



# Protocolo de Ensayos de Verificación de SSCC Control de Tensión

PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DOÑA ANTONIA	
<b>Ubicación</b>	Coquimbo, Chile
<b>Fecha</b>	
<b>Cliente</b>	Doña Antonia Solar SPA
<b>Proyecto</b>	
<b>Observaciones</b>	

Las partes certifican con su firma que los ensayos fueron realizados conforme a lo especificado en el presente documento:



Por GME

**Doña Antonia Solar SPA**

.....  
Firma y Aclaración

.....  
Firma y Aclaración

.....  
Firma y Aclaración

.....  
Firma y Aclaración

## ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

<b>CEN:</b>	Coordinador Eléctrico Nacional
<b>CNE:</b>	Comisión Nacional de Energía
<b>ERNC:</b>	Energía Renovables No Convencional
<b>SSCC:</b>	Servicios complementarios
<b>NTSSCC:</b>	Norma Técnica de Servicios Complementarios
<b>NTSyCS:</b>	Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio
<b>NT:</b>	Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio para Sistemas
<b>SSMM:</b>	Medianos
<b>PE:</b>	Parque Eólico
<b>SE:</b>	Subestación Eléctrica
<b>AT:</b>	Alta tensión
<b>MT:</b>	Media tensión
<b>BT:</b>	Baja tensión
<b>ONAN:</b>	Oil Natural Air Natural
<b>ONAF:</b>	Oil Natural Air Forced
<b>SEN:</b>	Sistema Eléctrico Nacional
<b>RBC:</b>	Regulador Bajo Carga
<b>PMU:</b>	Power Management Unit
<b>POI:</b>	Point of interconnection
<b>Pg:</b>	Potencia generada
<b>Pn:</b>	Potencia nominal
<b>CT:</b>	Control de tensión
<b>CTF:</b>	Control terciario de frecuencia

## REGISTRO DE COMUNICACIONES

Registro de las actividades, comunicaciones y aprobación de documentos.

---

<b>N°</b>	<b>Fecha dd/mm/año</b>	<b>Preparó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>	<b>Observaciones</b>
1	17/10/2024	PB	FG	FM	Emisión inicial

---

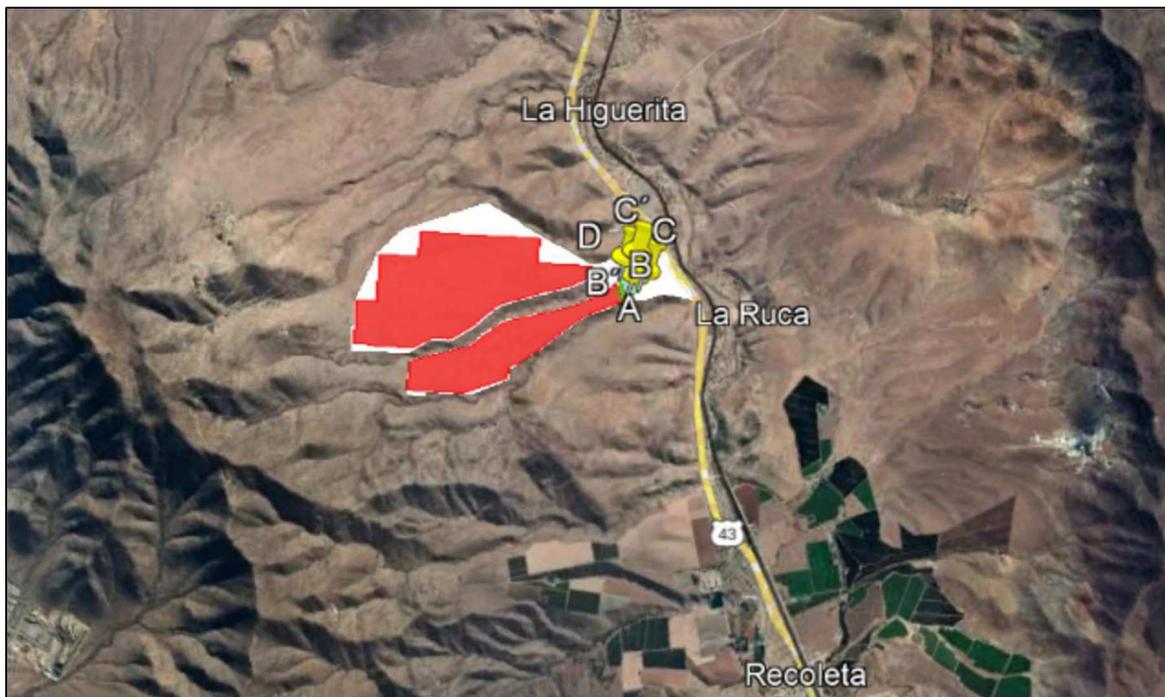
# SECCIÓN PRINCIPAL

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Descripción de la central

El PSFV Doña Antonia se encuentra emplazado en la región de Coquimbo en la zona norte de Chile. Está formado por 20 Inversores marca Power Electronics, modelo HEMK GEN 3 660 V – FS4200K de una capacidad nominal de 4,2 MVA cada uno, siendo la potencia instalada de 84 MVA (20 x 4,2 MVA). La Potencia Neta comprometida en el punto de conexión es de 75 MW. En el Gráfico 4 se muestra la curva de capacidad PQ de los Inversores.

En el Gráfico 1 se muestra la ubicación geográfica del parque, en el Gráfico 2 el esquema unilineal de la SE Doña Antonia y en el Gráfico 3 muestra un esquema unilineal del sistema colector en 33 kV.



**Gráfico 1. Ubicación geográfica del PSFV Doña Antonia.**



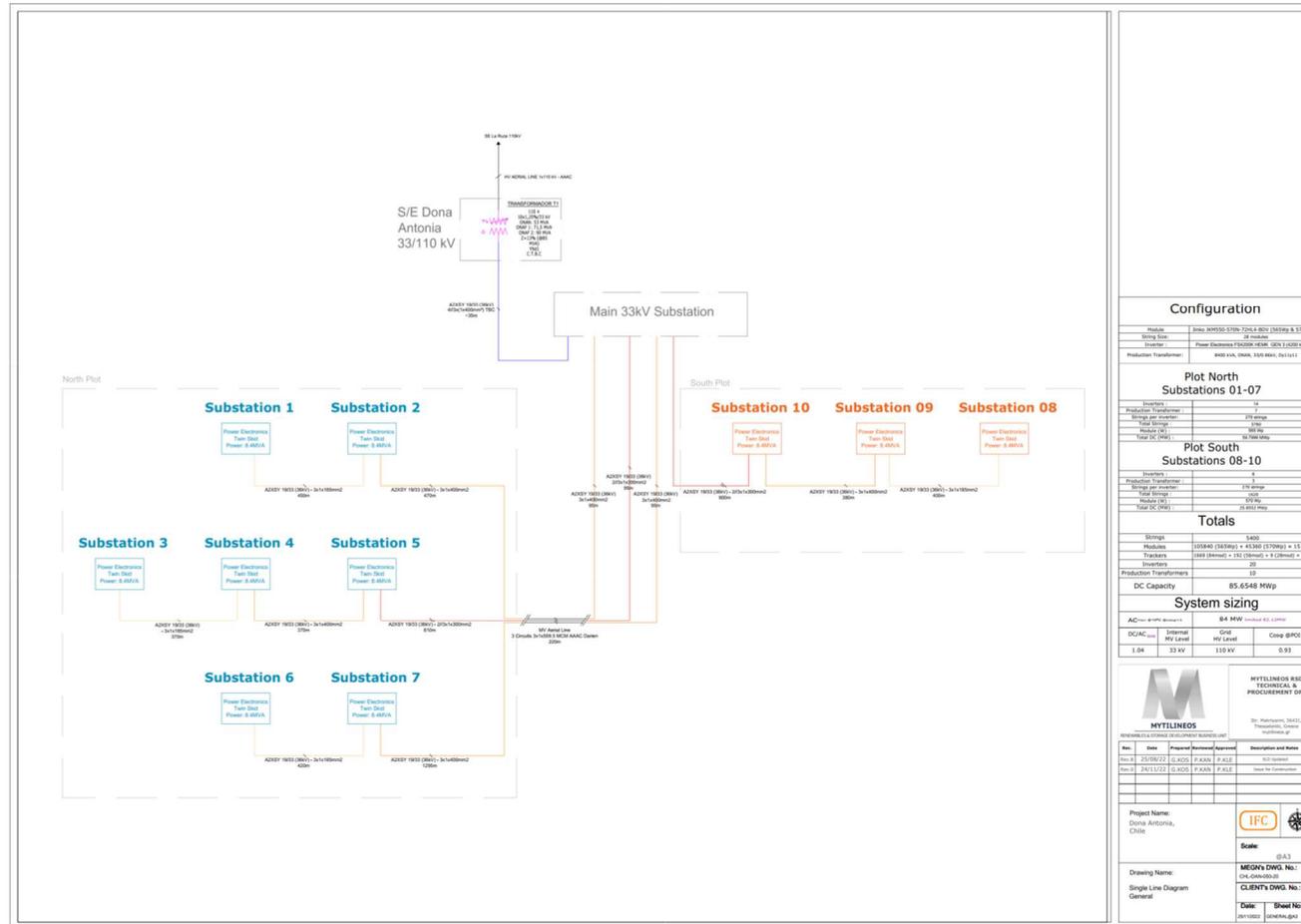


Gráfico 3. Esquema unilínea del sistema colector.

## 1.2. Marco normativo

Los ensayos que se detallan a continuación siguen los requerimientos establecidos en el Anexo Técnico: Verificación De Instalaciones Para La Prestación SSCC de la Norma Técnica de Servicios Complementarios (NTSSCC) vigente, y en la Guía de Verificación de Servicios Complementarios de Control de Tensión, a los fines de verificar la prestación del recurso técnico de instalaciones para la prestación del Servicio Complementario de Control de Tensión (CT).

En particular, los sistemas de control de las plantas se deben ensayar para cumplir con los requerimientos establecidos a continuación.

ANEXO TÉCNICO: VERIFICACIÓN DE INSTALACIONES PARA LA PRESTACIÓN SSCC, TÍTULO XI. VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS DEL SC DE CONTROL DE TENSIÓN

### **Artículo 32 Objetivo de los ensayos**

*La verificación de la prestación del recurso técnico de instalaciones para la prestación del SC de CT tiene por objeto la realización de ensayos y/o mediciones a efectos de demostrar que la referida instalación cumple con todos los requisitos técnicos establecidos en el siguiente artículo.*

*El titular de toda instalación que participe en el servicio de CT deberá realizar ensayos y/o mediciones a efectos de demostrar que la instalación dispone de los equipos y medios requeridos por el Coordinador para efectuar un adecuado monitoreo de la disponibilidad y desempeño del SC, de acuerdo con lo establecido en la presente norma.*

### **Artículo 34 Ensayos para la verificación de recursos técnicos asociados a las instalaciones eólicas y solares fotovoltaicas para la prestación de SC de CT**

*Para la verificación de los requisitos técnicos de los controles de tensión/potencia reactiva de una instalación eólica o solar fotovoltaica se deberán realizar pruebas y/o mediciones a efectos de verificar:*

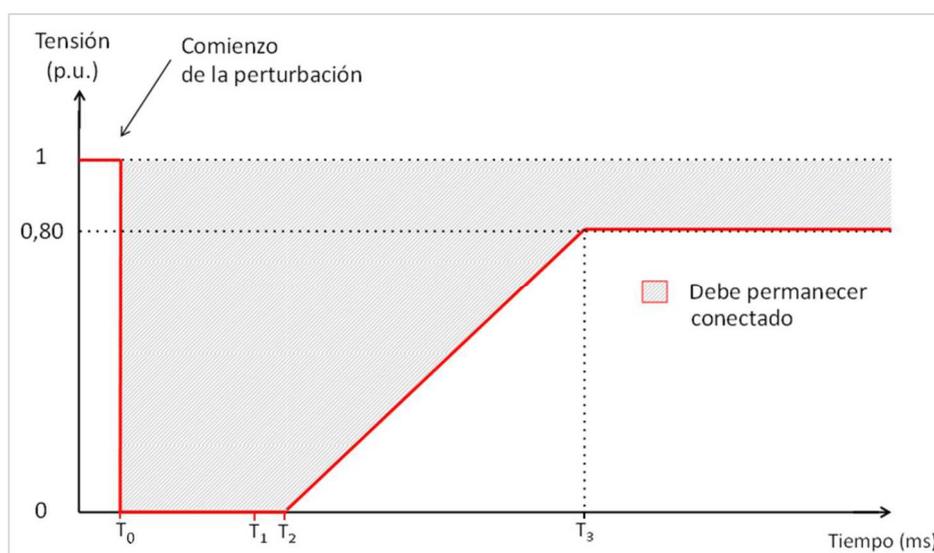
- a. La respuesta de los elementos incorporados al control de tensión/potencia reactiva del parque (controlador y sus limitadores).*
- b. Las protecciones permiten operar el parque dentro de los límites de operación en sobretensión y subtensión establecidos para el Sistema Eléctrico Nacional en el Capítulo 5 de la NTSyCS.*
- c. La respuesta del parque ante variaciones rápidas de la tensión, frente a fallas en la red de transmisión, cumple con las exigencias mínimas establecidas en el Artículo 3-8 de la NTSyCS.*
- d. El diseño de las instalaciones de los parques eólicos o solar fotovoltaicos asegure que pueden operar en forma permanente entregando o absorbiendo reactivos en el Punto de Conexión al Sistema de Transmisión, siempre que el controlador o el recurso primario así lo permita, para tensiones en el rango de Estado Normal, en las zonas definidas en el Artículo 3-9 de la NTSyCS.*
- e. Verificación de la curva P-Q del parque en el punto de interconexión del ST según lo indicado en el artículo 3-9 de la NTSyCS y lo requerido en el Informe de SSCC.*

NORMA TÉCNICA DE SEGURIDAD Y CALIDAD DE SERVICIO, CAPÍTULO 3 EXIGENCIAS

## MÍNIMAS PARA DISEÑO DE INSTALACIONES, TÍTULO 3-3 INSTALACIONES DE GENERACIÓN

### Artículo 3-8

En caso de caídas de tensión en el ST, ya sea producto de cortocircuitos monofásicos, bifásicos, trifásicos u otros eventos, las unidades de un parque eólico o fotovoltaico deberán ser diseñadas de modo de asegurar que, a lo menos, se mantengan conectadas al sistema cuando la tensión fase-tierra en el punto de conexión a la red de las fases falladas varíe dentro de la zona achurada de la figura a continuación (zona de no-desconexión) y las tensiones en las fases no falladas no sobrepasen las tensiones máximas de servicio. Para estos efectos, la tensión deberá medirse en el lado de mayor tensión del punto de conexión a la red.



