

ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD  
PARA LA CONEXIÓN AL SEIN DEL PROYECTO:

“PARQUE EÓLICO SAN JUAN”  
135.7 MW

**PARTE 1**  
RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

*Documento: EPO\_PE San Juan\_Parte 1.rev04*

*Revisión 04*

*Mayo, 2022*

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

### CONTROL DE REVISIONES

Rev.	Fecha	Elaborado	Comprobado	Aprobado	Motivo Revisión
00	19/12/18	L.C.Z.	J.F.J.	O.P.C.	Edición original
01	28/09/20	E.M.P.	E.M.P.	O.P.C.	Actualización de la potencia del Parque Eólico
02	27/10/20	E.M.P.	E.M.P.	O.P.C.	Absolución de observaciones del COES
03	31/03/22	I.O.L.	I.O.L.	A.G.P.	Actualización de la potencia del Parque Eólico
04	18/05/22	I.O.L.	I.O.L.	A.G.P.	Actualiza cambiador de tomas Transformador SE Ersur

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

PROYECTO: PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW  
PROMOTOR: ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A.

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO.....</b>	<b>5</b>
1.1	UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	5
1.2	PUNTO DE CONEXIÓN AL SEIN.....	7
1.3	DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL .....	8
1.4	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN .....	9
1.5	ESQUEMA DE DESCONEXIÓN AUTOMÁTICA DE GENERACIÓN.....	9
<b>2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES DEL AEROGENERADOR 11</b>	
2.1	AEROGENERADOR.....	11
2.1.1	Góndola .....	11
2.1.2	Generador .....	13
2.1.3	Rotor.....	13
2.1.4	Buje del rotor .....	13
2.1.5	Palas.....	13
2.1.6	Torre.....	14
2.1.7	Transformador de la turbina .....	15
2.2	CELDA DE MEDIA TENSIÓN.....	15
<b>3</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE TRANSMISIÓN .....</b>	<b>16</b>
3.1	SUBESTACIONES.....	16
3.1.1	NIVELES DE AISLAMIENTO .....	16
3.1.2	NIVELES DE CORTOCIRCUITO.....	17
3.1.3	SUBESTACIÓN ERSUR 220/33 kV .....	18
3.1.4	AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN MARCONA 220 kV .....	19
3.2	LÍNEAS DE TRANSMISIÓN EN 220 kV .....	20
3.2.1	CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA .....	20
3.2.2	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS CONDUCTOR DE FASE .....	20

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

	3.2.3	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS CABLE DE GUARDA.....	21
<b>4</b>		<b>CONCLUSIONES DE LOS ESTUDIOS ELÉCTRICOS.....</b>	<b>22</b>
<b>5</b>		<b>UNIFILAR DEL SISTEMA PROYECTADO .....</b>	<b>26</b>

## FIGURAS

---

	Figura N° 1: Ubicación del Proyecto .....	5
	Figura N° 2: Layout del PE San Juan en el emplazamiento .....	7
	Figura N° 3: Diagrama esquemático del interior de la góndola.....	12
	Figura N° 4: Sección inferior de la torre de acero tubular TS148-00. ....	14

## TABLAS

---

	Tabla 1: Coordenadas UTM de la ubicación de los aerogeneradores .....	6
	Tabla 2: Niveles de aislamiento interno IEC 60071-1.....	16
	Tabla 3: Niveles de aislamiento externo IEC 60071-1 .....	17
	Tabla 4: Intensidades de cortocircuito trifásico obtenidas. ....	17
	Tabla 5: Intensidades de cortocircuito trifásico para diseño .....	18

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

# 1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

## 1.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “Parque Eólico San Juan” se encuentra ubicado en la costa sur del Perú, en el distrito de Marcona, provincia de Nazca, departamento de Ica, aproximadamente a 7 km de la carretera panamericana sur y a 10 km de la ciudad de San Juan de Marcona.

Se encuentra ubicado a una altura de 27 a 80 msnm en las cercanías al mar.



Figura N° 1: Ubicación del Proyecto

En la siguiente tabla se observa las coordenadas UTM (tanto en sistema WGS 84, Huso 18L como en PSAD56) en las que se ha planteado la disposición de los aerogeneradores.

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

PE. SAN JUAN 135.7 MW COORDENADAS UTM DE LOS AEROGENERADORES				
AEROGENERADORES	Datum WGS 84 Huso 18L		Datum PSAD 56 Huso 18L	
	Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)
SJ-01	484,775.000	8,298,258.000	485,007.543	8,298,618.178
SJ-02	484,999.000	8,298,467.000	485,231.547	8,298,827.182
SJ-03	485,222.000	8,298,676.000	485,454.551	8,299,036.185
SJ-04	485,445.000	8,298,884.000	485,677.554	8,299,244.189
SJ-05	485,608.000	8,297,112.000	485,840.557	8,297,472.158
SJ-06	485,782.000	8,297,305.000	486,014.560	8,297,665.161
SJ-07	485,957.000	8,297,499.000	486,189.563	8,297,859.165
SJ-08	486,132.000	8,297,693.000	486,364.566	8,298,053.168
SJ-09	486,306.000	8,297,886.000	486,538.569	8,298,246.171
SJ-10	487,410.000	8,296,623.000	487,642.588	8,296,983.149
SJ-11	487,618.000	8,296,789.000	487,850.591	8,297,149.152
SJ-12	487,826.000	8,296,956.000	488,058.595	8,297,316.155
SJ-13	488,033.000	8,297,122.000	488,265.599	8,297,482.158
SJ-14	488,241.000	8,297,288.000	488,473.602	8,297,648.161
SJ-15	488,942.000	8,295,917.000	489,174.614	8,296,277.137
SJ-16	489,148.000	8,296,194.000	489,380.618	8,296,554.142
SJ-17	489,354.000	8,296,472.000	489,586.621	8,296,832.147
SJ-18	490,100.000	8,295,101.000	490,332.634	8,295,461.123
SJ-19	490,260.000	8,295,301.000	490,492.637	8,295,661.126
SJ-20	490,421.000	8,295,500.000	490,653.639	8,295,860.130
SJ-21	490,582.000	8,295,700.000	490,814.642	8,296,060.133
SJ-22	491,606.121	8,294,777.170	491,838.781	8,295,137.287
SJ-23	491,800.000	8,294,995.000	492,032.663	8,295,355.121

Tabla 1: Coordenadas UTM de la ubicación de los aerogeneradores.

