

CUSTOM
Logo

INFORME DE DISEÑO DE LA SUBESTACIÓN

Planta FV Webinar ES

2023/11/22

AVISO LEGAL

Este informe ("Informe") es proporcionado por Rated Power S.L. ("RatedPower") para el uso del Cliente, que ha suscrito un acuerdo escrito con RatedPower. Sin embargo, RatedPower no hace representaciones o garantías de ningún tipo, expresas o implícitas, en cuanto a la exactitud, integridad, idoneidad o fiabilidad del Informe, y no será responsable de los daños y perjuicios de cualquier tipo que surjan o en relación al uso del Informe por parte del Cliente. El Cliente puede proporcionar a RatedPower su logotipo para su colocación en el Informe. El Cliente declara y garantiza que tiene todos los derechos y permisos necesarios para utilizar e incluir el logotipo en el Informe, y eximirá a RatedPower de cualquier reclamación derivada del uso de dicho logotipo en el Informe.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN

2. EMPLAZAMIENTO

- 2.1. Localización
- 2.2. Topografía

3. DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN

4. CONSIDERACIONES GENERALES DE LA SUBESTACIÓN

- 4.1. Características medioambientales
- 4.2. Corrientes de cortocircuito
- 4.3. Coordinación del aislamiento
- 4.4. Distancias mínimas de seguridad

5. SISTEMA DE ALTA TENSIÓN

- 5.1. Equipo de alta tensión - Posición de transformador
- 5.2. Equipo de alta tensión - Posición de línea
- 5.3. Equipo de alta tensión - Embarrado

6. EQUIPO DE ALTA TENSIÓN – POSICIÓN DE TRANSFORMADOR

- 6.1. Seccionadores
- 6.2. Interruptores
- 6.3. Transformadores de intensidad
- 6.4. Pararrayos

7. EQUIPO DE ALTA TENSIÓN – POSICIÓN DE LÍNEA

- 7.1. Seccionadores
- 7.2. Interruptores
- 7.3. Transformadores de intensidad
- 7.4. Transformadores de tensión
- 7.5. Pararrayos

8. EQUIPO DE ALTA TENSIÓN - EMBARRADO

- 8.1. Embarrado
- 8.2. Aisladores para el soporte del embarrado
- 8.3. Transformadores de tensión
- 8.4. Acople de barras

9. SISTEMA DE ALTA / MEDIA TENSIÓN – TRANSFORMADOR DE POTENCIA

- 9.1. Transformador de potencia
- 9.2. Sistema PAT
- 9.3. Pararrayos

10. SISTEMA DE MEDIA TENSIÓN

- 10.1. Celdas de MT para las líneas de entrada
- 10.2. Celdas de MT para las líneas de salida
- 10.3. Celdas de MT para medición
- 10.4. Celda de MT para servicios auxiliares
- 10.5. Banco de condensadores
- 10.6. Cables

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este informe, producido por RatedPower, es describir las especificaciones y el diseño de la subestación elevadora de la planta solar fotovoltaica, Webinar ES.

El dimensionado y los cálculos realizados en este informe se basan en los estándares IEC.

La descripción actual del proyecto podría verse sujeta a cambios en las siguientes etapas del desarrollo. Las principales características del proyecto se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Características del proyecto

Proyecto Webinar ES	
Localización	Spain, Andalucía
Capacidad de la subestación	305.8 MVA
Nivel de alta tensión	275.0 kV
Nivel de media tensión	20.0 kV
Tensión soportada a impulso tipo rayo	1050.0 kV
Frecuencia	50 Hz
Instalación	Intemperie
Tecnología	Aislamiento en aire
Configuración	doble barra
Transformadores de potencia	4

2. EMPLAZAMIENTO

2.1. Localización

La subestación a la intemperie 275.0/20.0 kV evacuará 305.8 MVA, y está ubicada en Andalucía. En la Tabla 2 se muestra información adicional sobre el emplazamiento.

Tabla 2. Características del emplazamiento

Características de la localización de la subestación	
Ciudad / Localidad	Colonia de Santa Ana
Región	Andalucía
País	Colonia de Santa Ana
Latitud	37.1 °
Longitud	-4.7 °
Altitud	416.68 m a.m.s.l.

En la Figura 1 Y Figura 2 se muestra la localización del proyecto.



Figura 1. Localización de la subestación en la región de Andalucía, en Colonia de Santa Ana



Figura 2. Vista más cercana de la subestación en la región de Andalucía

2.2. Topografía

Se ha realizado un análisis preliminar de la topografía para estudiar la disponibilidad de terreno adecuado para la construcción de la subestación eléctrica.