Siendo:

$T_0 = 0$  [ms], Tiempo de inicio de la falla.

$T_1$  = Tiempo máximo de despeje de falla establecido en el Artículo 5-40, según el nivel de tensión del Punto de Conexión.

$T_2 = T_1 + 20$  [ms]

$T_3 = 1000$  [ms]

Adicionalmente, ante la ocurrencia de cualquier cortocircuito o evento en el ST que lleve en el punto de conexión a la red a caídas de tensión que excedan la banda muerta del control de tensión de  $\pm 10\%$  de  $\Delta U/U_{nom}$ , el control de tensión deberá priorizar la inyección de corriente reactiva.

El control de tensión del parque eólico o fotovoltaico deberá activarse dentro de los 20 ms de detectada la falla, suministrando corriente reactiva adicional ( $\Delta I_r$ ) en un monto igual al 2% de la corriente nominal ( $I_{nom}$ ) por cada 1% de  $\Delta U/U_{nom}$  en el punto de conexión a la red.

$$\frac{\Delta I_r}{I_{nom}} = 2 \frac{\Delta U}{U_{nom}}$$

Donde se tiene que:

- $\Delta I_r = I_r - I_{r0}$
- $\Delta U = U - U_0$
- Con  $I_{r0}$  y  $U_0$  la corriente reactiva y voltaje antes de la falla respectivamente.

El sistema de control del parque eólico o fotovoltaico deberá ser capaz de inyectar una corriente aparente de secuencia positiva de hasta 100% de la  $I_{nom}$  en caso de ser necesario. Esta acción del control de tensión deberá mantenerse hasta que la tensión medida en el lado de mayor tensión del punto de conexión a la red ingrese dentro de la banda muerta del regulador.

### Artículo 3-9

El diseño de las instalaciones de los parques eólicos o fotovoltaicos deberá asegurar que pueden operar en forma permanente entregando o absorbiendo reactivos en el Punto de Conexión al ST, para tensiones en el rango de Estado Normal, en las zonas definidas a continuación:

#### I. Parques eólicos

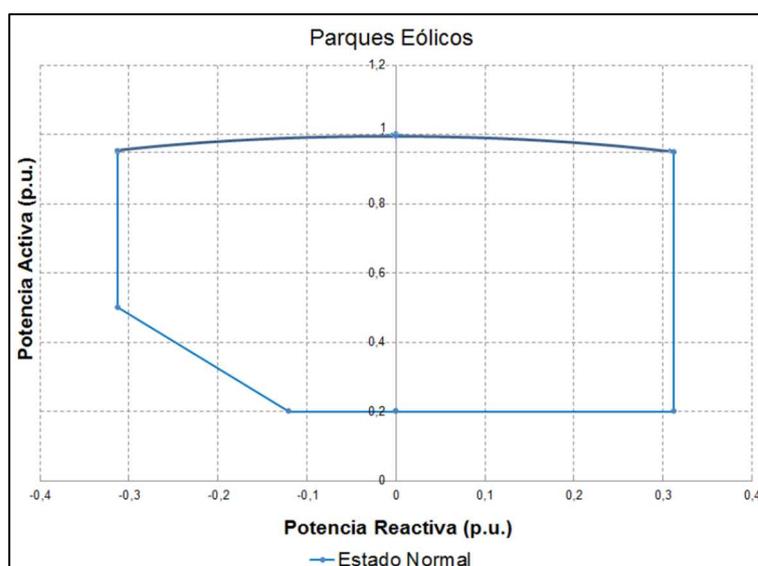
Zona de operación entregando reactivos:

- a) Potencia activa correspondiente al **20%** de la potencia nominal del parque y potencia reactiva nula.
- b) Potencia activa nominal del parque con potencia reactiva nula.
- c) Potencia activa correspondiente al **95%** de la potencia nominal del parque con una potencia reactiva correspondiente a un factor de potencia **0,95**.
- d) Potencia activa igual al **20%** de la potencia activa nominal del parque y potencia reactiva correspondiente al literal c) precedente.

Zona de operación absorbiendo reactivos:

- a) Potencia activa correspondiente al **20%** de la potencia nominal del parque y potencia reactiva nula.
- b) Potencia activa nominal del parque con potencia reactiva nula.
- c) Potencia activa correspondiente al **95%** de la potencia nominal del parque con una potencia reactiva correspondiente a un factor de potencia **0,95**.
- d) Potencia activa igual al **50%** de la potencia activa nominal del parque y potencia reactiva correspondiente al literal c) precedente.
- e) Potencia activa igual al **20%** de la potencia activa nominal del parque y potencia reactiva correspondiente al **12%** de la potencia nominal del parque.

Lo anterior puede representarse a través de la siguiente gráfica:

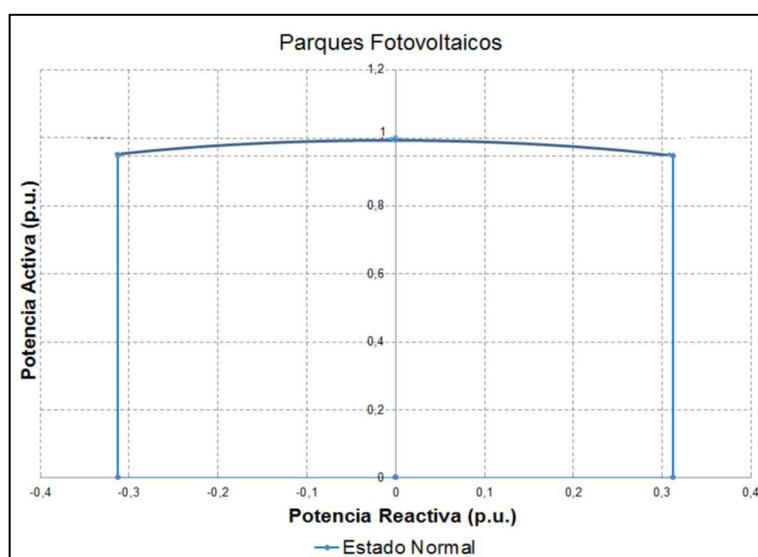


## II. Parques fotovoltaicos

Zona de operación entregando y absorbiendo reactivos:

- Potencia activa y potencia reactiva nula.
- Potencia activa nominal del parque con potencia reactiva nula.
- Potencia activa correspondiente al 95% de la potencia nominal del parque con una potencia reactiva correspondiente a un factor de potencia 0,95.
- Potencia activa nula y potencia reactiva correspondiente al literal c) precedente.

Lo anterior puede representarse a través de la siguiente gráfica:



### Artículo 3-13

[...] Los parques eólicos y fotovoltaicos de potencia nominal total igual o mayor a 50 [MW] deberán tener un sistema de control que permita recibir una señal proveniente de un control conjunto de potencia reactiva/tensión, cuya función sea controlar la tensión en barras de alta tensión del parque a un valor ajustado por el operador.

### Artículo 5-45

*Con el fin de garantizar la recuperación del SI frente a las contingencias y severidad especificadas en el Artículo 5-37 y Artículo 5-38, los tiempos de actuación de los sistemas de protección propios de la instalación fallada deberán asegurar el efectivo despeje de las fallas en un tiempo:*

*a) Inferior a 6 ciclos (120 [ms]), en el caso de fallas en unidades generadoras directamente conectadas a instalaciones del ST.*

*b) Inferior a 20 ciclos (400 [ms]), para fallas en líneas y transformadores del ST con tensión nominal inferior a 200 [kV].*

*c) Inferior a 6 ciclos (120 [ms]), para fallas en líneas y transformadores del ST con tensión nominal igual o superior a 200 [kV].*

*d) El tiempo máximo de despeje de fallas indicado en c) es exigido ante Contingencia Simple y estando los esquemas de teleprotección en condiciones de operación normal.*

[...]

### **1.3. Preparativos previos a los ensayos**

Previo a los ensayos se deberán realizar las siguientes actividades:

- Reunión inicial de presentación entre el coordinado y el experto técnico con el objetivo de establecer las pautas generales del ensayo y conocer el estado general de la planta.
- Pedido de información al coordinado por parte del experto técnico a fin de elaborar el protocolo de ensayos correspondiente.
- Reuniones de coordinación entre el coordinado y el experto técnico para definir un cronograma de fechas tentativas de ensayos.
- Envío de la versión inicial del protocolo por parte del experto técnico al coordinado para remitir al CEN.
- En función del protocolo de ensayo presentado, junto con las aclaraciones pertinentes de cada prueba, el coordinado deberá realizar todos los ajustes necesarios (controlador de la planta, protecciones, etc.) para cumplir con lo exigido en la normativa técnica y deberá justificar en caso de limitaciones en la planta.
- Recepción de los comentarios respecto al protocolo de ensayos por parte del CEN y elaboración de una nueva versión del documento.
- Envío de la versión final del protocolo de ensayos por parte del experto técnico al coordinado para remitir nuevamente al CEN.
- En función de aceptación del protocolo, se deberá ajustar el cronograma de ensayos considerando la disponibilidad del recurso primario, considerando además un preaviso de la fecha de ensayos de 15 días hábiles al coordinador.

### **1.4. Personal necesario durante los ensayos**

Durante el ensayo se deberá contar con la participación de al menos las siguientes figuras:

- Experto técnico: Es quien conectará el equipo registrador y dirigirá las distintas pruebas a ejecutarse.
- Jefe planta: Es quien se encargará de realizar la coordinación con el centro de

despacho de carga del coordinador (CDC) para cada prueba a ejecutar, de forma tal de tener una realimentación constante respecto a las restricciones que pudiesen presentarse en la red al momento del ensayo.

- Personal de operaciones y mantenimiento: Serán los encargados de dar respuesta ante fallas en el equipamiento de la central y brindar asistencia general durante el ensayo.
- Encargado de la subestación: Su función será la de dar soporte en cuanto a conexión del equipo al punto de medición y todo lo referido a la subestación (maniobras en transformador de potencia, verificación de puntos de medición, entre otras).
- Especialista del sistema de control: Se deberá contar con un especialista del sistema de control de la planta del lado del fabricante de los inversores, quien realizará los cambios pertinentes en el sistema de control en cada prueba a partir de las indicaciones del experto técnico.

### 1.5. Consideraciones de seguridad en la realización de las pruebas

Los ensayos se realizarán en coordinación con el operador de planta y el operador de la red, verificando constantemente que las variables registradas (tensión, potencia y frecuencia) estén dentro de los rangos de operación aceptables y que las referencias introducidas en el control de planta no provoquen una operación incorrecta de la planta y del sistema. Para esto se verificará, además, si existieran al momento de realizar las pruebas restricciones operativas en la red, que puedan condicionar las máximas excursiones de las variables ensayadas.

### 1.6. Información técnica

En la siguiente tabla se presentan las características generales más relevantes del servicio complementario que se pretende verificar.

**Tabla 1. Datos técnicos del PSFV Taira.**

	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Empresa coordinada	Doña Antonia Solar SPA	-
SC a evaluar	Control de tensión	-
Tipo de tecnología	Solar Fotovoltaica	-
Fabricante de la unidad	PowerElectronics Freesun HEMK GEN3	-
Potencia nominal de la unidad	4,2	MW
Cantidad de unidades	20	-
Tensión de la red colectora	33	kV
Punto de conexión	SE Doña Antonia 110 kV	-
Potencia máxima bruta	80.3	MW
Potencia máxima neta	79.4	MW
Mínimo técnico bruto (planta)	-	MW
Mínimo técnico neto (planta)	2.42	MW

En la sección ANEXO se muestra información más detallada respecto a los elementos de la planta.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS DE VERIFICACIÓN PARA PARQUES EÓLICOS

Para la verificación de los requisitos técnicos de los controles de tensión/potencia reactiva de una instalación eólica se deberán realizar pruebas y/o mediciones a efectos de verificar:

- i. La respuesta de los elementos incorporados al control de tensión/potencia reactiva del parque (controlador y sus limitadores).
- ii. Las protecciones permiten operar el parque dentro de los límites de operación en sobretensión y subtensión establecidos para el Sistema Eléctrico Nacional en el Capítulo 5 de la NTSyCS.
- iii. La respuesta del parque ante variaciones rápidas de la tensión, frente a fallas en la red de transmisión, cumple con las exigencias mínimas establecidas en el Artículo 3-8 de la NTSyCS.
- iv. El diseño de las instalaciones de los parques asegure que pueden operar en forma permanente entregando o absorbiendo reactivos en el Punto de Conexión al Sistema de Transmisión, siempre que el controlador o el recurso primario así lo permita, para tensiones en el rango de Estado Normal, en las zonas definidas en el Artículo 3-9 de la NTSyCS.
- v. Verificación de la curva P-Q del parque en el punto de interconexión del ST según lo indicado en el artículo 3-9 de la NTSyCS y lo requerido en el Informe de SSCC.