En la siguiente figura se muestra el emplazamiento del proyecto eólico San Juan.

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04



Figura N° 2: Layout del PE San Juan en el emplazamiento.

## 1.2 PUNTO DE CONEXIÓN AL SEIN

El punto determinado para la conexión del PE San Juan al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) es la barra de 220 kV de la SE. Marcona, dicha barra está formada por dos tramos, el primero de propiedad de REP y el segundo de propiedad de Abengoa que es donde finalmente se realizará la ampliación para la conexión del proyecto. El proyecto contempla la realización de una línea aérea de transmisión de 220 kV y 32.942 km de longitud que conectará la subestación eléctrica del parque (SE. Ersur 220/33 kV) con la SE. Marcona 220 kV, en el que se implementará una celda de línea para recibir la llegada de la línea de transmisión procedente de la subestación Ersur, teniendo en cuenta las ampliaciones previstas ya planificadas hasta la fecha y siempre de forma coordinada con el concesionario y MINEM.

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

### 1.3 DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL

El PE. San Juan consta de un conjunto de 23 aerogeneradores dispuestos en alineaciones distribuidas perpendicularmente a los vientos dominantes en la zona.

La ubicación del parque eólico responderá a razones técnicas: maximizar la producción energética que ofrece el emplazamiento y minimizar el impacto sobre el terreno, tomando para ello las siguientes medidas:

- Utilización de la red de caminos existentes.
- Ubicación de aerogeneradores en espacios no incluidos en espacios protegidos.
- Disposición del parque eólico buscando siempre la máxima eficiencia energética.

Los aerogeneradores a instalar serán de última generación, adecuados al régimen de vientos existente en la zona, incorporando elementos de regulación de potencia reactiva / control de tensión y un comportamiento adecuado ante huecos de tensión.

La marca y modelo de los aerogeneradores a instalar será inicialmente NORDEX, modelo N163 de 5.9 MW, el cual posee un rotor a barlovento equipado con tres palas a 120° entre ellas.

Dentro de cada aerogenerador, se encuentran los equipos de control y conexión en baja tensión, la transformación desde la tensión de generación a media tensión, y las celdas de media tensión.

La potencia individual de cada aerogenerador es de 5.9 MW, totalizando para el parque eólico 135.7 MW instalados. Las 23 máquinas que componen el parque se disponen en 8 circuitos independientes, agrupados en unas barras colectoras de media tensión de la siguiente forma:

- Circuito 1: Aerogeneradores N° 15, 16, 17.
- Circuito 2: Aerogeneradores N° 18, 19, 20.
- Circuito 3: Aerogeneradores N° 21, 22, 23.
- Circuito 4: Aerogeneradores N° 12, 13, 14.
- Circuito 5: Aerogeneradores N° 06, 10, 11.
- Circuito 6: Aerogeneradores N° 07, 08, 09.
- Circuito 7: Aerogeneradores N° 03, 04.
- Circuito 8: Aerogeneradores N° 01, 02, 05.

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

Los circuitos eléctricos de media tensión del parque eólico se proyectan en 33 kV y conectan directamente los transformadores de cada turbina con la subestación eléctrica San Juan. Dichos circuitos irán enterrados en zanjas dispuestas, en general, en paralelo a los caminos del parque para minimizar el impacto a la hora de realizar la instalación.

La conexión entre los aerogeneradores se realizará en cable de Aluminio, unipolar tipo RHZ1, para una tensión nominal de 19/33 kV y aislamiento en etileno-propileno, de secciones 95, 150, 300 y 630 mm<sup>2</sup>.

Los conductores de la red de media tensión estarán dispuestos en zanjas directamente enterrados, agrupados por ternas. En cruces de caminos, carreteras y acceso de los conductores a los aerogeneradores, el tendido de los mismos se realizará alojados en tubos para su protección.

Se proyectará una red de caminos de acceso al parque y de interconexión entre las turbinas. Para ello se utilizarán, en la medida de lo posible, los caminos ya existentes, adecuándolos a las condiciones necesarias. Se limitará un radio mínimo a las curvas y una pendiente máxima para permitir el acceso de los transportes de los aerogeneradores y las grúas de montaje.

Junto a cada aerogenerador es preciso acondicionar un área de maniobra, necesaria para la ubicación de grúas y transportes empleados en el izado y montaje del aerogenerador.

#### **1.4 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN**

Se tiene previsto el ingreso a operación comercial de la central para el año 2022, se adjunta un cronograma en el Anexo 01 de la Parte 2 del EPO.

#### **1.5 ESQUEMA DE DESCONEXIÓN AUTOMÁTICA DE GENERACIÓN**

La implementación de este Esquema de Desconexión Automática de Generación ante alguna contingencia que pueda ocurrir en algún elemento de transmisión del SEIN y que provoque sobrecargas en las líneas Ica-La Solana y Marcona-La Solana en 220 kV, que sobrepasen los límites indicados en el PR-20 respecto a sobrecargas, deberá tener como variables mínimas el estado de funcionamiento y la corriente de la LT Nueva Nazca-Marcona 220 kV (en el lado de Marcona), estado de funcionamiento, corriente y tensión del AUT-5371 (Lado de 220 kV), estas señales serán enviadas mediante la fibra óptica

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

existente de las LT Poroma-Marcona 220 kV, LT Marcona-ERSUR 220 kV (incluida en el presente proyecto) hasta los elementos de Control del PE San Juan. Las características y lógicas de este mecanismo se detallarán en etapas posteriores de Ingeniería, incluso la implementación de las lógicas deberá ser detallada en el Estudio de Operatividad debido a la incertidumbre de ingreso del PE Caravelí, PE Torocco, el Terminal Portuario SJ Marcona y la carga minera Pampa de Pongo.

En el Anexo 05 de la Parte 3 del EPO, **se adjunta el “Esquema de reducción automática de generaci0n”**.

