos Menores	4	5.6	3.5

Ítem	Equipo	Cantidad	Potencia (HP)	Vibraciones (m/s ²)
25	Cargador frontal	3	155	0.5
26	Excavadora sobre orugas	3	325	0.6
27	Motosierra	4	4.5	3
28	Trackdrill	2	120	15
29	Rodillo y Compactadora	1	85	0.3
30	Comprensora	3	85	0.2

Fuente: Consejería de Empleo, Turismo y Cultura, Comunidad de Madrid (2012), Ruido y vibraciones en la maquinaria de obra.

Tabla 2.4-27. Estimación de vibración de las maquinarias en la etapa de operación y mantenimiento

Ítem	Equipo	Cantidad	Potencia (HP)	Vibraciones (m/s ²)
1	Camionetas Pickup	2	201	0
3	Minivan	2	135	0
6	Camión grúa 10 a 20 tn	2	473	0
10	Grupo electrógeno	2	13	0.2

Fuente: Consejería de Empleo, Turismo y Cultura, Comunidad de Madrid (2012), Ruido y vibraciones en la maquinaria de obra.

Tabla 2.4-28. Estimación de los niveles de ruido en la etapa de abandono.

Ítem	Equipo	Cantidad	Potencia (HP)	Vibraciones (m/s ²)
1	Camionetas Pickup	12	201	0
3	Minivan	4	135	0
4	Camión 5 a 15 tn	6	520	1
6	Camión grúa 10 a 20 tn	4	473	0
10	Grupo electrógeno	8	13	0.2
12	Retroexcavadora	6	101	0.5
14	Minicargador	4	74	0.5
18	Camión Volquete 15 m3	10	450	1

Fuente: BSI British Standards, BS 5228-1:2009, Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise

2.4.12. Generación de radiaciones

2.4.12.1. Etapa de construcción y abandono

No se espera la generación de niveles elevados de radiaciones no ionizantes en la etapa de construcción y abandono del proyecto.

2.4.12.2. Etapa de operación

Para la etapa de operación se generarán ciertos niveles de radiaciones no ionizantes, para lo cual se ha establecido un monitoreo de campos electromagnéticos a fin que se

verifique que el nivel se encuentre dentro de los rangos tolerables con lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Radiaciones no ionizantes (Decreto Supremo N° 010-2005-PCM). Asimismo, es importante indicar que las mediciones de radiaciones no ionizantes en los puntos de muestreo de línea base se encuentran por debajo de lo establecido en el Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes (D.S N° 010-2005-PCM).

2.5. Demanda de mano de obra, tiempo e inversión

2.5.1. Demanda de mano de obra

El requerimiento de mano de obra estará directamente relacionado a los avances de la implementación del proyecto, dependerá del cronograma de ejecución, disponibilidad de personal requerido y condiciones técnicas específicas.

Durante la etapa de construcción, operación y mantenimiento y abandono se requerirá la contratación de mano de obra calificada y no calificada.

El personal de mano de obra calificada soporta el aspecto técnico de la ejecución de las obras, mientras que, el personal de mano de obra no calificada provendrá de los distritos atravesados por la línea de transmisión.

Para la contratación de mano de obra no calificada se tendrá prioridad a los pobladores de las comunidades y localidades cercanas, los cuales deberán cumplir con el perfil solicitado, estado de salud y antecedentes solicitados. En caso estos no cumplan con las exigencias de seguridad, salud, antecedentes que la normativa exige, se optará por personal de otros lugares.

Tabla 2.5-1. Cantidad estimada de personal a contratar – Línea de transmisión

Descripción	Calificada	No calificada
Personal – Obras civiles	80	40
Personal - Montaje	80	40
Personal - Tendido	60	30
Total	220	110

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

La cantidad de personal para la construcción de las subestaciones asociadas al proyecto se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2.5-2. Cantidad estimada de personal a contratar – Subestaciones asociadas.