Se registran los valores de la tensión, potencia activa y reactiva en el punto de interconexión del parque. Adicionalmente también se requiere registrar la tensión, potencia activa y reactiva en bornes del inversor. En los siguientes apartados, se describe con mayor detalle cómo se realizarán estas mediciones y el procedimiento para realizar cada ensayo en particular.

### 2.1. Ensayos al control de potencia reactiva / tensión a nivel planta

Se realizan ensayos para la verificación del desempeño del control de tensión y su sistema de regulación de potencia reactiva a nivel planta para distintos niveles de generación: Alta Carga (90% Pmax), Media Carga (50% Pmax) y Baja Carga (10% Pmax). Siendo Pmax, la potencia máxima disponible al momento de realizar las pruebas. Esto último incluye la disponibilidad de recurso primario como de los componentes que conforman la planta. En este protocolo de ensayo se consideró a Pmax como la potencia comprometida en el POI (75 MW).

Los resultados derivados del ensayo deben permitir la determinación de los siguientes parámetros de desempeño: Tiempo de establecimiento ( $T_e$ ), Tiempo de crecimiento ( $T_r$ ), error de estado estacionario ( $ess$ ), sobrepaso máximo y la tasa de crecimiento de la potencia reactiva (MVar/s).

Se registra la tensión (U), la potencia activa (P) y la potencia reactiva (Q) en el punto de conexión del parque, que es la barra de 110 kV de la SE Doña Antonia. La medición de estas variables se realiza mediante un equipo registrador propio del experto técnico, o bien, mediante la adquisición del SCADA de planta.

Los requerimientos de los ensayos a realizar son los siguientes:

#### 2.1.1 Ensayos en modo control de tensión

Se verifican los parámetros de desempeño del control de tensión mediante un ensayo en el que se aplica un cambio en la consigna de tensión de  $\pm 3\%$  con el parque operando con suficiente margen de potencia reactiva. En las siguientes tablas, se muestran los distintos setpoints de tensión (Uset) y Potencia activa (Pset) a ensayar.

**Tabla 2. Ensayo en modo control de tensión - Alta carga.**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	Pset = 90 % Pmax = 68 MW. Activación del control de tensión con el setpoint adecuado (Uc) que permita operar la planta con suficiente margen de potencia reactiva.
3	Ajuste de la consigna de tensión del parque a Uset = 1.03 UC. Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste del parque a Uset = Uc. Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
5	Ajuste del parque a Uset = 0.97 Uc. Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
6	Ajuste del parque a Uset = Uc. Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
7	Detener registro de datos.

**Tabla 3. Ensayo en modo control de tensión - Media carga.**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	Pset = 50 % Pmax = 38 MW. Activación del control de tensión con el setpoint adecuado (Uc) que permita operar la planta con suficiente margen de potencia reactiva.
3	Ajuste de la consigna de tensión del parque a Uset = 1.03 UC esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste del parque a Uset = Uc. Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
5	Ajuste del parque a Uset = 0.97 Uc. Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
6	Ajuste del parque a Uset = Uc. Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
7	Detener registro de datos.

**Tabla 4. Ensayo en modo control de tensión - Baja carga.**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	Pset = 10 % Pmax = 8 MW. Activación del control de tensión con el setpoint adecuado (Uc) que permita operar la planta con suficiente margen de potencia reactiva.
3	Ajuste de la consigna de tensión del parque a Uset = 1.03 UC esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste del parque a Uset = Uc. Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.

5	Ajuste del parque a $U_{set} = 0.97 U_c$ . Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
6	Ajuste del parque a $U_{set} = U_c$ . Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
7	Detener registro de datos.

El criterio de aceptación es que la respuesta dinámica del control sea estable en todo el tiempo de duración de la prueba y que se cumpla (dentro de las características de cada modo) con la consigna descrita. Se registra la tensión (U), la potencia activa (P) y la potencia reactiva (Q) en el punto de conexión del parque.

Duración del ensayo: aproximadamente 30 minutos.

### 2.1.2 Ensayos en modo control de potencia reactiva

Se verifican los parámetros de desempeño del control de potencia reactiva mediante un ensayo en el que se aplicará un cambio en la consigna de potencia reactiva de 10%  $P_{max}$ . En las siguientes tablas, se muestran los distintos setpoints de potencia reactiva ( $Q_{set}$ ) y Potencia activa ( $P_{set}$ ) a ensayar.

**Tabla 5. Ensayo en modo control de potencia reactiva - Alta carga.**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	$P_{set} = 90 \% P_{max} = 68 \text{ MW}$ . Activación del control de potencia reactiva en $Q_{set} = 0 \text{ MVAR}$ .
3	Ajuste de la consigna potencia reactiva del parque a $Q_{set} = + 8 \text{ MVAR}$ (capacitivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste del parque a $Q_{set} = 0 \text{ MVAR}$ . Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
5	Ajuste del parque a $Q_{set} = - 8 \text{ MVAR}$ (inductivo). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
6	Ajuste del parque a $Q_{set} = 0 \text{ MVAR}$ . Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
7	Detener registro de datos.

**Tabla 6. Ensayo en modo control de potencia reactiva - Media carga**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	$P_{set} = 50 \% P_{max} = 38 \text{ MW}$ . Activación del control de potencia reactiva en $Q_{set} = 0 \text{ MVAR}$ .
3	Ajuste de la consigna potencia reactiva del parque a $Q_{set} = + 8 \text{ MVAR}$ (capacitivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste del parque a $Q_{set} = 0 \text{ MVAR}$ . Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
5	Ajuste del parque a $Q_{set} = - 8 \text{ MVAR}$ (inductivo). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
6	Ajuste del parque a $Q_{set} = 0 \text{ MVAR}$ . Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
7	Detener registro de datos.

**Tabla 7. Ensayo en modo control de potencia reactiva - Baja carga**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	Pset = 10 % Pmax = 8 MW. Activación del control de potencia reactiva Qset = 0 MVAR.
3	Ajuste de la consigna potencia reactiva del parque a Qset = + 8 MVAR (capacitivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste del parque a Qset = 0 MVAR. Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna
5	Ajuste del parque a Qset = - 8 MVAR (inductivo). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna
6	Ajuste del parque a Qset = 0 MVAR. Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
7	Detener registro de datos

El criterio de aceptación es que la respuesta dinámica del control sea estable en todo el tiempo de duración de la prueba y que se cumpla (dentro de las características de cada modo) con la consigna descrita. Se registra la tensión (U), la potencia activa (P) y la potencia reactiva (Q) en el punto de conexión del parque.

Duración del ensayo: aproximadamente 30 minutos.

### 2.1.3 Ensayos en modo control de factor de potencia

Se verifican los parámetros de desempeño del control de factor de potencia mediante un ensayo en el que se aplicará un cambio en la consigna de factor de potencia que produzca una variación del  $\pm 10\%$  Pmax en la potencia reactiva, con la planta operando con suficiente margen de potencia reactiva. En las siguientes tablas, se muestran los distintos setpoints factor de potencia (FPset) y Potencia activa (Pset) a ensayar.

**Tabla 8. Ensayo en modo control de factor de potencia - Alta carga**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	Pset = 90 % Pmax = 68 MW. Activación del control de potencia reactiva FPset = 1 (Q = 0 MVAR).
3	Ajuste del parque a FPset = 0.993 (Q = + 8 MVAR capacitivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste del parque a FPset = 1 (Q = 0 MVAR). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
5	Ajuste del parque a FPset = - 0.993 (Q = - 8 MVAR inductivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
6	Ajuste del parque a FPset = 1 (Q = 0 MVAR). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
7	Detener registro de datos.

**Tabla 9. Ensayo en modo control de factor de potencia - Media carga**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	Pset = 50 % Pmax = 38 MW. Activación del control de potencia reactiva FPset = 1 (Q = 0 MVAR).

3	Ajuste del parque a $FPset = 0.979$ ( $Q = + 8$ MVAR capacitivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste del parque a $FPset = 1$ ( $Q = 0$ MVAR). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
5	Ajuste del parque a $FPset = - 0.979$ ( $Q = - 8$ MVAR inductivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
6	Ajuste del parque a $FPset = 1$ ( $Q = 0$ MVAR). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
7	Detener registro de datos.

**Tabla 10. Ensayo en modo control de factor de potencia - Baja carga**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	$Pset = 10\%$ $Pmax = 8$ MW. Activación del control de potencia reactiva $FPset = 1$ ( $Q = 0$ MVAR).
3	Ajuste del parque a $FPset = 0.707$ ( $Q = + 8$ MVAR capacitivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste del parque a $FPset = 1$ ( $Q = 0$ MVAR). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna
5	Ajuste del parque a $FPset = - 0.707$ ( $Q = - 8$ MVAR inductivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
6	Ajuste del parque a $FPset = 1$ ( $Q = 0$ MVAR). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
7	Detener registro de datos.

El criterio de aceptación es que la respuesta dinámica del control sea estable en todo el tiempo de duración de la prueba y que se cumpla (dentro de las características de cada modo) con la consigna descripta. Se registra la tensión (U), la potencia activa (P) y la potencia reactiva (Q) en el punto de conexión del parque.

Duración del ensayo: aproximadamente 30 minutos.

## 2.2. Ensayos al control de tensión/potencia reactiva a nivel inversor

Siempre y cuando el controlador permita realizar cambios de consigna a nivel unidad, se conmutaran los inversores a modo local, de tal forma que las consignas de tensión, potencia reactiva y factor de potencia lleguen directamente a este, sin pasar por el sistema de control de planta. Se realizan ensayos para la verificación del desempeño del control de tensión y su sistema de regulación de potencia reactiva a nivel inversor, para distintos niveles de generación: Alta Carga (90%  $P_{inv}$ ), Media Carga (50%  $P_{inv}$ ) y Baja Carga (10%  $P_{inv}$ ). Se buscará medir sobre las unidades más cercanas y alejadas a la subestación, las cuales corresponden con los inversores INV2.02 o INV2.03 y INV6.11 o INV6.12 respectivamente.

De no ser posible medir en los puntos indicados, se tomarán las mediciones sobre la barra de MT (sobre el alimentador correspondiente al inversor a ensayar), **pausando las unidades generadoras que no forman parte de la prueba.**

Estas mediciones se realizan mediante un equipo registrador, propiedad del experto técnico, o bien, mediante el sistema SCADA de planta, tal como se describe en la sección REGISTRO DE LAS PRUEBAS.

Los requerimientos de los ensayos a realizar son los siguientes:

### 2.2.1 Ensayos en modo control de tensión

Se verifican los parámetros de desempeño del control de tensión, siempre y cuando el controlador permita la configuración local en este modo. El ensayo consiste en aplicar un cambio en la consigna de tensión de  $\pm 3\%$ , con el inversor operando con suficiente margen de potencia reactiva. El ensayo se realizará para distintos estados de carga: Alta Carga (90 %  $P_{inv}$ ), Media Carga (50 %  $P_{inv}$ ) y Baja Carga (10 %  $P_{inv}$ ). Se registra la tensión (U), la potencia activa (P) y la potencia reactiva (Q) en la unidad ensayada. En las siguientes tablas, se muestran los distintos setpoints de tensión ( $U_{set}$ ) y Potencia activa ( $P_{set}$ ) a ensayar.

**Tabla 11. Ensayo en modo control de tensión a nivel inversor - Alta carga**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	Configurar a la unidad en modo de control local
2	$P_{set} = 90 \% P_{inv} = 3.8 \text{ MW}$ . Activación del control de tensión con el setpoint adecuado ( $U_c$ ) que permita operar el inversor con suficiente margen de potencia reactiva
3	Ajuste de la consigna de tensión del inversor a $U_{set} = 1.03 \text{ UC}$ . Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste del parque a $U_{set} = U_c$ . Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
5	Ajuste de la consigna de tensión del inversor a $U_{set} = 0.97 \text{ UC}$ . Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
6	Ajuste del parque a $U_{set} = U_c$ . Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
7	Detener registro de datos.

**Tabla 12. Ensayo en modo control de tensión a nivel inversor - Media carga**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	Configurar a la unidad en modo de control local
2	$P_{set} = 50 \% P_{inv} = 2.1 \text{ MW}$ . Activación del control de tensión con el setpoint adecuado ( $U_c$ ) que permita operar el inversor con suficiente margen de potencia reactiva
3	Ajuste de la consigna de tensión del inversor a $U_{set} = 1.03 \text{ UC}$ . Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste del parque a $U_{set} = U_c$ . Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
5	Ajuste de la consigna de tensión del inversor a $U_{set} = 0.97 \text{ UC}$ . Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
6	Ajuste del parque a $U_{set} = U_c$ . Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
7	Detener registro de datos.

**Tabla 13. Ensayo en modo control de tensión a nivel inversor - Baja carga**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	Configurar a la unidad en modo de control local

2	Pset = 10 % Pninv = 0.4 MW. Activación del control de tensión con el setpoint adecuado (Uc) que permita operar el inversor con suficiente margen de potencia reactiva
3	Ajuste de la consigna de tensión del inversor a Uset = 1.03 UC. Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste del parque a Uset = Uc. Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
5	Ajuste de la consigna de tensión del inversor a Uset = 0.97 UC. Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
6	Ajuste del parque a Uset = Uc. Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
7	Detener registro de datos.

La prueba resultará satisfactoria si la evolución dinámica de la respuesta es estable y se cumple con el setpoint indicado.

Duración del ensayo: aproximadamente 30 minutos.