Los datos de elevación fueron proporcionados por el usuario en formato CSV (XYZ).

Utilizando los datos de elevación mencionados anteriormente, se realizaron movimientos de tierra para nivelar el terreno. La superficie delimitada por el área de ST definida en el KML ha sido nivelada para la instalación de la subestación. El análisis de movimientos de tierra resultó en un total de 8665.37 m³ de relleno y 8410.56 m³ de desmonte.

3. DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN

Las características del parque de 275.0 kV se muestran en la Tabla 3:

Tabla 3. Características del sistema de alta tensión

Sistema de alta tensión	
Tensión nominal	275.0 kV
Tensión más elevada para el material	300.0 kV
Intensidad de cortocircuito trifásico	50.0 kA
Instalación	Intemperie
Tecnología	Aislamiento en aire
Configuración	doble barra
Número de calles de transformador	4
Número de calles de salida	1

Con respecto al número de transformadores, en la Tabla 4 se muestra información más detallada.

Tabla 4. Características del sistema AT/MT

Transformador	Relación de transformación	Capacidad	Impedancia de cortocircuito	Índice horario
Num 1	275.0 / 20.0 kV	80.0 MVA	12.5 %	Ydn11
Num 2	275.0 / 20.0 kV	80.0 MVA	12.5 %	Ydn11
Num 3	275.0 / 20.0 kV	80.0 MVA	12.5 %	Ydn11
Num 4	275.0 / 20.0 kV	75.0 MVA	12.5 %	Ydn11

En total, 4 celdas primarias de media tensión conectan la planta FV a la subestación. Las características del sistema 20.0 kV de media tensión se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Características del sistema de media tensión

Sistema de media tensión	
Tensión nominal	20.0 kV
Tensión más elevada para el material	24.0 kV
Intensidad de cortocircuito trifásico	25.0 kA
Instalación	Interior
Tecnología	SF6
Configuración	Simple barra
Celdas primarias de media tensión	4
Celdas de salida (hacia transformadores)	4
Celdas de entrada	24

Celdas auxiliares	1
Celdas de medición	1 por sistema de MT

4. CONSIDERACIONES GENERALES DE LA SUBESTACIÓN

4.1. Características medioambientales

Las condiciones medioambientales se muestran en la Tabla 6. Estos datos han sido utilizados para calcular diferentes módulos de la subestación como por ejemplo las dimensiones de las barras, el tipo de aislador o las fuerzas que afectan al embarrado.

Tabla 6. Características medioambientales del emplazamiento

Características medioambientales	
Altitud	416.68 m a.m.s.l.
Temperatura máxima	38.97 °C
Temperatura media	16.34 °C
Temperatura mínima	-1.19 °C
Nivel de polución	Medio
Línea de fuga mínima	30 mm/kV
Velocidad del viento máxima	120 km/h
Presión del aire	70 daN/m ²

4.2. Corrientes de cortocircuito

Los niveles de cortocircuito que se han considerado a la hora de realizar el diseño eléctrico de la subestación pueden verse en la Tabla 7.

Tabla 7. Niveles de cortocircuito

Tensiones nominales del sistema	Niveles de cortocircuito
275.0 kV	50.0 kA
20.0 kV	25.0 kA

4.3. Coordinación del aislamiento

Los valores de aislamiento que se han adoptado para el estudio del equipo eléctrico y las distancias mínimas de despeje se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Los niveles de aislamiento

Niveles de aislamiento	
Tensión soportada a impulso tipo rayo	1050 kV
Tensión soportada a impulso tipo maniobra (fase-tierra)	850 kV
Tensión soportada a impulso tipo maniobra (fase-fase)	1275 kV

4.4. Distancias mínimas de seguridad

La distancia de seguridad es la mínima distancia que debería mantenerse entre la aparamenta de la subestación. Esta se compone de dos valores:

- Un valor básico que está relacionado con el nivel de aislamiento a impulso tipo rayo.
- Una distancia de seguridad que servirá para proteger al personal durante trabajos de mantenimiento. Esta distancia considera la zona de paso de las personas encargadas de la correcta operación y mantenimiento de la subestación.

La Figura 3 muestra la relación entre el valor básico y la distancia de seguridad para el personal de la subestación.