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

## 2 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES DEL AEROGENERADOR

### 2.1 AEROGENERADOR

Los aerogeneradores previstos serán Nordex, modelo N163 / 5.9, de velocidad variable con un diámetro de rotor de 163 m y una potencia nominal de 5.9 MW que se puede adaptar según la ubicación. La turbina eólica está diseñada para la clase S según IEC 61400-1 o zona de viento S según DIBt 2012.

Las principales características de los aerogeneradores son:

Potencia nominal .....	5.9 MW
Tipo .....	Rotor de 3 palas con eje horizontal
Velocidad nominal de viento .....	Aprox. 11 m/s
Velocidad de conexión: .....	3.0 m/s
Velocidad de desconexión: .....	20 m/s
Velocidad de reconexión: .....	19.5 m/s
Rango de temperaturas de funcionamiento .....	-20 °C a 40 °C

La turbina eólica Nordex N163 / 5.9 consta de los siguientes componentes principales:

- Góndola, generador, transformador y convertidor de media tensión
- Rotor con buje de rotor, tres palas de rotor y sistema de paso
- Torre de acero.

#### 2.1.1 Góndola

Alojamiento que contiene la transmisión y otros elementos, colocada en la parte superior de la torre del aerogenerador. En la góndola se encuentran los componentes mecánicos y eléctricos esenciales del aerogenerador que permiten la transformación de la energía cinética suministrada por el rotor, en energía eléctrica. Se compone de un eje principal,

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

adaptado al del rotor mediante un embrague, un engranaje confinado en una caja de cambios y un generador eléctrico. La góndola se puede girar sobre la torre.

El transformador convierte la baja tensión del sistema generador / convertidor a la media tensión definida por el punto de suministro. El agua de refrigeración se vuelve a enfriar en un enfriador pasivo en el techo de la góndola.

En el armario de distribución se encuentran todos los componentes eléctricos necesarios para el control y suministro de la turbina.

El convertidor conecta la red eléctrica al generador, lo que significa que el generador puede funcionar con velocidades de rotación variables. El agua de refrigeración se vuelve a enfriar en un enfriador pasivo en el techo de la góndola.

Todos los conjuntos de góndolas están protegidos contra el viento y las condiciones climáticas mediante una carcasa de góndola.

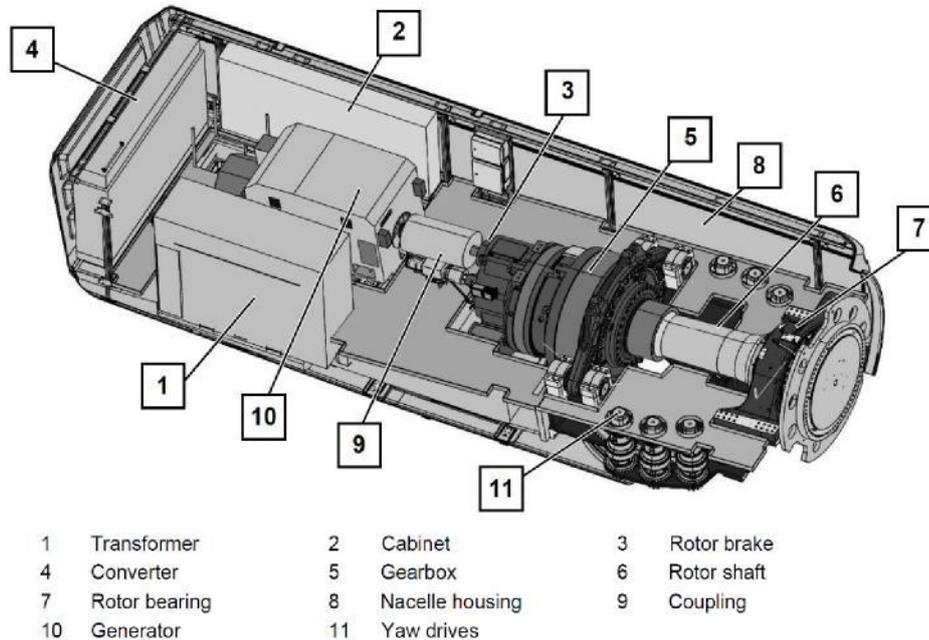


Figura N° 3: Diagrama esquemático del interior de la góndola.

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

### 2.1.2 Generador

El generador es un generador de inducción asíncrono trifásico de doble alimentación con rotor de anillos colectores. Está situado en lo alto de una torre de acero, cimentada sobre una zapata de concreto armado. La carcasa del generador permite la circulación de aire de refrigeración dentro del estator y el rotor.

Tipo ..... Asíncrono, doblemente alimentado  
Potencia nominal ..... 5.9 MW  
Intervalo de rotación (rpm) ..... 780 - 1800 rpm  
Tensión nominal ..... 750 V  
Frecuencia de red ..... 60 Hz  
Número de polos ..... 6  
Clase de protección ..... IP 54  
Peso ..... Aprox. 10.6 t

### 2.1.3 Rotor

El rotor consta del buje del rotor con tres cojinetes giratorios, el sistema de paso para el ajuste de las palas y las tres palas del rotor.

Número de palas ..... 3  
Posición ..... a barlovento  
Diámetro ..... 163 m  
Área barrida por el rotor ..... 20867 m<sup>2</sup>  
Rango de velocidades ..... 6 - 11.8 rpm  
Inclinación del eje del rotor ..... 5°

### 2.1.4 Buje del rotor

Tipo ..... carcasa de bola fundida  
Material ..... hierro fundido

### 2.1.5 Palas

Longitud ..... 79.7 m  
Material ..... Fibra de vidrio y plástico reforzado con fibra de carbono

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

### 2.1.6 Torre

La torre de acero es cilíndrica y consta de varias secciones. Esta torre estará atornillada a la jaula de anclaje incrustada en los cimientos.

Un elevador de servicio, la escalera vertical con sistema de protección contra caídas y las plataformas de descanso y trabajo dentro de la torre permiten un ascenso a la góndola protegido contra la intemperie.