### 2.2.2 Ensayos en modo control de potencia reactiva

Se verificarán los parámetros de desempeño del control de potencia reactiva mediante un ensayo en el que se aplicará un cambio en la consigna de potencia reactiva de  $\pm 10\%$  Pninv. El ensayo se realizará para distintos estados de carga: Alta Carga (90 % Pinv), Media Carga (50 % Pninv) y Baja Carga (10 % Pninv). Se registrará la tensión (U), la potencia activa (P) y la potencia reactiva (Q) en la unidad ensayada. En las siguientes tablas se pueden observar los setpoints que se ajustarán.

**Tabla 14. Ensayo en modo control de potencia reactiva a nivel inversor - Alta carga**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	Configurar a la unidad en modo de control local
2	Pset = 90 % Pninv = 3.8 MW. Qset = 0 MVar.
3	Ajuste de la consigna del inversor a Qset = 0.4 MVar (capacitivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste la consigna del inversor a Qset = 0 MVar. Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
5	Ajuste de la consigna del inversor a Qset = - 0.4 MVar (inductivo). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
6	Ajuste de la consigna del inversor a Qset = 0 MVar. Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
7	Detener registro de datos.

**Tabla 15. Ensayo en modo control de potencia reactiva a nivel inversor - Media carga**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	Configurar a la unidad en modo de control local
2	Pset = 50 % Pninv = 2.1 MW. Qset = 0 MVar.
3	Ajuste de la consigna del inversor a Qset = 0.4 MVar (capacitivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste la consigna del inversor a Qset = 0 MVar. Esperar un minuto

	hasta alcanzar la consigna.
5	Ajuste de la consigna del inversor a $Q_{set} = - 0.4$ MVar (inductivo). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
6	Ajuste de la consigna del inversor a $Q_{set} = 0$ MVar. Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
7	Detener registro de datos.

**Tabla 16. Ensayo en modo control de potencia reactiva a nivel inversor - Baja carga**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	Configurar a la unidad en modo de control local
2	$P_{set} = 10\%$ $P_{ninv} = 0.4$ MW. $Q_{set} = 0$ MVar.
3	Ajuste de la consigna del inversor a $Q_{set} = 0.4$ MVar (capacitivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste la consigna del inversor a $Q_{set} = 0$ MVar. Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
5	Ajuste de la consigna del inversor a $Q_{set} = - 0.4$ MVar (inductivo). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
6	Ajuste de la consigna del inversor a $Q_{set} = 0$ MVar. Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna.
7	Detener registro de datos

La prueba resultará satisfactoria si la evolución dinámica de la respuesta es estable y se cumple con el setpoint indicado.

Duración del ensayo: aproximadamente 30 minutos.

### 2.2.3 Ensayos en modo control de factor de potencia

Se verifican los parámetros de desempeño del control de factor de potencia a nivel inversor mediante un ensayo en el que se aplicará un cambio en la consigna de factor de potencia tal que produzca una variación del  $\pm 10\%$   $P_n$  en la potencia reactiva, con el inversor operando con suficiente margen de potencia reactiva. En las siguientes tablas, se muestran los distintos setpoints factor de potencia ( $FP_{set}$ ) y Potencia activa ( $P_{set}$ ) a ensayar.

**Tabla 17. Ensayo en modo control de factor de potencia a nivel inversor - Alta carga**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	Configurar a la unidad en modo de control local
2	$P_{set} = 90\%$ $P_n = 3.8$ MW. Activación del control de potencia reactiva $FP_{set} = 1$ ( $Q = 0$ MVar).
3	Ajuste de $FP_{set} = 0.994$ ( $Q = + 0.4$ MVar capacitivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste de $FP_{set} = 1$ ( $Q = 0$ MVar). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna
5	Ajuste de $FP_{set} = - 0.994$ ( $Q = - 0.4$ MVar inductivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
6	Ajuste de $FP_{set} = 1$ ( $Q = 0$ MVar). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna
7	Detener registro de datos.

**Tabla 18. Ensayo en modo control de factor de potencia a nivel inversor - Media carga**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	Configurar a la unidad en modo de control local
2	Pset = 50 % Pn = 2.1 MW. Activación del control de potencia reactiva FPset = 1 (Q = 0 MVAR).
3	Ajuste de FPset = 0.982 (Q = + 0.4 MVAR capacitivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste de FPset = 1 (Q = 0 MVAR). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna
5	Ajuste de FPset = - 0.982 (Q = - 0.4 MVAR inductivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
6	Ajuste de FPset = 1 (Q = 0 MVAR). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna
7	Detener registro de datos.

**Tabla 19. Ensayo en modo control de factor de potencia a nivel inversor - Baja carga**

Paso	Acción
1	Iniciar el registro de datos.
2	Configurar a la unidad en modo de control local
2	Pset = 10 % Pn = 0.4 MW. Activación del control de potencia reactiva FPset = 1 (Q = 0 MVAR).
3	Ajuste de FPset = 0.707 (Q = + 0.4 MVAR capacitivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
4	Ajuste de FPset = 1 (Q = 0 MVAR). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna
5	Ajuste de FPset = - 0.707 (Q = - 0.4 MVAR inductivo). Esperar un minuto hasta alcanzar el valor de consigna.
6	Ajuste de FPset = 1 (Q = 0 MVAR). Esperar un minuto hasta alcanzar la consigna
7	Detener registro de datos.

La prueba resultará satisfactoria si la evolución dinámica de la respuesta es estable y se cumple con el setpoint indicado.

Duración del ensayo: aproximadamente 30 minutos.

### 2.3. Verificación del Diagrama PQ

Con esta verificación se evaluará la curva de operación de la instalación para dar respuesta a:

- i. Las protecciones permiten operar el parque dentro de los límites de operación en sobretensión y subtensión establecidos para el Sistema Eléctrico Nacional en el Capítulo 5 de la NTSyCS.
- ii. El diseño de las instalaciones de los parques asegure que pueden operar en forma permanente entregando o absorbiendo reactivos en el punto de conexión al sistema de transmisión, siempre que el controlador o el recurso primario así lo

permita, para tensiones en el rango de Estado Normal, en las zonas definidas en el Artículo 3-9 de la NTSyCS.

- iii. Verificación de la curva P-Q del parque en el punto de interconexión del ST según lo indicado en el artículo 3-9 de la NTSyCS y lo requerido en el Informe de SSCC.

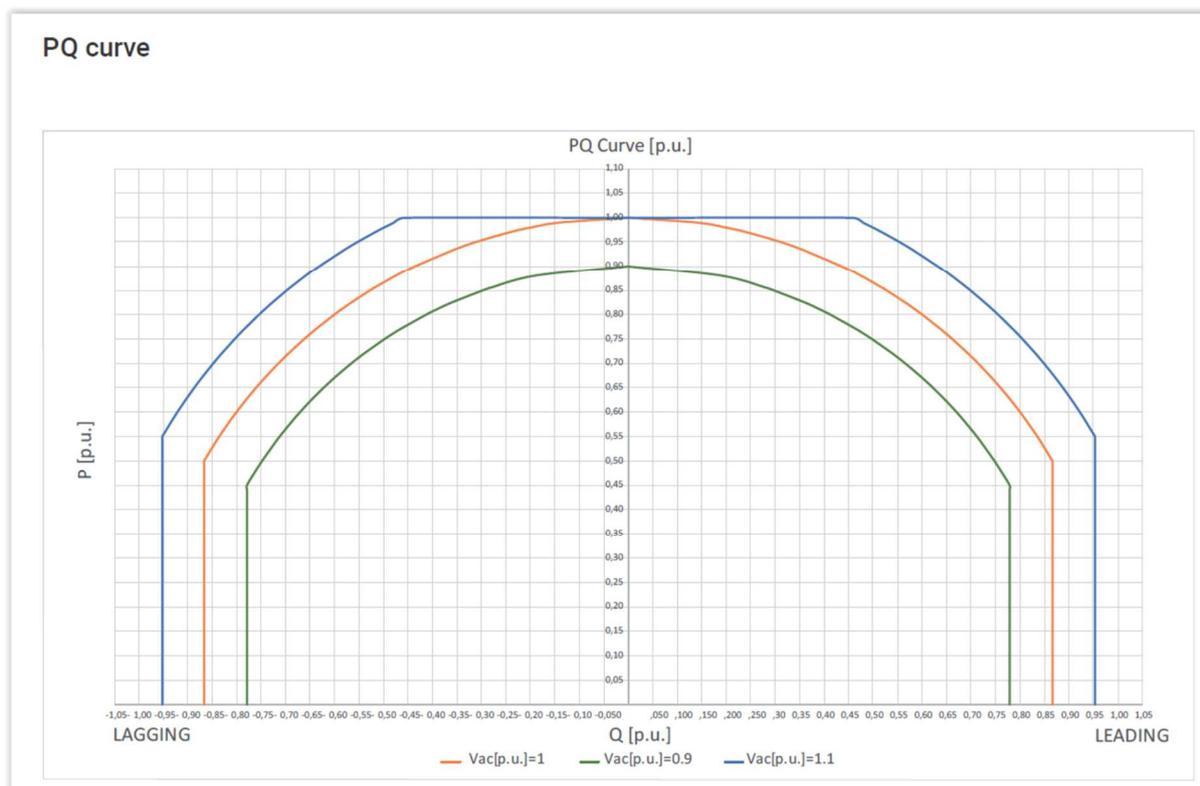
Desde el Control de Planta (PPC), se varía el punto de operación del parque eólico para la verificación del cumplimiento de la capacidad de absorción e inyección de potencia activa/reactiva en régimen permanente en el punto de conexión de la planta con la red de transmisión. Los requerimientos de los ensayos a realizar son los siguientes:

Ensayo con el parque funcionando en condiciones de operación normal, con mediciones promedio cada 15 minutos, como mínimo 8 puntos de operación que permitan reproducir el contorno del diagrama PQ requerido por la según lo indicado en el artículo 3-9 de la NTSyCS.

Se registra la tensión en bornes del parque (U), la corriente (I), la potencia activa (P) y la potencia reactiva (Q). Los ensayos dependerán de las condiciones climáticas al momento de su realización.

### 2.3.1 Determinación del diagrama PQ del parque en el punto de interconexión

La curva PQ para el modelo de inversor implementado, suministrada por el fabricante, se muestra en el Gráfico 4.



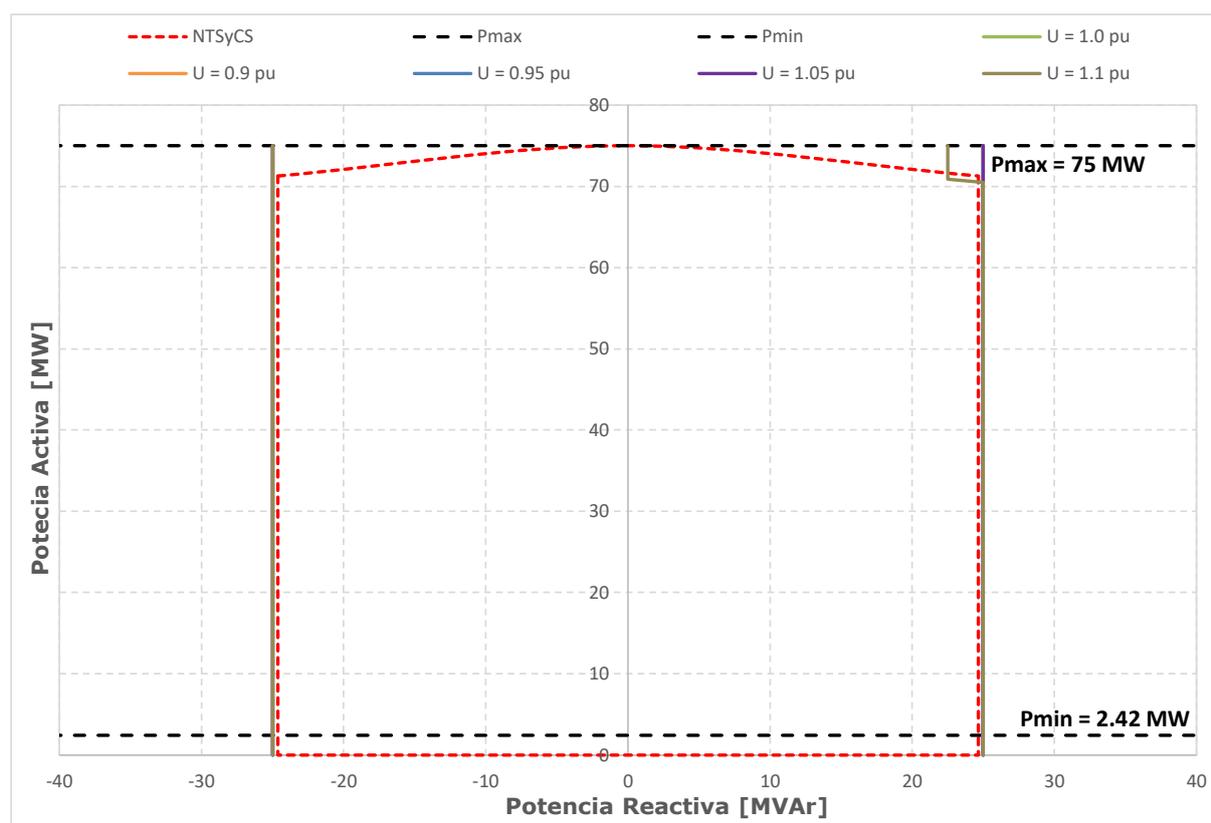
**Gráfico 4. Curva PQ inversor**

Teniendo en cuenta que el PE cuenta con 20 inversores con esa curva PQ y considerando el modelo del PE, utilizado en el informe de validación correspondiente, es posible obtener la curva PQ en el punto de interconexión (POI).