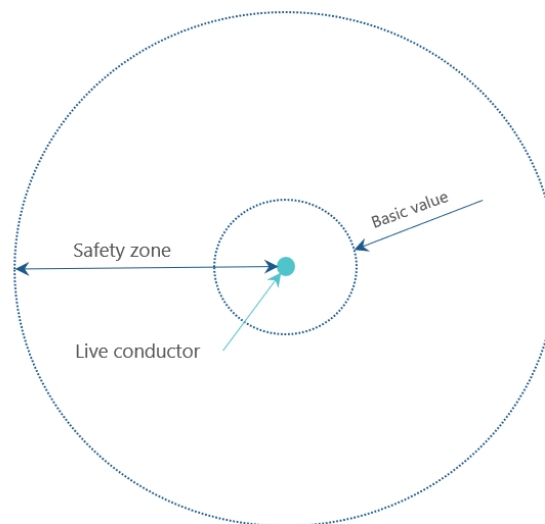


Figura 3. La distancia de seguridad es la suma del valor básico y la zona de seguridad para el personal

Valor básico

Tras el cálculo de la tensión de impulso tipo rayo, se obtienen las siguientes distancias de despeje:

- Fase-tierra 2.4 m.
- Fase-fase: 3.1 m.

El efecto de la altitud sobre el nivel del mar está considerado.

Zona de seguridad para el personal

Las distancias de seguridad tienen que estar calculadas de forma que se faciliten las maniobras de equipo de mantenimiento de la subestación. El siguiente criterio se ha adoptado:

- La altura de la persona con los brazos levantados es 2.25 m.
- La altura de la persona cuando eleva los brazos sobre un plano de trabajo perpendicular

a su eje es 1.25 m.

- El largo de la persona cuando sus brazos están estirados es 1.75 m.

Distancias mínimas de seguridad

Los conductores estarán dispuestos conforme a que cumplan las siguientes alturas:

- La conexión entre la aparamenta en el parque de la subestación se hará a una altura de 4.89 m respecto al nivel del suelo.
- Los conductores del embarrado estarán a una altura de 8.78 m respecto al nivel del suelo y soportados por aisladores.
- La línea de salida se eleva 12.67 m.

Las alturas mínimas de seguridad se muestran en la Figura 4.

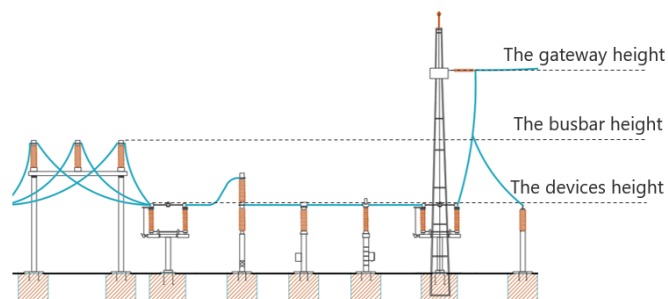


Figura 4. Las alturas mínimas de seguridad

Los siguientes valores de separación se mantendrán para ubicar la aparamenta de la subestación:

- Las fases de los conductores están separadas 4.39 m unas con respecto a las otras.
- La anchura de la calle es 17.56 m. Esta distancia también es la anchura del embarrado y el pórtico de salida de línea.
- La aparamenta debe mantener un mínimo de 4.39 m con otro elemento en la dirección de la calle.

Las mínimas distancias de seguridad del parque eléctrico se muestran en la Figura 5.

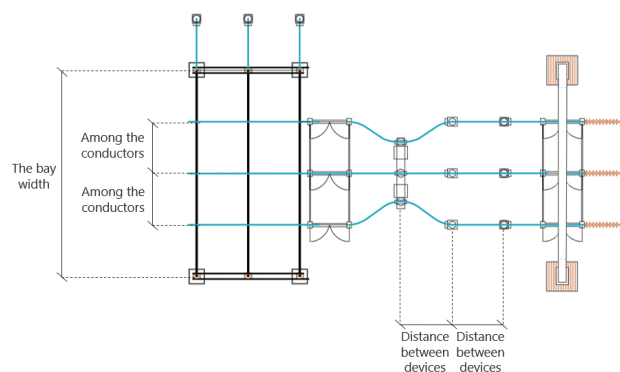


Figura 5. Las distancias mínimas de seguridad

A continuación, se presenta un resumen de las distancias que se han tenido en cuenta en las Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11 y Tabla 12.

Tabla 9. Los valores básicos.

Valores básicos	
Distancia fase-tierra	2.4 m
Distancia fase-fase	3.1 m

Tabla 10. Las distancias de seguridad para el personal.

Distancia de seguridad para el personal	
Altura del personal con los brazos levantados	2.25 m
Altura de la persona cuando eleva los brazos sobre un plano de trabajo perpendicular a su eje	1.25 m
Largo de una persona con los brazos extendidos	1.75 m

Tabla 11. Las distancias mínimas de seguridad.