Designación de la torre ..... TS148-00  
Tipo ..... cilíndrica tubular  
Material ..... acero  
Altura de buje ..... 148 m  
Número de secciones de la torre ..... 6

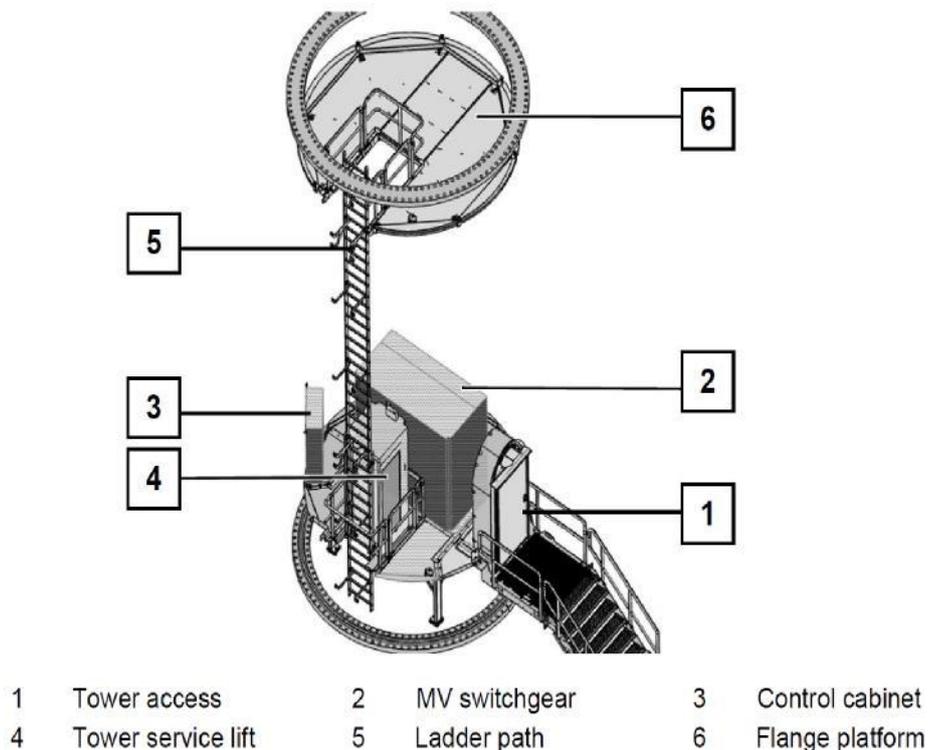


Figura N° 4: Sección inferior de la torre de acero tubular TS148-00.

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

### 2.1.7 Transformador de la turbina

Cada aerogenerador irá provisto de un transformador trifásico tipo seco, con refrigeración forzada por aire, ubicado en la parte trasera de la góndola, el devanado en delta será conectado en el lado de alta a menos que se indique lo contrario. Sus características principales serán:

Potencia .....	6351 kVA
Frecuencia .....	60 Hz
Método de refrigeración.....	AF
Tensión primaria.....	33 kV
Tensión secundaria .....	750 V
Regulación .....	+ 4 x 2,5 %
Grupo de conexión .....	Dy5
Tensión de cortocircuito .....	8 – 9 % ± 10 %

### 2.2 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

El tipo de celda que se instalará en cada uno de los aerogeneradores dependerá de la posición que éste ocupe en el circuito de interconexión entre aerogeneradores.

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

### 3 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE TRANSMISIÓN

#### 3.1 SUBESTACIONES

El proyecto Eólico San Juan consta de dos (2) subestaciones de alta tensión en el nivel de 220 kV, con las siguientes denominaciones:

- Subestación ERSUR 220/33 kV
- Ampliación de la Subestación Marcona 220 kV

##### 3.1.1 NIVELES DE AISLAMIENTO

En la norma IEC 60071 editada por la Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission) se establece los niveles de aislamiento aplicables al proyecto.

Debido a la altura en la que se instalarían los equipos, se diferencian dos niveles de aislamiento:

- El aislamiento interno de los equipos, en el cual no influye la altura de ubicación de los mismos.
- El aislamiento externo, en donde se manifiestan variaciones muy importantes en las propiedades de aislamiento del aire en función de la altura en la que se encuentran dichos equipos.

Los niveles de aislamiento interno a considerar en todo el equipamiento eléctrico a instalar en función del nivel de tensión aplicable serán los que se muestran en la tabla 1:

NIVEL DE AISLAMIENTO INTERNO		
Nivel de Tensión (kV)	Tensión soportada a la frecuencia industrial (kV)	Tensión soportada al impulso tipo rayo (kV)
33	70	170
220	460	1050

Tabla 2: Niveles de aislamiento interno IEC 60071-1

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

Los niveles de aislamiento de los elementos externos (bornas, pasatapas, aisladores, etc.) deben aumentarse en función de la altura, el cual no es aplicable para nuestro proyecto por estar a menos de 1000 m.s.n.m.

En la siguiente tabla se muestran los niveles de aislamiento externo a considerar en todo el equipamiento eléctrico a instalar en función del nivel de tensión aplicable:

NIVEL DE AISLAMIENTO EXTERNO				
Descripción	Unidad	SE. Ersur		Ampliación SE. Marcona
		Nivel de 220 kV	Nivel de 33 kV	Nivel de 220 kV
Tensión nominal	kV	220	33	220
Tensión máxima del material	kV	245	36	245
Frecuencia	Hz	60	60	60
Tensión soportada a la frecuencia industrial	kV	460	70	460
Tensión soportada al impulso tipo rayo	kVpico	1050	170	1050
Distancia mínima de fuga	mm/kV	31	31	31

Tabla 3: Niveles de aislamiento externo IEC 60071-1

### 3.1.2 NIVELES DE CORTOCIRCUITO

Los niveles de intensidad de cortocircuito esperados en las instalaciones pueden observarse en el documento de la Parte 4 “Estudios eléctricos” del EPO, que serían los que se encuentran en la siguiente tabla:

INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO, 1 segundo (kA)		
Subestación	Nivel de Tensión (kV)	
	220	33
ERSUR	4.38	15.49
Marcona	8.05	--

Tabla 4: Intensidades de cortocircuito trifásico obtenidas.