Esto último, puede observarse en el Gráfico 5, donde además se agrega la curva PQ requerida por la NTSyCS. A su vez, se configuró el regulador de tensión del transformador de potencia en modo automático, tal que la tensión en el lado de MT se mantenga dentro de los límites  $0.95 \leq U \leq 1.05$ .

Para la zona capacitiva se consideraron los bancos de compensación existentes conectados, y para la simulación de la zona inductiva se consideraron ambos bancos fuera de servicio.

Por otro lado, la tensión en el punto de conexión se mantuvo en 1 pu y la potencia máxima para la fabricación de la curva referida a la normativa NTSyCS tiene en cuenta la potencia comprometida en el punto de conexión (75 MW).



**Gráfico 5. Curva PQ en el POI.**

Al momento de realizar el ensayo, se verificará si existen mayores límites operativos a los establecidos en la configuración actual de la planta (NTSyCS), sin que esto suponga un riesgo para la instalación. Se justificarán los límites encontrados en el correspondiente informe de ensayos. Determinación de la curva PQ a distintos niveles de tensión

En el momento de realizar las pruebas correspondientes, se verificará la tensión en el punto de conexión y se coordinará junto con el centro de despacho de cargas del coordinador (CDC) las acciones a considerar para ajustar la tensión a los valores requeridos en la prueba. De esta manera, se tendrán en cuenta las limitaciones pertinentes en el momento de realizar las pruebas.

**De acuerdo a lo que se observó en las pruebas de VMD, existe una limitación en la potencia reactiva del PPC en  $\pm 25$  MVar, imposibilitando de este modo excursiones superiores a estos límites para todo el rango de potencia activa.**

### 2.3.2 Transformador de potencia

Los transformadores de potencia del PSFV Taira poseen regulación automática bajo carga en el lado de AT. Estos serán configurados de modo que, en el momento de realizar los ensayos, la tensión en la red interna de MT se mantenga dentro del rango 0.95 – 1.05 pu.

### 2.3.3 Compensación shunt capacitiva

El PSFV Taira no cuenta con bancos de condensadores.

### 2.3.4 Protecciones y limitadores asociados a los ensayos de CT

En la siguiente tabla se muestra el ajuste de protecciones de tensión de los inversores, según la información proporcionada por el fabricante:

**Tabla 20. Ajuste de protecciones.**

High Input Voltage			
G5.1.2.1	High V Enable	XX000	
G5.1.2.2	Slow Protection	110,00	%
G5.1.2.3	Delay for Slow Protection (0.0 – 6550.0)	1,00	sec
G5.1.2.4	Fast Protection	120,00	%
G5.1.2.5	Delay for Fast Protection (0.00-655.00)	0,20	sec
G5.1.2.6	Fast 2 Protection	Disabled	%
G5.1.2.7	Delay for Fast 2 Protection (0.00-655.00)	Disabled	sec
G5.1.2.8	Very Fast Protection	Disabled	%
G5.1.2.9	Delay for Very Fast Protection (0.000-65.500)	Disabled	sec
G5.1.2.10	Second Very Fast 2 Protection	Disabled	%
G5.1.2.11	Delay Very Fast 2 Protection (0.000-65.500)	Disabled	sec

Low Input Voltage			
G5.1.1.1	Low V Enable	XXX00	
G5.1.1.2	Slow Protection	85,00	%
G5.1.1.3	Delay for Slow Protection (0.0 – 6550.0)	2,00	sec
G5.1.1.4	Fast Protection	50,00	%
G5.1.1.5	Delay for Fast Protection (0.00-655.00)	1,00	sec
G5.1.1.6	Fast 2 Protection	20,00	%
G5.1.1.7	Delay for Fast 2 Protection (0.00-655.00)	0,80	sec
G5.1.1.8	Very Fast Protection	Disabled	%
G5.1.1.9	Delay for Very Fast Protection (0.000-65.500)	Disabled	sec
G5.1.1.10	Second Very Fast 2 Protection	Disabled	%
G5.1.1.11	Delay Very Fast 2 Protection (0.000-65.500)	Disabled	sec

Como se mencionó anteriormente, durante la prueba se configurará el regulador de tensión del transformador de potencia del parque en operación automática, de modo que la tensión en la red de MT se encuentre en una banda de 0.95 – 1.05 pu, y en tiempos que permitan el ajuste automático, tal que las protecciones de los inversores no se vean afectadas.

Por otro lado, se verificó que las protecciones tanto del lado de AT como el de MT de las instalaciones del parque estuviesen dentro del rango que permita la operación en los niveles de tensión de 0.9 a 1.1 pu.

Con lo anterior, se concluye que las instalaciones pueden trabajar en niveles de tensión 1.1 – 0.87 pu sin que esto comprometa el disparo de las protecciones de tensión del parque y la subestación.

Así mismo, el parque no cuenta con limitadores de tensión o potencia reactiva que deban ensayarse.

#### 2.4. Verificación de la respuesta dinámica frente a fallas en la red

Se debe verificar la respuesta del parque ante variaciones rápidas de la tensión, frente a fallas en la red de transmisión, acorde a las exigencias mínimas establecidas en el Artículo 3-8 de la NTSYCS.

Para los parques con Informe de Homologación validado por el Coordinador, la verificación de esta exigencia será considerada según los resultados presentados en dicho Informe.

Para los parques que no cuenten con el informe de homologación validado por el Coordinador, deberá someterse a dicho proceso. En este caso, la validación de las lógicas de LVRT podrá ser realizada adjuntado los ensayos de fábrica para huecos de tensión balanceados y desbalanceados, en donde se deben mostrar claramente los valores de tensión, potencia y corriente activa y reactiva, y tiempos de desconexión de los inversores. Además, se solicita la entrega de los Print out con los ajustes de LVRT, y protecciones de tensión y frecuencia de los inversores instalados.

En el caso particular del PSFV Taira, se utilizarán los resultados del informe de homologación que fue aprobado por el coordinador y se entregarán los resultados más relevantes del mismo en el informe de ensayos correspondiente.

### 3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se presenta el cronograma de actividades. La fecha exacta de realización de los ensayos aún está pendiente de confirmación por parte del coordinado. Es posible que estos ensayos se realicen en más de un día, teniendo en cuenta factores variantes como disposición de recurso primario, estado de la red en el punto de conexión.

**Tabla 21. Cronograma de actividades**

Ensayo	CRONOGRAMA										
	Tiempo Estimado [min]										
Conexión y ajuste del equipamiento en el punto de conexión de la SE.	30	30									
Ensayos en modo control de tensión			30								
Ensayos en modo de control de potencia reactiva				30							
Ensayos de modo de control de factor de potencia					30						
Ensayos curva PQ teórica máxima						30	30	30	30	30	30
Ensayos a nivel inversor y Desconexión del equipamiento											50

## REGISTRO DE LAS PRUEBAS

Para la ejecución de los ensayos en campo se utilizará instrumentación ELSPEC basado en tecnología digital, consistente en un registrador continuo de forma de onda a 256 muestras por ciclo "3 phase PureBB", clase A, con 4 canales de entradas analógicas de 100-690 VAC y 4 de canales de 0-10 V para medición de corriente mediante pinza amperométrica toroidal. El software realiza filtrado y acondicionamiento de señales independiente por canal, sistema de visualización de curvas, y software propio de procesamiento y registro de señales, análisis fasorial y armónico:

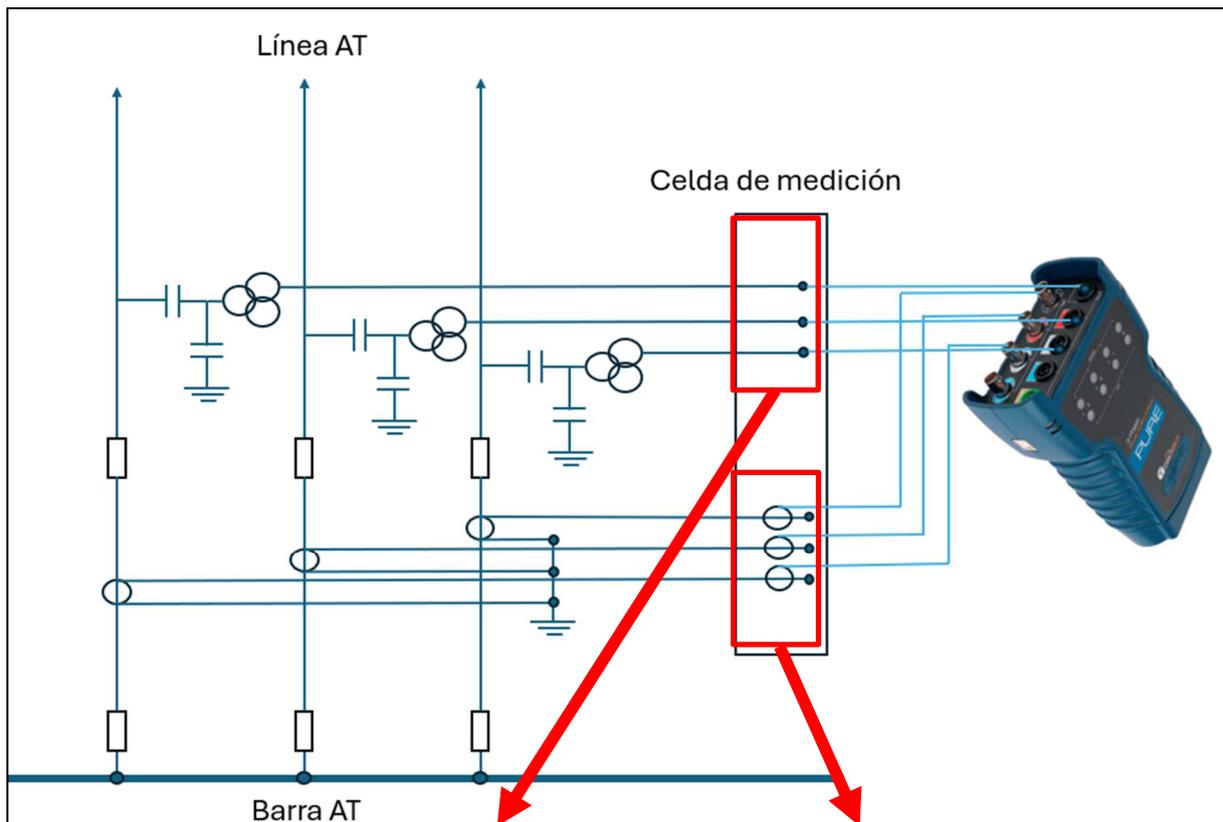
Equipo de medición	
<b>Marca</b>	ELSPEC
<b>Modelo</b>	Pure Black Box
<b>Nº de Serie</b>	1707723
<b>Descripción</b>	Equipo de medición de calidad de energía
Accesorios	
<b>Marca</b>	ELSPEC
<b>Modelo</b>	SOA-0270-1400
<b>Descripción</b>	6 A AC (1 A Nominal) Up to 60 A AC (10 A Nominal) settable software range Output 100 mV/A

El equipo registrador cuenta con verificación y calibración anual.

Las señales registradas se procesan en tiempo real para obtener las variables eléctricas de interés (tensión, corriente, potencias activa y reactiva, frecuencia, ángulos de desfase, etc.), así como también la evolución temporal (trending) de las mismas. El procesamiento de los datos registrados será realizado utilizando el software PQS Sapphire.

### 1. CONEXIÓN DEL EQUIPAMIENTO

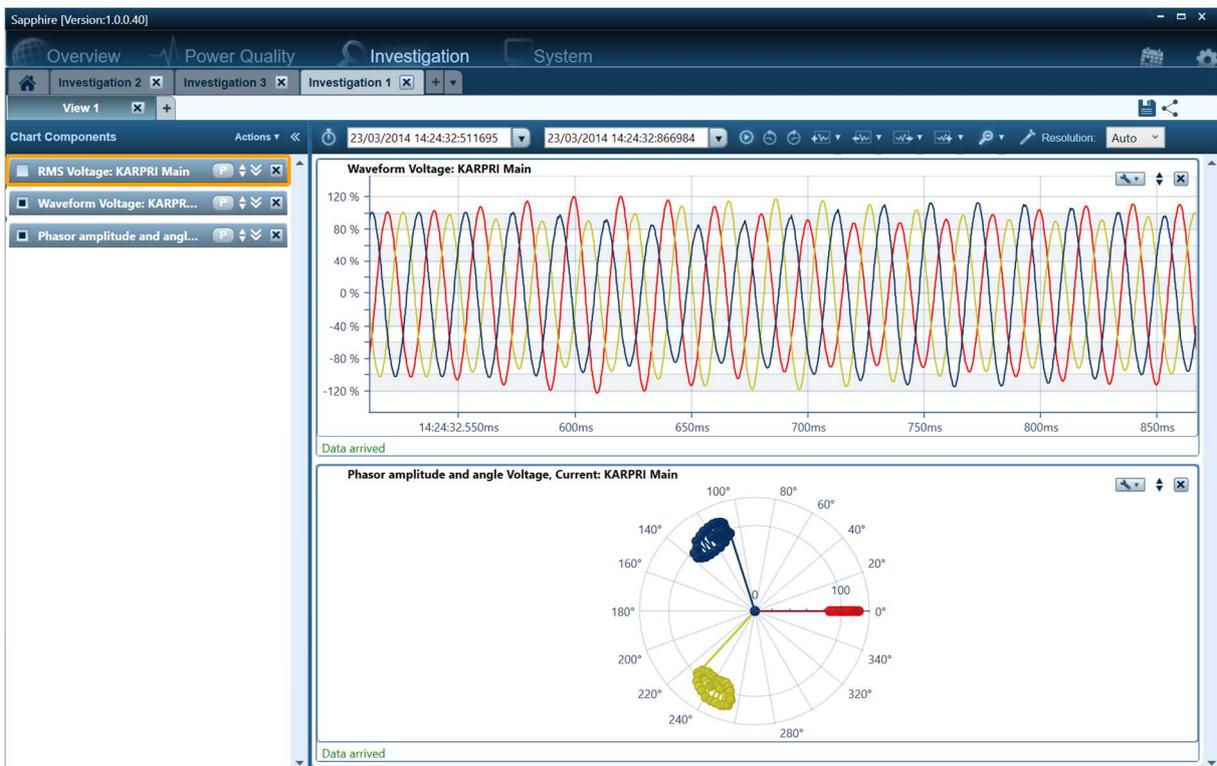
La medición de tensión se realiza en el secundario de los transformadores de Tensión (TV) mediante conexión directa a borneras. La medición de corriente se realiza mediante pinzas amperométricas, las cuales no interrumpen el circuito de corriente de los secundarios de los transformadores de intensidad (TI). La potencia activa (P), potencia reactiva (Q) y frecuencia son sintetizadas por software a partir de las mediciones de tensión y corriente. Tanto el TV como el TI corresponden a los equipos que miden en bornes del parque en el Paño de 220 kV del transformador de potencia.