Distancias mínimas de seguridad	
Entre las fases de los conductores	4.39 m
Anchura de la calle	17.56 m
Distancia entre aparamenta eléctrica	4.39 m

Tabla 12. Las alturas mínimas de seguridad.

Aparamenta	Alturas mínimas de seguridad
La altura de los dispositivos	4.89 m
La altura del embarrado	8.78 m
La altura del pórtico	12.67 m

5. SISTEMA DE ALTA TENSION

La subestación doble barra de 275.0/20.0 kV está formada por 4 calle/s de transformador, 1 calle/s de línea de salida y un sistema de 20.0 kV compuesto por 1 celda/s de media tensión que conectan la planta FV a la subestación.

Los equipos principales que se han usado para diseñar el parque de la subestación son:

- Los **interruptores** son mecanismos que permiten conectar y desconectar los circuitos eléctricos.



Figura 6. Un ejemplo de interruptor (fuente: ABB)

- Los **seccionadores** se utilizan para aislar partes del circuito de la subestación durante el mantenimiento. Son usados para controlar la corriente que fluye por los circuitos eléctricos. Operan cuando los interruptores están abiertos.



Figura 7. Un ejemplo de seccionador (fuente: ABB)

- Los **transformadores de medición** que son tanto transformadores de tensión como de intensidad. Se utilizan para reducir la corriente y la tensión a niveles que pueden medirse con otros dispositivos. Estos transformadores son clave para habilitar las medidas de protección en el circuito contra corrientes de falta.



Figura 8. Un ejemplo de transformadores de medición (fuente: ABB)

- Los **transformadores de potencia** que elevan la tensión desde niveles de media hasta niveles de alta tensión.

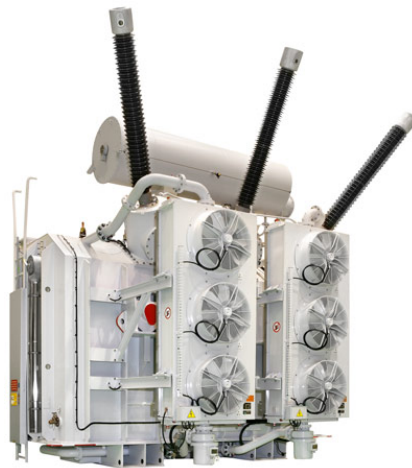


Figura 9. Un ejemplo de transformador de potencia (fuente: GE)

- El **sistema de puesta a tierra (P.A.T)** limita las corrientes de falta que podrían fluir por el neutro del transformador de potencia. Este dispositivo está formado por un transformador en zig-zag a modo de reactancia y seguido por una resistencia de puesta a tierra. El objetivo es proteger al personal contra valores inusuales de sobre tensiones, especialmente durante cortocircuitos, descargas de rayos, etc.

- Los **pararrayos** limitan las sobretensiones que afectan a los sistemas eléctricos, especialmente para proteger a los transformadores. También se ubican a la salida de las líneas de la subestación.



Figura 10. Un ejemplo de pararrayos (fuente: ABB)

- Las **celdas de media tensión**, que contienen el equipo necesario para conectar las líneas provenientes de la planta FV hasta el transformador de potencia.



Figura 11. Un ejemplo de líneas de media tensión (fuente: Ormazabal)

5.1. Equipo de alta tensión - Posición de transformador

Las (4) calles de transformador están formadas por la siguiente aparamenta:

- Dos (2) seccionadores.
- Un (1) interruptor.
- Un set de tres transformadores de intensidad.
- Tres (3) pararrayos para proteger el devanado primario del transformador de potencia.

5.2. Equipo de alta tensión - Posición de línea

Las (1) posiciones de línea de salida de la subestación están equipadas con la siguiente aparamenta:

- Tres (3) pararrayos.
- Tres (3) transformadores de tensión.
- Un (1) seccionador de puesta a tierra.
- Un set de tres transformadores de intensidad.
- Un (1) interruptor.
- Dos (2) seccionadores.

5.3. Equipo de alta tensión - Embarrado

Un transformador de tensión por fase será instalado en el embarrado de la subestación de barra doble. Además, se incluye un acople entre barras formado por un interruptor y dos seccionadores.

6. EQUIPO DE ALTA TENSIÓN – POSICIÓN DE TRANSFORMADOR

Las posiciones de transformador conectan los transformadores elevadores de tensión con los embarrados de la subestación. Contiene todos los elementos necesarios para la protección del transformador.