Subestaciones	Calificada	No calificada
Ampliación San Jose	40	30
Ampliación Yarabamba	40	30
Total	80	60

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

La siguiente tabla muestra la cantidad de mano de obra requerida para todas las etapas del proyecto:

Tabla 2.5-3. Mano de obra estimada por etapa

Etapas	Mano de obra				Total por etapa
	Calificada		No calificada		
	Local	Foránea	Local	Foránea	
Construcción	15	285	43	127	470
Operación	2	-	2	-	4
Abandono	2	33	4	11	50
Total	19	318	49	138	524

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

2.5.2. Tiempo de ejecución

Tabla 2.5-4. Cronograma de ejecución - Etapas de planificación y construcción.

Etapa	Componente	Actividades	Meses																					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Construcción	Todos los componentes	Contratación de personal y servicios locales	■	■																				
		Demarcación de áreas y frentes de trabajo			■																			
		Transporte del personal, equipos y materiales (involucra al uso de accesos)				■																		
		Habilitación de áreas de trabajo (incluye limpieza y desbroce)					■																	
		Gestión de interferencias				■	■																	
	Línea de Transmisión (LT) aéreas	Excavaciones y adecuación del área.				■	■	■	■	■	■	■	■											
		Cimentaciones, fundaciones y obras de protección.						■	■	■	■	■	■	■	■									
		Montaje de estructuras, aisladores y accesorios (Vestida de la torre)							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
		Tendido del conductor, fibra óptica y cable de guarda.																	■	■	■			
		Instalación y medición de puesta a tierra.											■	■	■	■								
		Pruebas eléctricas de preoperatividad																			■	■	■	
		Abandono constructivo																				■	■	■
	Subestaciones	Obras civiles								■	■	■	■	■	■	■	■	■						
		Obras electromecánicas															■	■	■	■	■	■		
		Abandono constructivo																				■	■	
	Componentes auxiliares	Almacenes temporales y oficinas de obras temporales	■	■																				
		Accesos nuevos			■	■																		
		Abandono constructivo																					■	■

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Tabla 2.5-5. Cronograma de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

Etapas	Componentes	Actividades	Años						
			1	2	3	4	5	30
Operación y mantenimiento	Subestación Eléctrica San José	Operación de SE San José							
	Subestación Eléctrica Yarabamba	Operación SE Yarabamba							
	Línea de transmisión	Transmisión de energía							
	Línea de transmisión Subestación Eléctrica	Transporte de maquinarias, equipos y personal							
		Mantenimiento preventivo							
		Mantenimiento correctivo							

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

Tabla 2.5-6. Cronograma de la etapa de abandono del proyecto

Etapas	Componentes	Actividades	Meses				
			1	2	3	4	5
Abandono	Línea de transmisión	Contratación de personal y servicios locales					
		Transporte de personal, materiales y equipos					
		Desconexión y desenergización					
	Subestación Eléctrica San José	Desmontaje de conductores, cables de guarda, aislador y accesorios					
	Subestación Eléctrica Yarabamba	Desmontaje y demolición de cimentación de las estructuras					
		Desmontaje del equipamiento electromecánico de las subestaciones					
		Limpieza y rehabilitación de las áreas ocupadas					

Fuente: Consorcio Transmantaro S.A.

2.5.3. Inversión del proyecto

En relación con los montos de inversión del Proyecto, se indica que se ejecutará inversiones por un monto de US\$ 26,552,462.92 (veintiséis millones quinientos cincuenta y dos mil cuatrocientos sesenta y dos dólares americanos con noventa y dos centavos).

2.5.4. Tiempo de vida útil del proyecto

La vida útil del Proyecto será de 30 años, y se encontrará supeditado a la renovación de la concesión por parte de CTM o cuando el concedente (Estado Peruano) lo considere.

2.6. Anexos

En la siguiente tabla se presenta el listado de anexos correspondientes al presente capítulo.

Anexos: Capítulo IV Descripción del proyecto

Ítem	Contenido	Anexo
01	Mapas temáticos	Anexo N° 2.1
02	Mapa de ubicación del proyecto	Anexo N° 2.1.1
03	Mapa de componentes del proyecto	Anexo N° 2.1.2
04	Mapa de alternativas	Anexo N° 2.1.3
05	Mapa informativo SERNANP	Anexo N° 2.2
06	Diagrama unifilar	Anexo N° 2.3
07	Planos	Anexo N° 2.4

Elaborado por: FCISA, 2024