Para el diseño de las instalaciones y para la selección de los equipos, se han considerado los siguientes valores de cortocircuito:

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO, 1 segundo (kA)		
Subestación	Nivel de Tensión (kV)	
	220	33
ERSUR	31.5	25
Marcona	40	--

Tabla 5: Intensidades de cortocircuito trifásico para diseño

### 3.1.3 SUBESTACIÓN ERSUR 220/33 kV

La subestación estará conformada de un patio de llaves en el nivel de 220 kV y un sistema de 33 kV para la conexión con los circuitos de media tensión provenientes del Parque Eólico San Juan, descritos en la Parte 2 “Características Técnicas del Proyecto” del presente estudio.

> Nivel de 220 kV

La subestación tendrá un arreglo de simple barra particionada con equipos convencionales.

> Nivel de 33 kV

La subestación contemplará un sistema de 33 kV, que será alimentado desde el secundario de los transformadores de potencia. Se ha optado por una configuración en simple barra con celdas aisladas en gas SF6.

La subestación 220/33 kV será del tipo intemperie y constará de:

- Un edificio de control donde se alojarán las celdas del sistema de media tensión (33 kV), los equipos auxiliares, los paneles de control, de medida, de protección, de corriente continua, etc.
- Un transformador de potencia trifásico, con aislamiento en aceite de 95-130-160 MVA/ONAN-ONAF-ONAF2 de potencia y relación de transformación  $220\pm 13x1,25\%/33$  kV, YNd11
- Una posición de línea-transformador de 220kV, debidamente equipada con los elementos de maniobra, medida y protección.
- Dos baterías de condensadores compactas para instalación de exterior con una potencia nominal total de 7.2 MVAr cada una, 33 kV, 60 Hz, y un nivel de aislamiento de 36 kV dotadas con una terna de reactancias.

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

En total se ha previsto la instalación de una bahía de línea-transformador, para el diseño se ha considerado que la bahía estará constituida básicamente con el siguiente equipamiento:

- Tres (3) pararrayos con contador de descargas en la parte de línea.
- Tres (3) transformadores de tensión tipo capacitivo para medida y protección en la parte de línea.
- Dos (2) trampas de onda.
- Un (1) seccionador tripolar de doble apertura con puesta a tierra en la parte de línea.
- Tres (3) transformadores de corriente para medida y protección en la parte de línea.
- Tres (3) transformadores de corriente para medida y protección en la parte del transformador de potencia.
- Un juego de tres (3) interruptores automáticos monopolares de operación uni-tripolar de corte en SF6 en la parte de trafo, con mando sincronizado.
- Tres (3) pararrayos con contador de descarga contiguo al transformador de potencia.
- Un transformador de potencia trifásico 220/33 kV.
- Tres juegos de tres (3) aisladores soporte.

Para complementar el equipamiento de la celda se requiere de lo siguiente:

- Pórtico de línea y soporte de equipos.
- Equipos varios (aisladores, cajas de agrupamiento, cables de control, etc).

### 3.1.4 AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN MARCONA 220 kV

La subestación Marcona es existente de tipo convencional y está conformada de un patio de llaves en el nivel de 220 kV y 60 kV. La configuración de la subestación en el nivel de 220 kV es de doble barra.

Para la conexión del proyecto en estudio se requiere hacer una extensión de barras en el nivel de 220 kV. Dicha barra está formada por dos tramos, el primero de propiedad de REP y el segundo de propiedad de Abengoa que es donde finalmente se realizará la ampliación para la conexión del proyecto.

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

Se ha previsto que la futura bahía de línea se encuentre constituida básicamente con el siguiente equipamiento:

- Un juego de tres (3) pararrayos con contador de descarga.
- Dos (2) trampas de onda.
- Un juego de tres (3) transformadores de tensión capacitivo.
- Un (1) seccionador tripolar de línea de apertura central, con cuchillas de P.A.T.
- Un juego de tres (3) interruptores de tanque vivo monopolares de operación unipolar.
- Un juego de tres (3) transformadores de corriente.
- Dos (2) seccionadores tripolares de apertura central, sin cuchillas de P.A.T.

Adicionalmente, para complementar el equipamiento de la celda se requiere de lo siguiente:

- Sistemas de barras.
- Pórtico de línea y soporte de equipos.
- Equipos varios.

### 3.2 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN EN 220 kV

El Proyecto Eólico San Juan se conectará con el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) a través de una línea de transmisión simple terna en 220 kV SE. ERSUR-SE. Marcona y tendrá las siguientes características.

#### 3.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

Tensión nominal entre fases.....	220 kV
Tensión máxima entre fases.....	245 kV
Longitud aproximada de la línea.....	32.94 km
Tipo de circuito.....	Simple terna
Conductor de fase.....	ACAR 481 mm <sup>2</sup>

#### 3.2.2 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS CONDUCTOR DE FASE

Denominación .....	ACAR-950 MCM
Sección Nominal .....	481 mm <sup>2</sup>

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

Tipo ..... Aluminio-Aleación de Aluminio

Configuración:

Aluminio ..... 30 x 4.07 mm

Aleación de Aluminio ..... 7 x 4.07 mm

Diámetro total ..... 28.49 mm

Masa unitaria ..... 1 327 kg/m

Carga de rotura ..... 8 811 kg

Coefficiente térmico de dilatación ..... 0,000023 1/°C

Módulo de elasticidad final ..... 6 338 kg/mm<sup>2</sup>

Resistencia eléctrica a 20°C ..... 0,061706 Ohm/km

### 3.2.3 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS CABLE DE GUARDA

Denominación ..... OPGW

Sección Nominal ..... 106 mm<sup>2</sup>

Numero de hilos ..... 24

Diámetro total ..... 14,7 mm

Peso unitario ..... 457 kg/km

Carga de rotura ..... 6 390 kN

Coefficiente térmico de dilatación ..... 0,0000157 1/°C

Módulo de elasticidad final ..... 12900 kN/mm<sup>2</sup>

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

#### 4 CONCLUSIONES DE LOS ESTUDIOS ELÉCTRICOS

- Del Análisis de Flujo de Potencia: De los casos simulados, se muestra que con la entrada del PE San Juan generando su potencia nominal y además considerando que los Parques Eólicos existentes de la zona como PE Marcona (32.1 MW), PE Tres Hermanas (97.15 MW) y PE Wayra (132.3 MW) y con EPO aprobado como PE Caravelí (214.5 MW) se encuentran generando su máxima potencia, no se observan sobrecargas en ningún elemento de transmisión cercanas a la zona del proyecto. Asimismo, los niveles de tensión de las barras se mantienen dentro de los márgenes permitidos. Por lo que se concluye que en condiciones de operación normal, el Proyecto PE. San Juan no afecta negativamente al sistema.
- Del Análisis de Contingencias (N-1): De todas las contingencias analizadas considerando que el Proyecto PE. San Juan se encuentra operando y genera su máxima potencia y además considerando que los Parques Eólicos existentes de la zona como PE Marcona (32.1 MW), PE Tres Hermanas (97.15 MW) y PE Wayra (132.3 MW) y con EPO aprobado como PE Caravelí (214.5 MW) se encuentran generando su máxima potencia para los escenarios hidrológicos de Avenida y Estiaje 2022; Avenida y Estiaje 2026, en las condiciones de máxima, media y mínima demanda, los niveles de tensión de las barras se mantienen dentro de los rangos permisibles con respecto a su tensión de operación.
  - **Contingencia Nº 1: Salida LT. Colcabamba-Poroma 500kV**  
Para esta contingencia no se presentan sobrecargas en las líneas de transmisión. Las tensiones se encuentran dentro de los límites permitidos.
  - **Contingencia Nº 2: Salida LT. Yarabamba-Poroma 500kV**  
Se presenta una sobrecarga máxima del 1,34% en la LT Poroma-Ocoña 500 kV en el escenario de avenida mínima demanda para el año 2022. Para el año 2026 se presenta una sobrecarga máxima del 10,17% en la LT Poroma-Ocoña 500 kV en el escenario de avenida mínima demanda; estas sobrecargas están dentro de los límites permitidos. Respecto al nivel de tensiones se observa que todos los valores están dentro de lo permitido; por lo que podemos concluir que el Proyecto no ocasiona problemas ante esta contingencia.
  - **Contingencia Nº 3: Salida LT. Chilca-Poroma 500kV**  
Para esta contingencia no se presentan sobrecargas en las líneas de transmisión. Las tensiones se encuentran dentro de los límites permitidos.
  - **Contingencia Nº 4: Salida LT. Poroma-Ocoña 500kV**  
Para esta contingencia no se presentan sobrecargas en las líneas de transmisión. Las tensiones se encuentran dentro de los límites permitidos.
  - **Contingencia Nº 5: Salida LT. Poroma-Marcona 220kV, L2292**

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

Para esta contingencia, la terna no fallada llega a operar hasta un máximo del 38% de su capacidad de transmisión, no se presentan sobrecargas en las líneas de transmisión. Las tensiones se encuentran dentro de los límites permitidos.

- **Contingencia N° 6: Salida Carga Pampa de Pongo**

Para el año 2022 la carga Pampa de Pongo que se conecta a la SE. Poroma 220 kV es de 144 MW y de 250 MW para el año 2026, ante la salida de esta carga no se presentan sobrecargas en las líneas de transmisión. Las tensiones se encuentran dentro de los límites permitidos.

- **Contingencia N° 7: Salida LT. Marcona-Nueva Nazca 220 kV**

Para esta contingencia no se presentan sobrecargas en las líneas de transmisión. Las tensiones se encuentran dentro de los límites permitidos.

- **Contingencia N° 8: Salida Transformador Marcona 220/60 kV**

Para esta contingencia se presenta una sobrecarga del 36% en el transformador que se encuentra en paralelo, sin embargo, no es debido al Proyecto pues estos transformadores son de carga. No se presentan sobrecargas en las líneas de transmisión en la zona de influencia. Las tensiones se encuentran dentro de los límites permitidos.

- Del Análisis de Cortocircuito: Bajo los estimados de demanda y generación presentados se observa que, aunque la corriente de cortocircuito se va incrementando progresivamente, en todos los escenarios analizados, los niveles de corriente determinados no superan la capacidad máxima de ruptura del equipamiento de interrupción existente en las subestaciones cercanas a la zona del proyecto, como detallamos a continuación:

- Cortocircuito Trifásico: Se observa que en la barra de 220 kV de la SE. Marcona 220 kV el nivel de cortocircuito máximo es de 7,45 kA para el año de ingreso del Proyecto y de 8,43 kA para el año 2026 en la condición especial.

En las barras del Proyecto las corrientes de cortocircuito trifásico no superan los 4,21 kA en el nivel de 220 kV, ni los 4,5 kA en el nivel de 30 kV, aún en el caso más crítico donde todas las máquinas del SEIN se encuentran rotando para el año 2026.

- Cortocircuito Bifásico a tierra: Se observa que en la barra de 220 kV de la SE. Marcona 220 kV el nivel de cortocircuito máximo es de 8,4 kA para el año de ingreso del Proyecto y de 9,23 kA para el año 2026 en la condición especial.

En las barras del Proyecto las corrientes de cortocircuito bifásico no

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

superan los 4,6 kA en el nivel de 220 kV, ni los 12,1 kA en el nivel de 30 kV, aún en el caso más crítico donde todas las máquinas del SEIN se encuentran rotando para el año 2026.

- v' Cortocircuito Monofásico: Se observa que en la barra de 220 kV de la SE. Marcona 220 kV el nivel de cortocircuito máximo es de 8,45 kA para el año de ingreso del Proyecto y de 9,32 kA para el año 2026 en la condición especial.
- En las barras del Proyecto las corrientes de cortocircuito monofásico no superan los 4,6 kA en el nivel de 220 kV. En el nivel de 30 kV se mantiene en 0,22 kA para todos los escenarios.