6.1. Seccionadores

Como se ha mencionado anteriormente, los seccionadores se utilizan para manejar el flujo de las corrientes del circuito eléctrico. Las principales características de los seccionadores que se localizan en la posición del transformador se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Principales características de los seccionadores

Características de los seccionadores	
Tipo	Seccionador tripolar de exterior
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión nominal	275.0 kV
Tensión más elevada de la red	300.0 kV
Intensidad nominal	2000.0 A
Corriente de corta duración admisible asignada	50.0 kA
Valor de cresta de corriente admisible asignada	125.0 kA

6.2. Interruptores

Los interruptores automáticos juegan un papel esencial en la subestación. Se utilizan para abrir y cerrar los circuitos cuando es necesario, particularmente en el caso de cortocircuitos. Las principales características de los interruptores que se instalan en las posiciones del transformador se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Principales características de los interruptores

Características de los interruptores	
Tipo	Interruptor exterior tripolar de potencia
Medio aislante	Aire
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión nominal	275.0 kV
Tensión más elevada de la red	300.0 kV
Intensidad nominal	2000.0 A
Poder de corte asignado en cortocircuito	50.0 kA
Poder de cierre asignado en cortocircuito	125.0 kA

6.3. Transformadores de intensidad

Los transformadores de intensidad de 3 devanados secundarios están equipados con un núcleo para medida y dos núcleos para protección. Las principales características de estos equipos localizados en la posición del transformador se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Principales características de los transformadores de intensidad

Características de los transformadores de intensidad	
Tipo	Transformador de intensidad con tres devanados secundarios
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión nominal	275.0 kV
Tensión más elevada de la red	300.0 kV
Relación de transformación	250.0/5.0 - 5.0 - 5.0 A
Corriente térmica en funcionamiento continuo	50.0 A
Corriente térmica de corta duración	125.0 kA
Número de devanados secundarios	3
Potencia de salida y clase de precisión (Primer núcleo)	15.0 VA, CI 0.2s
Potencia de salida y clase de precisión (Segundo núcleo)	30.0 VA, CI 5P
Potencia de salida y clase de precisión (Tercer núcleo)	30.0 VA, CI 5P

6.4. Pararrayos

Para proteger la instalación de sobretensiones, se instalarán pararrayos. Las principales características del pararrayos que protege el primario del transformador se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16. Principales características de los pararrayos en el sistema de AT

Características de los pararrayos	
Tensión de aislamiento	300.0 kV
Tensión asignada	258.0 kV
Tensión de funcionamiento continuo	191.0 kV
Sobretensión temporal (10s)	268.0 kV
Nivel de protección a impulso de tipo maniobra	532.0 kV
Nivel de protección a impulso de tipo rayo (10kA)	607.0 kV
Nivel de protección a impulso de tipo rayo (20kA)	667.0 kV
Corriente nominal de descarga	10.0 kA

7. EQUIPO DE ALTA TENSIÓN – POSICIÓN DE LÍNEA

Las posiciones de líneas son aquellos sistemas que conectan la subestación con la red eléctrica. Se tratan de las líneas que salen de la subestación directamente a la transmisión o distribución eléctrica.

7.1. Seccionadores

Las principales características de los seccionadores que están ubicados en las posiciones de línea se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17. Principales características de los seccionadores

Características de los seccionadores	
Tipo	Seccionador tripolar de exterior
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión nominal	275.0 kV
Tensión más elevada de la red	300.0 kV
Intensidad nominal	2000.0 A
Corriente de corta duración admisible asignada	50.0 kA
Valor de cresta de corriente admisible asignada	125.0 kA

7.2. Interruptores

Las principales características de los interruptores que se instalan en las posiciones de línea se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. Principales características de los interruptores

Características de los interruptores	
Tipo	Interruptor exterior tripolar de potencia
Medio aislante	Aire
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión nominal	275.0 kV
Tensión más elevada de la red	300.0 kV
Intensidad nominal	2000.0 A
Poder de corte asignado en cortocircuito	50.0 kA
Poder de cierre asignado en cortocircuito	125.0 kA

7.3. Transformadores de intensidad

Los transformadores de intensidad de 3 devanados secundarios están equipados con un núcleo para medida y dos núcleos para protección. Las principales características de estos equipos localizados en la posición del transformador se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19. Principales características de los transformadores de intensidad

Características de los transformadores de intensidad	
Tipo	Transformador de intensidad con tres devanados secundarios
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión nominal	275.0 kV
Tensión más elevada de la red	300.0 kV
Relación de transformación	1000.0/5.0-5.0-5.0 A
Corriente térmica en funcionamiento continuo	50.0 A
Corriente térmica de corta duración	125.0 kA
Número de devanados secundarios	3
Potencia de salida y clase de precisión (Primer núcleo)	15.0 VA, CI 0.2s
Potencia de salida y clase de precisión (Segundo núcleo)	30.0 VA, CI 5P
Potencia de salida y clase de precisión (Tercer núcleo)	30.0 VA, CI 5P