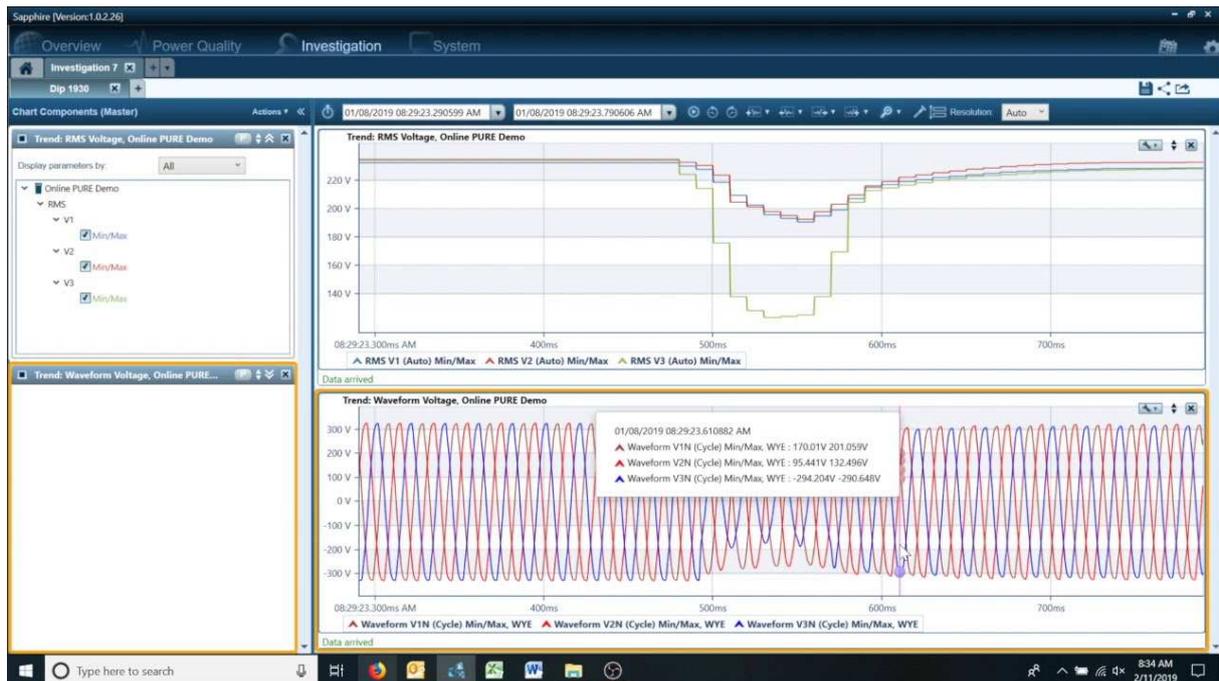
En cuanto al software, el PureBB posee módulos de lecturas mediante teléfonos móviles en los cuales se pueden observar, mediante conexión inalámbrica del equipo con su aplicación cargada en un smartphone, todas las variables a medir y la descomposición armónica e inter-armónica de las señales.



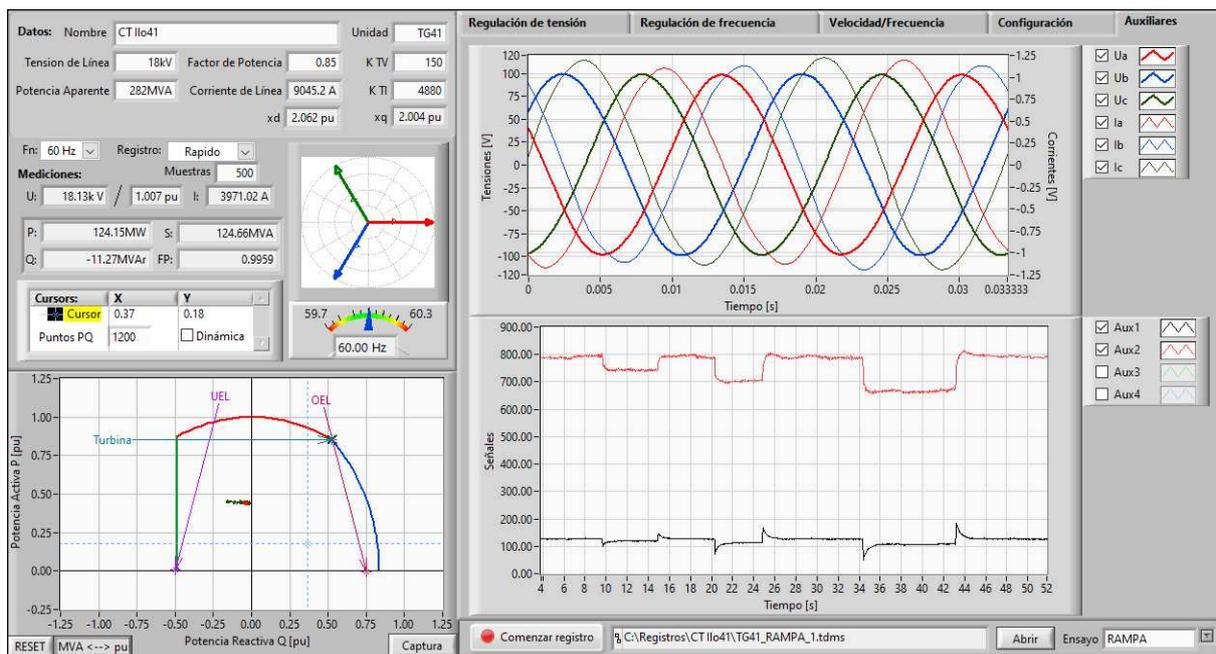
**Gráfico 6. Visualización de variables en tiempo real.**



**Gráfico 7. PQS Sapphire analizador de registros.**



**Gráfico 8. PQS Saphire analizador de registros.**



**Gráfico 9. Conexión del equipo registrador y pantalla de visualización de variables a registrar.**

En el caso de que la central disponga de un sistema SCADA o DCS capaz de registrar en forma precisa y a una velocidad de muestreo adecuada, y de exportar a texto plano o planillas numéricas todas las variables necesarias para la realización de los ensayos, se utilizará como respaldo este medio para el registro de los ensayos.

En el ANEXO se muestra el correspondiente certificado de calibración del equipo.

## 2. LISTADO DE VARIABLES A REGISTRAR

Se listan a continuación las variables a monitorear y registrar, junto con su frecuencia mínima de muestreo para cada ensayo en particular.

Variables	Símbolo	Frecuencia de muestreo requerida según N° ensayo		
		A $f_m \geq 100$	B $f_m \geq 10 \text{ Hz}$	C $f_m \geq 1 \text{ Hz}$
Tensión del generador	$U_G$	X		
Potencia activa generador	$P_G$	X		X
Potencia reactiva generador	$Q_G$	X		X
Corriente del generador	$I_G$	X		
Frecuencia	$f$	X		
Tensión en POI	$U_{poi}$	X		
Potencia activa POI	$P_{poi}$	X		
Potencia reactiva POI	$Q_{poi}$	X		
Velocidad del viento <sup>(2)</sup>	$v$			X

<sup>(2)</sup> Variable que se extrae del sistema SCADA de la planta.

POI = Punto de interconexión declarado del parque.

N°	Nombre	Frecuencia de
2.1	Ensayos al control de potencia reactiva/tensión a nivel planta	A
2.2	Ensayos al control de potencia reactiva/tensión a nivel inversor	A
2.3	Verificación del Diagrama PQ	A
2.4	Verificación de la respuesta dinámica frente a fallas en la red	A

## CHECKLIST DE PRUEBAS REALIZADAS

Nº	Nombre	REALIZACION	OBSERVACIONES
2.1.1	Ensayos de control de tensión		
2.1.2	Ensayos de control de potencia reactiva		
2.1.3	Ensayos de control de factor de potencia		
2.2.1	Ensayos al control de tensión a nivel inversor		
2.2.2	Ensayos al control de potencia reactiva a nivel inversor		
2.2.3	Ensayos al control de factor de potencia a nivel inversor		
2.3.1	Verificación del Diagrama PQ teórico Punto 1		
2.3.2	Verificación del Diagrama PQ teórico Punto 2		
2.3.3	Verificación del Diagrama PQ teórico Punto 3		
2.3.4	Verificación del Diagrama PQ teórico Punto 4		
2.3.5	Verificación del Diagrama PQ teórico Punto 5		
2.3.6	Verificación del Diagrama PQ teórico Punto 6		
2.3.7	Verificación del Diagrama PQ teórico Punto 7		
2.3.8	Verificación del Diagrama PQ teórico Punto 8		

## ACTA DE PRUEBAS

<b>DATOS DE LA UNIDAD GENERADORA A ENSAYAR Y TRANSFORMADOR</b>			
<b>Unidad generadora</b>			
Marca WTG:			
Modelo WTG:	Potencia Nominal:	MVA	
Nº WTGs:	Tensión Nominal:	kV	
Potencia Nominal WTG:	Potencia contrato/declarada:	MW	
<b>Transformador Unidad</b>			
Marca:	Grupo de conexión:		
Potencia: MVA	Tensión de cortocircuito:		
Relación de transformación:	Conmutador:		
<b>Transformador</b>			
Marca:	Grupo de conexión:		
Potencia: MVA	Tensión de cortocircuito:		
Relación de transformación:	Conmutador:		
<b>Protecciones</b>			
Sobretensión:		Subtensión:	
Sobrecorriente:		V/Hz:	
Sobrefrecuencia:		Subfrecuencia:	
Observaciones:			





## 2.3 – Verificación del Diagrama PQ

### 2.3.a – Tensión 0,90 pu

Fecha y hora:

Registro N°:

Tensión (U):

kV

$\Delta U(\%)$ :

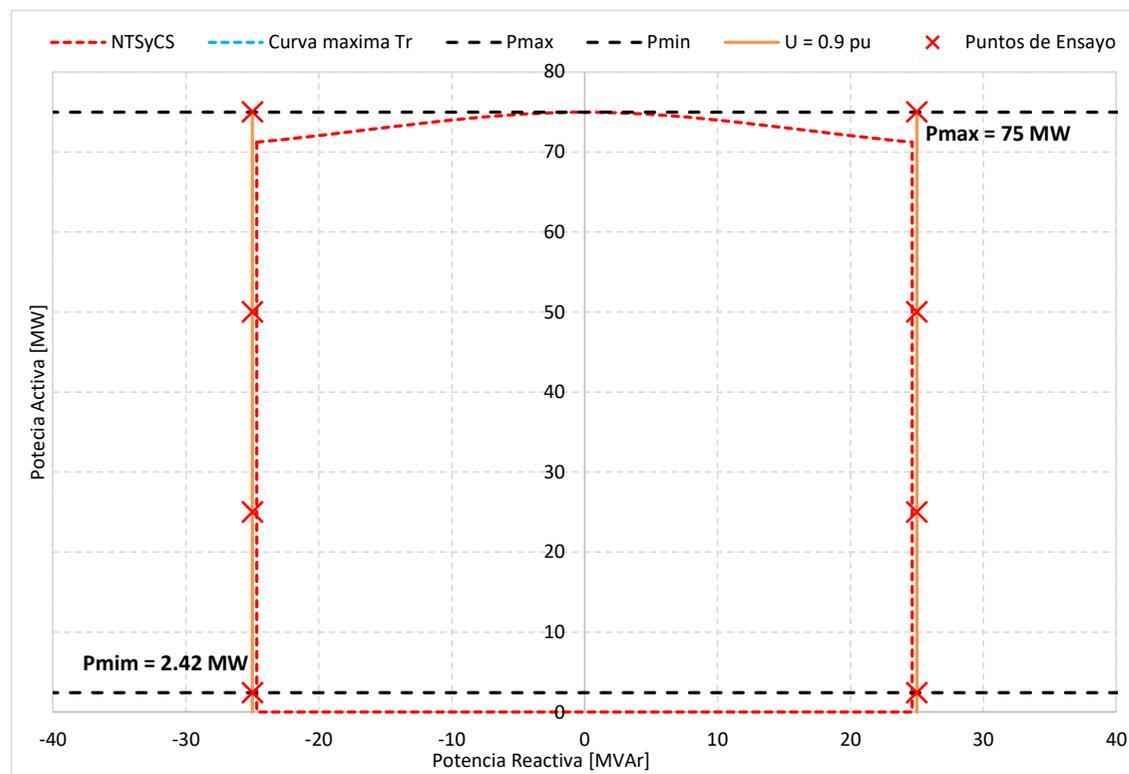
Potencia Activa (P):