Se concluye que, los valores de cortocircuito obtenidos son inferiores a la capacidad de ruptura de los interruptores utilizados en 220kV, cuyos valores estándares son 31,5 kA ó 40 kA,

- Del análisis de Estabilidad Transitoria:

- v' El tiempo crítico de despeje de falla trifásica cercana al lado de alta tensión del transformador elevador para el PE San Juan es de 910 ms, superando el tiempo mínimo de actuación de las protecciones para este tipo de instalaciones.
- v' Ante la ocurrencia de fallas trifásicas con apertura definitiva de los interruptores, en 1 Terna de las líneas de transmisión LT. 220 kV Poroma – Marcona, así como de las LT. 500 kV Poroma – Colcabamba, LT 500 kV Poroma – Chilca, LT 500 kV Poroma – Ocoña y LT 500 kV Poroma – Yarabamba, se comprueba que estas salidas de servicio no provocan inconvenientes de suministro eléctrico, observándose que las principales variables operativas se recuperan rápidamente al final de la fallas de 0,1 s, adoptando un nuevo punto de operación dentro de los márgenes permisibles, permitiendo la continuidad operativa de la zona.
- v' El Parque Eólico soporta los límites establecidos en del Anexo 1 del Procedimiento N° 20 del COES, respecto a los Huecos de Tensión, evaluados en el Punto de Conexión del PE San Juan (SE. Marcona 220 kV).
- v' De las simulaciones de desconexión intempestiva de un Reactor de 500 kV en la SE. Poroma y salida de la carga minera Pampa de Pongo con 144 MW, se observa que estas salidas de servicio no provocan inconvenientes de suministro eléctrico, observándose que las principales variables operativas se recuperan rápidamente, adoptando un nuevo punto de operación dentro de los márgenes permisibles, permitiendo la continuidad operativa de la zona.

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

Por lo expuesto, se concluye que, con la entrada del Proyecto, para todos los casos analizados, El PE. San Juan de no afecta negativamente la operación del SEIN, favoreciendo el perfil de tensiones en la zona y aumentando el margen de reserva de generación eléctrica del SEIN.

	ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD: PARTE 1: RESUMEN EJECUTIVO	ENERGÍA RENOVABLE DEL SUR S.A
Mayo 2022	PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135.7 MW	DOC.: EPO_PE San Juan_Parte 1.rev04

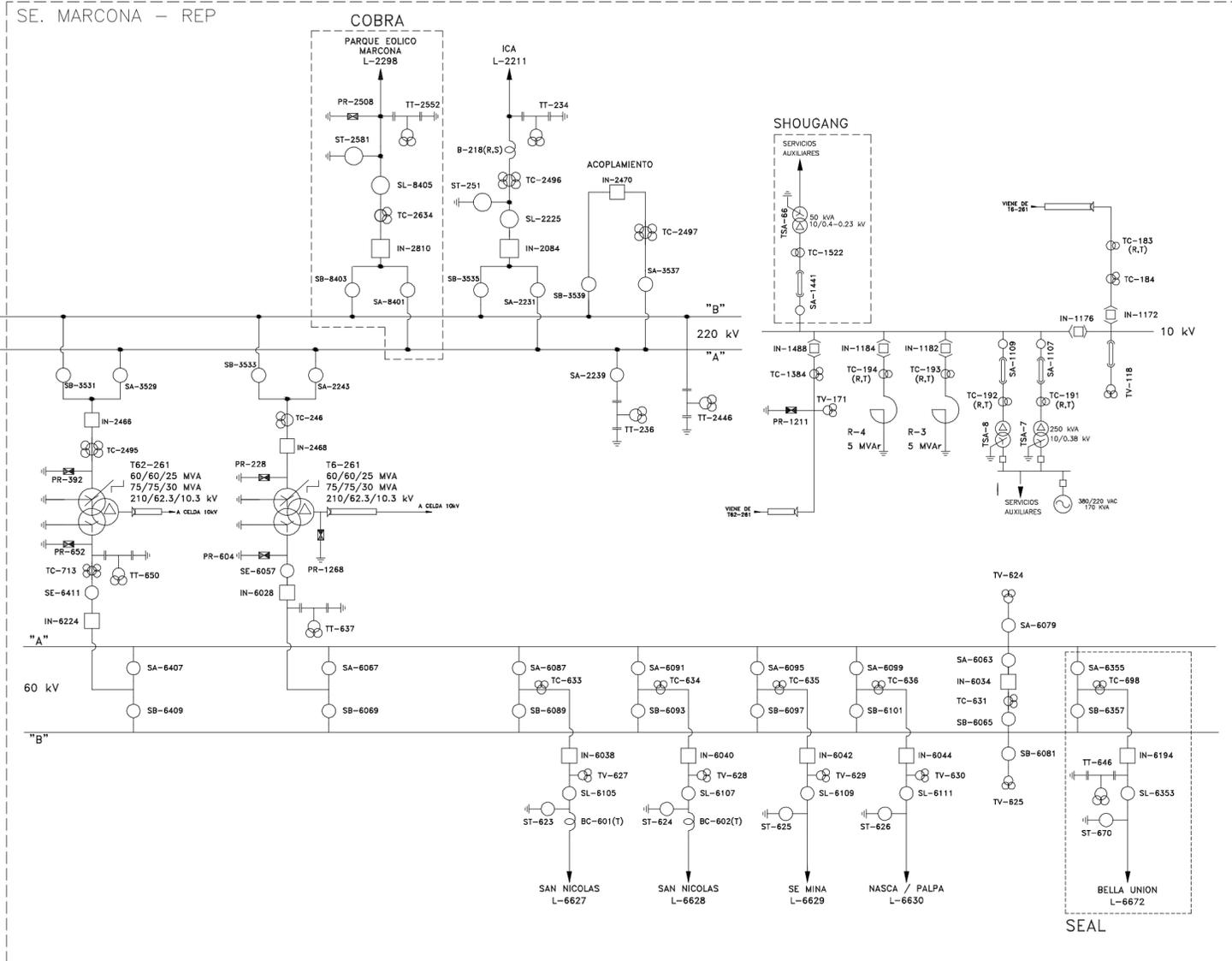
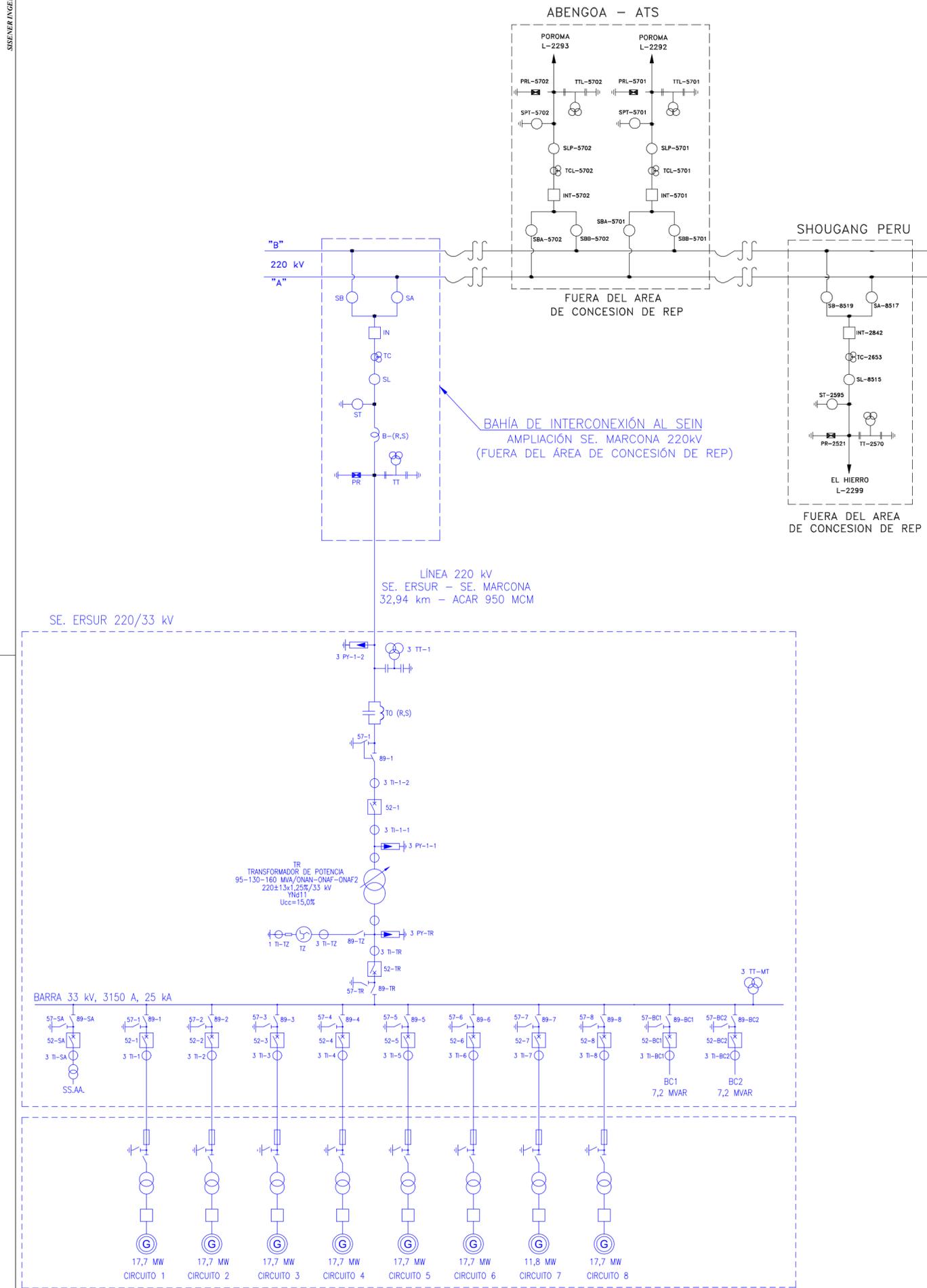
## 5 UNIFILAR DEL SISTEMA PROYECTADO