7.4. Transformadores de tensión

Se han escogido transformadores de tensión inductivos. Los transformadores cuentan con un devanado secundario para medición y los otros dos devanados cumplen funciones de protección. Sus principales características eléctricas se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20. Principales características de los transformadores de tensión

Características de los transformadores de tensión	
Tipo	Transformador de tensión con tres devanados secundarios
Frecuencia nominal	50 Hz
Relación de transformación	275.0:√3 / 0.11 / 0.11 / 0.11 kV
Número de devanados secundarios	3
Potencia de salida y clase de precisión (Primer núcleo)	25.0 VA, CI 0.2
Potencia de salida y clase de precisión (Segundo núcleo)	100.0 VA, CI 3P
Potencia de salida y clase de precisión (Tercer núcleo)	100.0 VA, CI 0.5-3P

7.5. Pararrayos

Las principales características de los pararrayos que protegen las líneas de salida se presentan

en la Tabla 21.

Tabla 21. Características principales de los pararrayos del sistema de AT

Características de los pararrayos	
Tensión de aislamiento	300.0 kV
Tensión asignada	258.0 kV
Tensión de funcionamiento continuo	191.0 kV
Sobretensión temporal (10s)	268.0 kV
Nivel de protección a impulso de tipo maniobra	532.0 kV
Nivel de protección a impulso de tipo rayo (10kA)	607.0 kV
Nivel de protección a impulso de tipo rayo (20kA)	667.0 kV
Corriente nominal de descarga	10.0 kA

8. EQUIPO DE ALTA TENSIÓN - EMBARRADO

Esta sección se centra en el embarrado de la subestación. Se presentan las características principales de la barra, así como los elementos que lo componen tales como, el transformador de intensidad, los aisladores de soporte y el acople.

Las barras estarán a una altura de 8.78 m metros sobre el suelo y soportadas por los aisladores.

8.1. Embarrado

Las principales características del embarrado se presentan en la Tabla 22.

Tabla 22. Principales características del embarrado de AT

Parámetros de diseño	
Material	Tubos de aluminio 6063
Diámetro externo	200.0 mm
Diámetro interno	180.0 mm
Sección del conductor	59.69 cm ²
Corriente máxima admisible a 85°C	4589 A
Corriente de carga	770 A

A la hora del diseño se ha considerado que la barra contiene un amortiguador cuyo peso corresponde con el 25% del peso de la barra.

8.2. Aisladores para el soporte del embarrado

Los aisladores de los embarrados se utilizan para sostener a los conductores que están dispuestos a compresión o en voladizo. Están montados sobre la parte superior de la estructura metálica de soporte. La “c” hace referencia a aisladores cilíndricos de soporte exterior que están hechos de porcelana. Sus principales características se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23. Tipo de aislador de soporte

Aislador de soporte	
Código identificador	c16_1425
Tensión nominal máxima	420.0 kV
Tensión soportada a impulso tipo rayo	1425.0 kV
Mínima carga de rotura a flexión	16.0 kN

8.3. Transformadores de tensión

Los transformadores de tensión del embarrado cuentan con un devanado secundario para

medición y los otros dos devanados cumplen funciones de protección. Sus principales características eléctricas se muestran en la Tabla 24.

Tabla 24. Características de los transformadores de tensión del embarrado

Características de los transformadores de tensión	
Tipo	Transformador de tensión con tres devanados secundarios
Frecuencia nominal	50 Hz
Relación de transformación	275.0:V3 / 0.11 / 0.11 / 0.11 kV
Número de devanados secundarios	3
Potencia de salida y clase de precisión (Primer núcleo)	25.0 VA, CI 0.2
Potencia de salida y clase de precisión (Segundo núcleo)	100.0 VA, CI 3P
Potencia de salida y clase de precisión (Tercer núcleo)	100.0 VA, CI 0.5-3P

8.4. Acople de barras

La subestación de doble barra permite la posibilidad de seleccionar cualquiera de los circuitos para el embarrado elegido. Los dos embarrados pueden funcionar de manera separada o con un acople de barras, cerrando y abriendo el interruptor instalado en él. El acople de barras está equipado con un interruptor junto con dos seccionadores, uno a cada lado del interruptor.

Las principales características de los seccionadores que están ubicados en el acople se muestran en la Tabla 25.