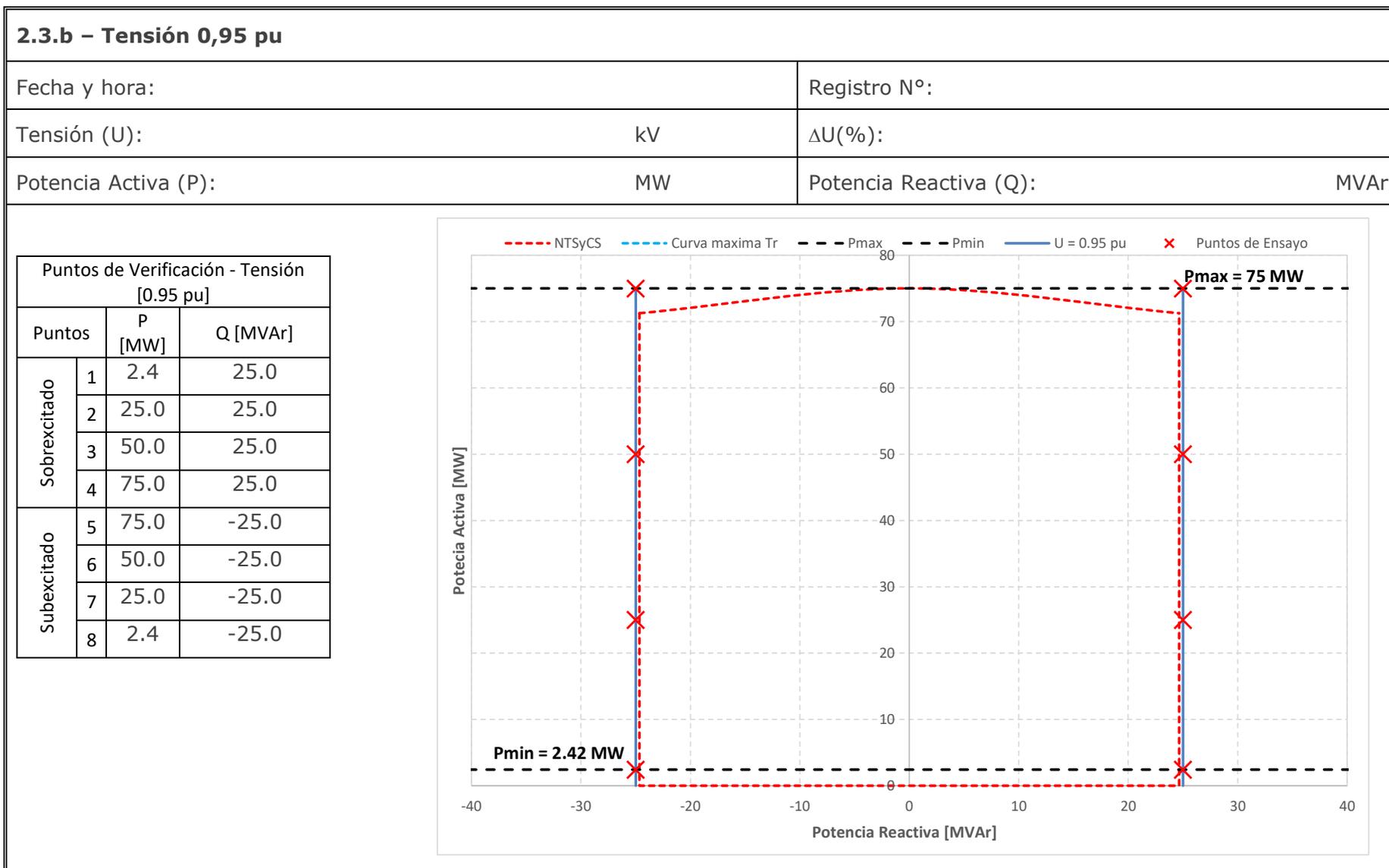
MW

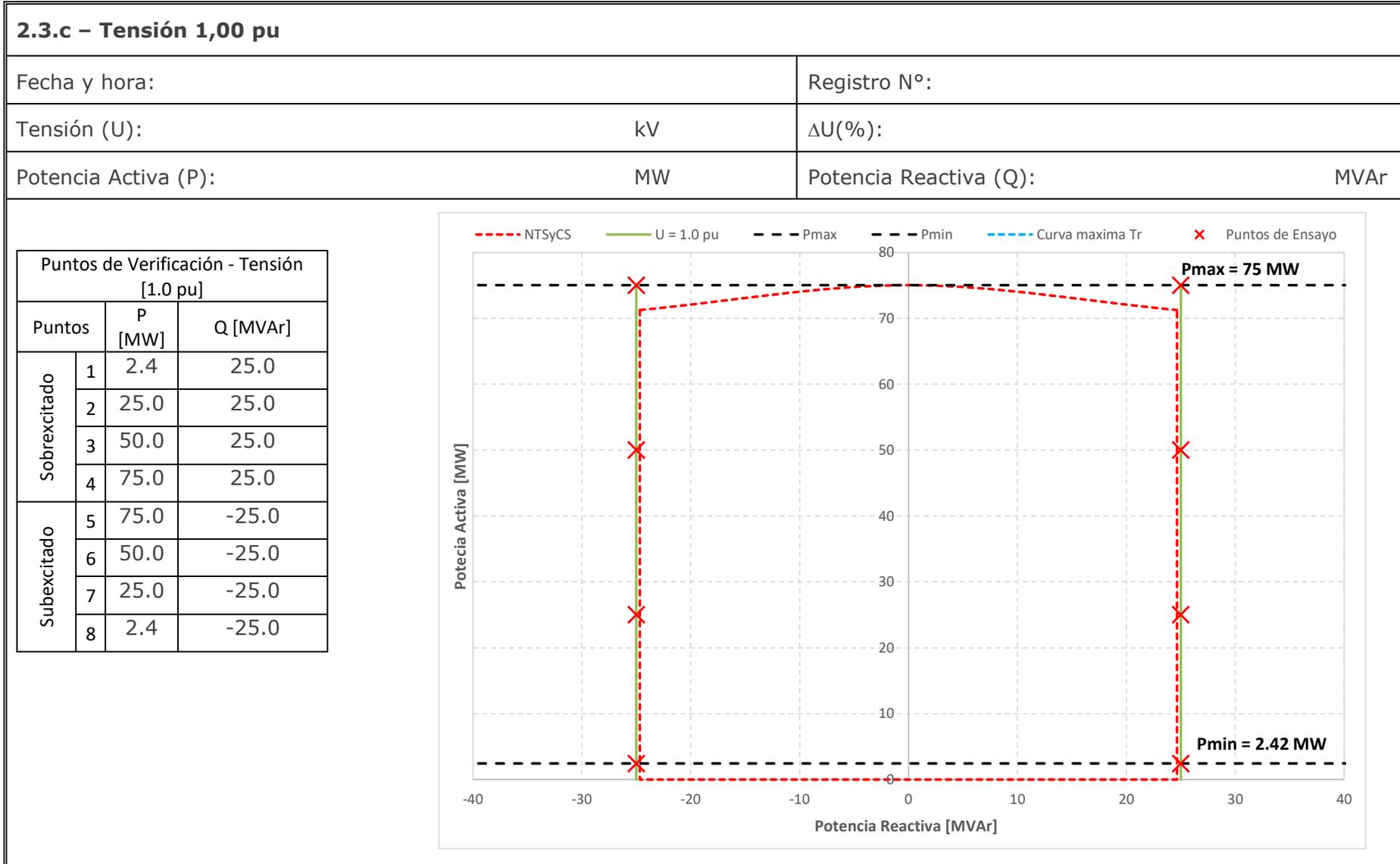
Potencia Reactiva (Q):