El esquema unifilar del sistema proyectado se muestra en el siguiente anexo:

ESTUDIO DE PRE OPERATIVIDAD  
PARA LA CONEXIÓN AL SEIN DEL:

“PARQUE EÓLICO SAN JUAN”  
135.7 MW

**PARTE 1**  
ANEXO  
ESQUEMA UNIFILAR GENERAL



**CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL DISEÑO**

SISTEMA 220 kV	
TENSIÓN DE SERVICIO	220 kV
TENSIÓN MÁX. ELEVADA PARA EL MATERIAL	245 kV
NIVEL BÁSICO DE IMPULSO	1,050 kV
TENSIÓN FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	460 kV
REGÍMEN DE NEUTRO	RIGIDO A TIERRA
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	31,5 kA (ERSUR), 40 kA (MARCONA)
DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO	1 s

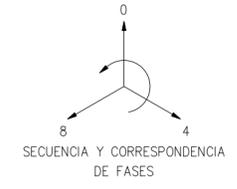
SISTEMA 33 kV	
TENSIÓN DE SERVICIO	33 kV
TENSIÓN MÁX. ELEVADA PARA EL MATERIAL	36 kV
NIVEL BÁSICO DE IMPULSO	170 kV
TENSIÓN FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	70 kV
REGÍMEN DE NEUTRO	P.A.T. A TRAVÉS DE REACTANCIA
INTENSIDAD NOMINAL BARRAS	3150 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	25 kA
DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO	1 s

TENSION DE CIRCUITOS AUXILIARES	
	125/48 Vcc; 380/220 Vcc

**LEYENDA SE. ERSUR**

52	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
57	SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA
89	SECCIONADOR
TI	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD-CORRIENTE
TT	TRANSFORMADOR DE TENSION-VOLTAJE
PY	PARARRAYOS
TR	TRANSFORMADOR DE POTENCIA
TSA	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES
TZ	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA
BC	BATERÍA DE CONDENSADORES



**LEYENDA SE. MARCONA**

	TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO
	PARARRAYO
	TRAMPA DE ONDA
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
	INTERRUPTOR
	SECCIONADOR

**NOTA:**

- INSTALACIÓN EXISTENTE
- INSTALACIÓN DEL PROYECTO

REV.	FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	APROBADO	MODIFICACIÓN
02	18/05/22	IOL	IOL	AGP	ACTUALIZA CAMBIADOR DE TOMAS TRANSFORMADOR SE ERSUR
01	31/03/22	CJM	IOL	AGP	ACTUALIZACIÓN DE LA POTENCIA DEL PARQUE EÓLICO
00	23/09/20	EMP	EMP	OPC	EDICIÓN ORIGINAL



**PARQUE EÓLICO SAN JUAN 135,7 MW**

DISTRITO DE MARCONA, PROVINCIA DE NAZCA, PERÚ

ESQUEMA UNIFILAR GENERAL

Escala:	S/E
Revisión:	02
Hoja:	01
Siguiente:	--
Proyecto:	20-8028-SJ
FE-03-00	