Tabla 25. Principales características de los seccionadores

Características de los seccionadores	
Tipo	Seccionador tripolar exterior
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión nominal	275.0 kV
Tensión más elevada de la red	300.0 kV
Intensidad nominal	2000.0 A
Corriente de corta duración admisible asignada	50.0 kA
Valor de cresta de corriente admisible asignada	125.0 kA

Las principales características del interruptor que se instala en el acople se muestran en la Tabla 26.

Tabla 26. Principales características de los interruptores

Características de los interruptores	
Tipo	Interruptor exterior tripolar de potencia

Medio aislante	Aire
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión nominal	275.0 kV
Tensión más elevada de la red	300.0 kV
Intensidad nominal	2000.0 A
Poder de corte asignado en cortocircuito	50.0 kA
Poder de cierre asignado en cortocircuito	125.0 kA

9. SISTEMA DE ALTA / MEDIA TENSIÓN – TRANSFORMADOR DE POTENCIA

9.1. Transformador de potencia

Los transformadores de potencia elevan la tensión de las líneas de media de la planta FV para obtener una mayor eficiencia a la hora de transmitir o distribuir la electricidad. Las principales características de los transformadores de potencia se presentan en la Tabla 27.

El transformador de potencia instalado es un transformador de dos devanados.

Tabla 27. Las principales características del transformador

Transformador	Relación de transformación	Capacidad	Impedancia de cortocircuito	Índice horario
Num 1	275.0 / 20.0 kV	80.0 MVA	12.5 %	Ydn11
Num 2	275.0 / 20.0 kV	80.0 MVA	12.5 %	Ydn11
Num 3	275.0 / 20.0 kV	80.0 MVA	12.5 %	Ydn11
Num 4	275.0 / 20.0 kV	75.0 MVA	12.5 %	Ydn11

9.2. Sistema PAT

El sistema de puesta a tierra se compone de una reactancia y una resistencia. La reactancia de puesta a tierra consiste en un transformador en zig-zag. Sus características se muestran en la Tabla 28.

Tabla 28. Los componentes del sistema de puesta a tierra

Características del sistema PAT	
Reactancia	
Corriente a tierra	800.0 A
Reactancia PAT por fase	4.6 Ω
Tiempo de falta	10.0 s
Resistencia	
Resistencia PAT	14.4 Ω
Seccionador	
Intensidad nominal	3150.0 A
Transformador de intensidad	
Intensidad nominal en el primario	3000.0 A
Intensidad nominal en el secundario	5.0 A

9.3. Pararrayos

Las principales características del pararrayos que protege el devanado de media tensión del transformador, se muestran en la Tabla 29.

Tabla 29. Principales características del pararrayos en el sistema de MT

Características del pararrayos	
Tensión de aislamiento	24.0 kV
Tensión asignada	21.0 kV
Tensión de funcionamiento continuo	16.8 kV
Sobretensión temporal (10s)	21.6 kV
Nivel de protección a impulso de tipo maniobra	47.0 kV
Nivel de protección a impulso de tipo rayo (10kA)	54.4 kV
Nivel de protección a impulso de tipo rayo (20kA)	61.0 kV
Corriente nominal de descarga	10.0 kA

10. SISTEMA DE MEDIA TENSIÓN

Un sistema de 20.0 kV formado por 1 celda/s de media tensión conecta la planta FV a la subestación. Un sistema de barra simple se ha elegido para las celdas de media tensión aisladas por gas. Sus características más importantes se presentan en la Tabla 30.

Tabla 30. Principales características de la barra del sistema de MT

Características de la barra	
Tensión nominal	20.0 kV
Intensidad nominal	3150.0 A
Corriente de cortocircuito	25.0 kA
Frecuencia nominal	50 Hz

Este sistema de MT está formado por un grupo de celdas cuya función se presenta a continuación.

10.1. Celdas de MT para las líneas de entrada

Estas celdas están equipadas con:

- Un (1) seccionador a tierra de tres posiciones.
- Un (1) interruptor.
- Un set de tres transformadores de corriente.

Las principales características de las celdas para líneas de entrada se presentan en la Tabla 31.

Tabla 31. Principales características de las celdas de líneas de entrada

Celdas para líneas de entrada	
Seccionador	
Intensidad nominal	630.0 A
Interruptor	
Intensidad nominal	630.0 A
Transformador de intensidad	
Intensidad nominal del primario	600.0 A
Intensidad nominal del secundario	5.0 A
Número de devanados secundarios	1
Potencia de salida y clase de precisión (Primer núcleo)	15.0 VA, CI 0.2s

10.2. Celdas de MT para las líneas de salida

Estas celdas están equipadas con:

- Un (1) seccionador a tierra de tres posiciones.
- Un (1) interruptor.

- Un set de tres transformadores de corriente.

Las principales características de las celdas para líneas de salida se presentan en la Tabla 32.

Tabla 32. Principales características de las celdas de líneas de salida

Celdas para líneas de salida	
Seccionador	
Intensidad nominal	3150.0 A
Interruptor	
Intensidad nominal	3150.0 A
Transformador de intensidad	
Intensidad nominal del primario	3000.0 A
Intensidad nominal del secundario	5.0 A
Número de devanados secundarios	1
Potencia de salida y clase de precisión (Primer núcleo)	15.0 VA, CI 0.2s

10.3. Celdas de MT para medición

Estas celdas están equipadas con:

- Un (1) seccionador a tierra de tres posiciones.
- Un transformador de tensión.

Las principales características de las celdas para medición se presentan en la Tabla 33.

Tabla 33. Principales características de las celdas para medición

Celdas para medición	
Seccionador	
Intensidad nominal	630.0 A
Transformador de tensión	
Relación de transformación	20.0:V3 /0.11/0.11 kV
Número de devanados secundarios	2
Potencia de salida y clase de precisión (Primer núcleo)	25.0 VA, CI 0.2
Potencia de salida y clase de precisión (Segundo núcleo)	100.0 VA, CI 3P

10.4. Celda de MT para servicios auxiliares

Esta celda está diseñada para conectar el transformador de servicios auxiliares de la subestación. Está equipada con:

- Un (1) seccionador a tierra de tres posiciones.
- Un (1) interruptor.

Las principales características de las celdas para los sistemas auxiliares se presentan en la Tabla 34.

Tabla 34. Principales características de las celdas para los servicios auxiliares

Celdas para servicios auxiliares	
Seccionador	
Intensidad nominal	630.0 A
Interruptor	
Intensidad nominal	630.0 A
Transformador auxiliar	
Tensión del devanado primario	20.0 kV
Tensión del devanado secundario	0.4 kV
Capacidad	100.0 kW

10.5. Banco de condensadores

Para compensar la potencia reactiva producida por el sistema, se ha dimensionado un banco de condensadores para mejorar el factor de potencia a la salida de los inversores. Este banco de condensadores automático se conectará a una celda que a su vez se conectará a la barra de MT.

- Un (1) seccionador a tierra de tres posiciones.
- Un (1) interruptor.
- Un set de tres transformadores de corriente.

Las características de los dispositivos mencionados se muestran en la Tabla 35.

Tabla 35. Componentes principales de la celda del banco de condensadores

Celda del banco de condensadores	
Seccionador	
Intensidad nominal	630.0 A
Interruptor	
Intensidad nominal	630.0 A
Transformador de intensidad	
Intensidad nominal del primario	400.0 A
Intensidad nominal del secundario	5.0 A
Número de devanados secundarios	1
Clase de precisión (Primer núcleo)	15.0 VA, CI 0.2s

Las características de uno de los bancos de condensadores se muestran en la Tabla 36.

Tabla 36. Componentes principales del banco de condensadores

Banco de condensadores	
Condensador	

Tensión nominal	20.0 kV
Tensión nominal a la entrada del condensador	21.5 kV
Tensión máxima a la salida del condensador	23.5 kV
Potencia reactiva	9.17 MVAR
Número de condensadores	4
Reactor de rechazo	
Factor de rechazo	7.0 %
Inductancia	11.241 mH
Potencia reactiva	-0.64 MVAR

Cada banco de condensadores podrá compensar la potencia reactiva de distintos sistemas. En la Tabla 37 se presenta la compensación de los bancos de condensadores por cada sistema.

Tabla 37. Compensación de reactiva por sistema

Banco de condensadores	Transformador de MT	Líneas de MT	Transformador de potencia	Línea aérea
Num 1	0	0	8525.85 kVA	0
Num 2	0	0	8806.52 kVA	0
Num 3	0	0	8529.95 kVA	0
Num 4	0	0	8528.12 kVA	0

10.6. Cables

Los cables que conectan las celdas de media tensión con los transformadores de potencia se caracterizan como muestra la Tabla 38.

El objetivo al calcular las características del cableado eléctrico es minimizar las longitudes y secciones del cable. Las secciones se seleccionan de acuerdo con las normas IEC 60502-2 e IEC 60364-5-52.

Para dimensionar la sección de los cables, los criterios de corriente máxima admisible, caída de tensión y de cortocircuito se han considerado.

Tabla 38. Características de los cables

Sección	Material conductor	Material aislante	Tipo de instalación
630 mm ²	Al	XLPE	Directamente enterrado