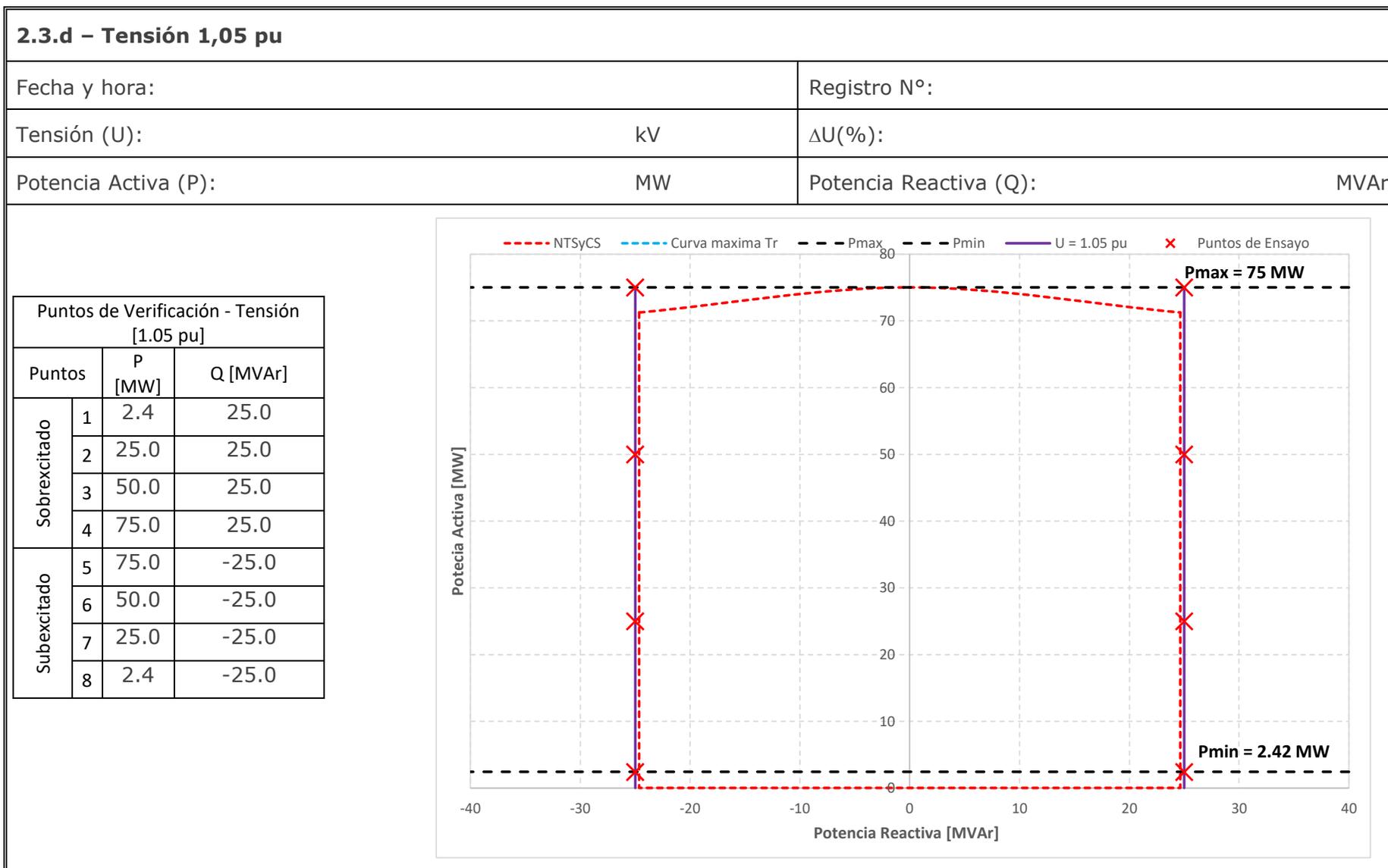
MVAr

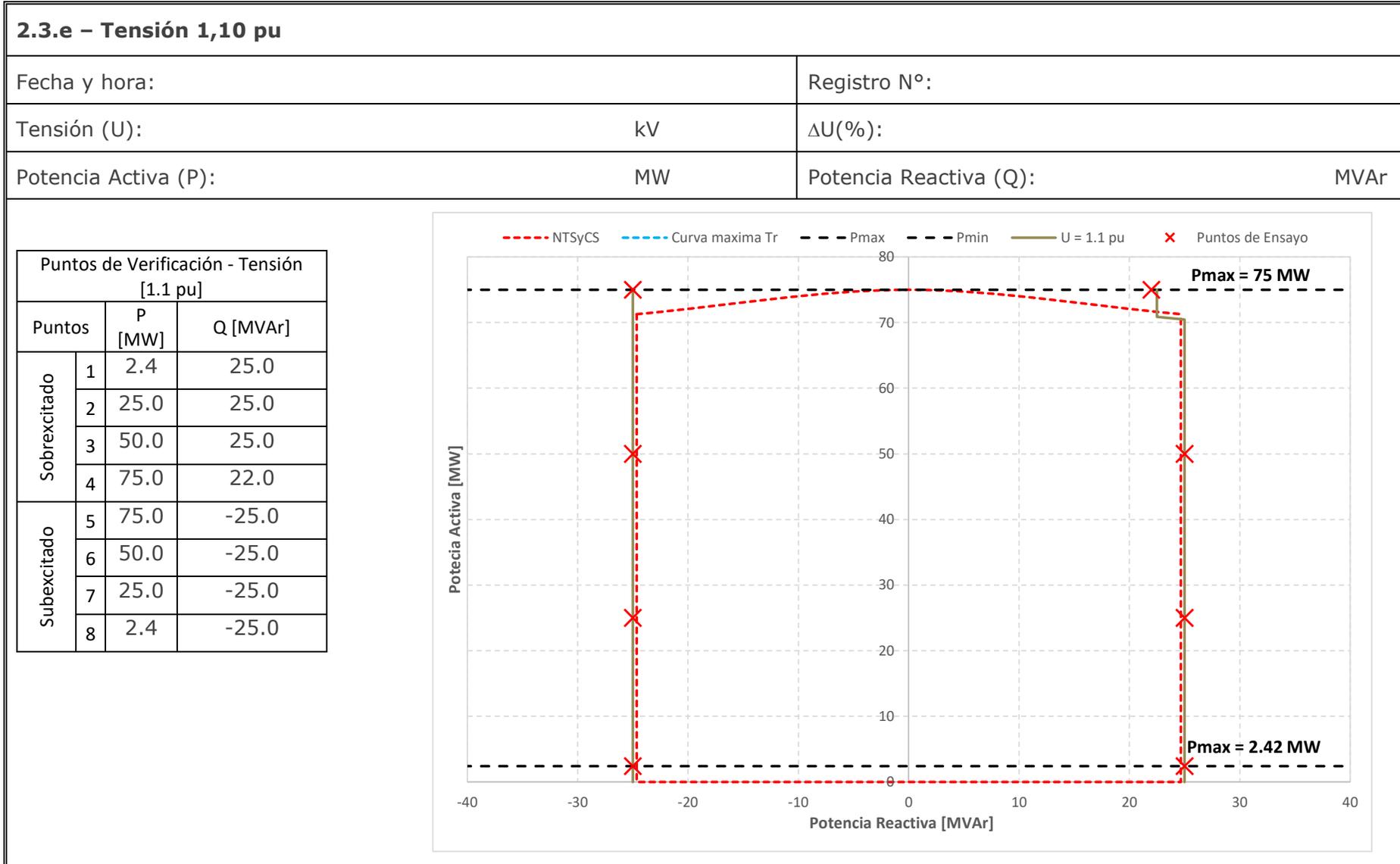
Puntos de Verificación - Tensión [0.9 pu]			
Puntos	P [MW]	Q [MVAr]	
Sobrexcitado	1	2.4	25.0
	2	25.0	25.0
	3	50.0	25.0
	4	75.0	25.0
Subexcitado	5	75.0	-25.0
	6	50.0	-25.0
	7	25.0	-25.0
	8	2.4	-25.0











# ANEXO

## INFORMACIÓN TÉCNICA DEL EQUIPAMIENTO

### 1.1. Transformador de unidades

KISA DEVRE GERİLİM VE YÜK KAYIPLARIN ÖLÇÜLMESİ Measurement of Load Loss and Short Circuit Impedance			
Test Standardı / Test Standard IEC 60076-1:2011 Madde / Clause 11.4			
Test Cihazı/Test Device:YOKOGAWA,WT330,Seri No/Serial Nr:C3RG22031E			
<b>Kademe Pozisyonu / Tap Position 3</b>		<b>Kademe Pozisyonu / Tap Position 3</b>	
<b>@ 4200kVA 2U-2V-2W YÜKLENMİŞTİR.</b> @ 4200kVA 2U-2V-2W was short circuited.			
	AKIM(A) Current	GERİLİM(V) Voltage	GUÇ(W) Power
U	73.261	1388.60	9010
V	74.230	1382.20	9680
W	73.587	1385.10	10770
ORT (Avg)	73.693	1385.40	Σ : 29460
Akım Düzeltme (Current Corr.)	0.99712694	Güç Düzeltme (Power Corr.)	0.99426214
In : 73.481 A	Un : 2399.58 V	Pk : 29291 W	
*Garanti Edilen/Guaranteed Values	Pk (75°C)=	---	
Pk ( 75 °C )	= 29178 W		
*Garanti Edilen/Guaranteed Values	%Uk (75 °C)=	7.78 ± % 10	
% Uk ( 75 °C )	= 7.28		
<b>Kademe Pozisyonu / Tap Position 3</b>			
<b>@ 4200kVA 3U-3V-3W YÜKLENMİŞTİR.</b> @ 4200kVA 3U-3V-3W was short circuited.			
	AKIM(A) Current	GERİLİM(V) Voltage	GUÇ(W) Power
U	73.112	1422.80	10680
V	73.566	1415.50	10030
W	73.929	1420.20	11290
ORT (Avg)	73.536	1419.50	Σ : 32000
Akım Düzeltme (Current Corr.)	0.99925583	Güç Düzeltme (Power Corr.)	0.99851221
In : 73.481 A	Un : 2458.65 V	Pk : 31952 W	
*Garanti Edilen/Guaranteed Values	Pk (75°C)=	---	
Pk ( 75 °C )	= 31564 W		
*Garanti Edilen/Guaranteed Values	%Uk (75 °C)=	7.78 ± % 10	
% Uk ( 75 °C )	= 7.48		
<b>Kademe Pozisyonu / Tap Position 3</b>			
<b>@ 8400kVA (2U-2V-2W)+( 3U-3V-3W) YÜKLENMİŞTİR.</b> @ 8400kVA (2U-2V-2W)+( 3U-3V-3W) was short circuited.			
	AKIM(A) Current	GERİLİM(V) Voltage	GUÇ(W) Power
U	146.500	1619.90	16920.0
V	147.480	1615.40	16660.0
W	147.250	1617.00	18450.0
ORT (Avg)	147.077	1617.43	Σ : 52030.0
Akım Düzeltme (Current Corr.)	0.99921959	Güç Düzeltme (Power Corr.)	0.99843979
In : 146.962 A	Un : 2801.48 V	Pk : 51949 W	
*Garanti Edilen/Guaranteed Values	Pk (75°C)=	54000 W + % 15	
Pk ( 75 °C )	= 55512 W		
*Garanti Edilen/Guaranteed Values	%Uk (75°C)=	8.5 ± % 10	
% Uk ( 75 °C )	= 8.50		

Parámetros	Valor
N° de devanados	3
Frecuencia	50 [Hz]
Voltaje primario nominal	33 [kV]
Voltaje secundario 1 nominal	0,66 [kV]
Voltaje secundario 2 nominal	0,66 [kV]
Grupo vectorial	Dy11y11
Potencia ONAN	8400 [kVA]
Impedancia sec (+): HV-MV base 4,2 MVA	7,48%
Impedancia sec (+): MV-LV base 8,4 MVA	8,50%
Impedancia sec (+): LV-HV base 4,2 MVA	7,28%
Impedancia sec (0): HV-MV base 4,2 MVA	6,36%
Impedancia sec (0): MV-LV base 8,4 MVA	7,23%
Impedancia sec (0): LV-HV base 4,2 MVA	6,19%

## 1.2. Transformador principal

Power (kVA): 90000.0					
Winding	Voltage (V)	Phase Current (A)	Condition	Reference Temperature (°C): 75.0	
High	110000.0	472.377	Application	<b>Ohmic Losses (W)</b>	<b>Impedance (%)</b>
Low	33000.0	909.091	Short Circuit	High: 158847.14	Inductive: 12.98
				Low: 131697.55	Resistive: 0.37
				<b>Sum :</b> 290544.69	
				<b>Additional Losses (W): 40054.73</b>	
	<b>Tp Factor</b>	<b>Tc Factor</b>	<b>Pe Factor</b>	<b>Summary</b>	
	136.0	60.0	8160.0	Excitation Current [I0] (%):	<b>0.058</b>
<b>Ambient Temperature (°C): 20.5</b>				No Load Losses [P0] (W):	<b>38934.58</b>
<b>Phases</b>	<b>Voltage (V)</b>	<b>Line Current (A)</b>	<b>Losses (W)</b>	Load Losses [Pe] (W):	<b>330599.42</b>
Phase 1	4175.2	239.100	18523.20	Total Losses [Pt] (W):	<b>369534.00</b>
Phase 2	4148.0	236.880	26601.60	Impedance [Ez] (%):	<b>12.99</b>
Phase 3	4161.6	239.220	28233.60		
<b>Average</b>	<b>7208.0</b>	<b>238.380</b>	<b>73358.40</b>		

		Test Report		Serial Number	
				WEG:1067864996	
				TAG:	
WEG Equipamentos Elétricos S/A. - Transmissão e Distribuição			Quality Control - Power		
Rua Dr. Pedro Zimmermann, 6751 - 89068-005, Blumenau - Santa Catarina - Brasil					
<b>13. Zero Sequence Impedance</b>					
Winding	Voltage (V)	Condition	Reference Values	Measured Values	
High	123750.0	Application	Power (kVA): 90000.0	Current (A): 1.010	
Low	33000.0	Short Circuit	Impedance (Ω): 170.1563	Voltage (V): 7.15	
				Impedance (Ω): 21.2363	
				<b>Impedance (%): 12.48</b>	
High	110000.0	Application	Power (kVA): 90000.0	Current (A): 1.005	
Low	33000.0	Short Circuit	Impedance (Ω): 134.4444	Voltage (V): 5.37	
				Impedance (Ω): 16.0415	
				<b>Impedance (%): 11.93</b>	
High	96250.0	Application	Power (kVA): 90000.0	Current (A): 1.002	
Low	33000.0	Short Circuit	Impedance (Ω): 102.9340	Voltage (V): 4.05	
				Impedance (Ω): 12.1456	
				<b>Impedance (%): 11.80</b>	

**Tabla 22. Especificación del transformador de potencia 110/33 kV de la SE Doña Antonia.**

Parámetros	Valor
N° de devanados	2
Frecuencia	50 [Hz]
Voltaje primario nominal	110 [kV]
Voltaje secundario nominal	33 [kV]
Grupo vectorial	YNd1
Potencia ONAN/ONAF1/ONAF2	53/71,5/90 MVA
Impedancia sec (+)	12,99 % (Base 90 MVA)
Impedancia sec (0)	11,93 % (Base 90 MVA)

### 1.3. Cables de media tensión

**Tabla 23. Especificaciones de los tramos de cables del sistema colector.**

	Denominación	Terminal i	Terminal j	L [km]	R1 [ohm]	X1 [ohm]	B1 [μS]	R0 [ohm]	X0 [ohm]	B0 [μS]
CC1	3x185mm2 - 421m(1)	MV Terminal 1	MV Terminal 2	0.45	0.0764	0.0549	28.0692	0.3518	0.1307	28.0692
	3x400mm2 - 411m - 1	MV Terminal 2	Terminal(9)	0.47	0.0521	0.0534	34.5414	0.2861	0.0945	34.5414
	T587-T587A-T587B a ML	Terminal(9)	Terminal(11)	0.22	0.0262	0.0897	0.6214	0.0574	0.2948	0.3355
	3x300mm2 - 411m - 1(1)	Terminal(11)	barra 33 kV	0.095	0.0105	0.0108	6.9818	0.0578	0.0191	6.9818
CC2	3x185mm2 - 421m(2)	MV Terminal 1(3)	MV Terminal 1(4)	0.37	0.0628	0.0451	23.0792	0.2893	0.1074	23.0792
	3x400mm2 - 411m - 1(1)	MV Terminal 1(4)	MV Terminal 1(5)	0.37	0.041	0.042	27.1922	0.2252	0.0744	27.1922
	3x300mm2 - 411m - 1(2)	Terminal(14)	MV Terminal 1(5)	0.81	0.0686	0.0855	66.0977	0.4491	0.146	66.0977
	T587-T587A-T587B a ML(1)	Terminal(14)	Terminal(12)	0.22	0.0262	0.0897	0.6214	0.0574	0.2948	0.3355
	3x300mm2 - 411m - 1(3)	Terminal(12)	barra 33 kV	0.411	0.0174	0.0217	67.0769	0.0909	0.0448	67.0769
CC3	3x185mm2 - 421m(3)	MV Terminal 1(6)	MV Terminal 1(7)	0.42	0.0713	0.0512	26.198	0.3284	0.122	26.198
	3x400mm2 - 411m - 1(2)	MV Terminal 1(7)	Terminal(16)	1.295	0.1436	0.1471	95.1726	0.7882	0.2605	95.1726
	T587-T587A-T587B a ML(2)	Terminal(16)	Terminal(15)	0.22	0.0262	0.0897	0.6214	0.0574	0.2948	0.3355
	3x300mm2 - 411m - 1(4)	Terminal(15)	barra 33 kV	0.095	0.0105	0.0108	6.9818	0.0578	0.0191	6.9818
CC4	3x185mm2 - 421m(4)	MV Terminal 1(8)	MV Terminal 1(9)	0.4	0.0679	0.0488	24.9504	0.3127	0.1161	24.9504
	3x300mm2 - 411m - 1(5)	MV Terminal 1(8)	MV Terminal 1(10)	0.38	0.0421	0.0432	27.9271	0.2313	0.0764	27.9271
	3x300mm2 - 411m - 1(6)	MV Terminal 1(10)	barra 33 kV	0.9	0.0381	0.0475	146.8838	0.199	0.0981	146.8838

**Tabla 24. Parámetros eléctricos de los cables del sistema colector.**

Conductor	Sección nominal [mm <sup>2</sup> ]	Tipo de Línea Transmisión	Tensión [kV]	Resistividad Terreno [Ωm]
Cable 185mm2	185	Subterráneo	33	66,5
Cable 300mm2	300	Subterráneo	33	66,5
AAAC Darien	284	Aéreo	33	66,5
Cable 400mm2	400	Subterráneo	33	66,5

**Tabla 25. Colector equivalente del PSFV Doña Antonia.**

r1 [Ω/km]	x1 [Ω/km]	B1 [μS/km]	r0 [Ω/km]	x0 [Ω/km]	B0 [μS/km]
0.030399	0.043464	583.0163	0.154946	0.102639	583.0163

#### 1.4. Reactor zig-zag para neutro artificial

REACTOR DE PUESTA A TIERRA			
N° DE SERIE	2130	TENSION PRIMARIA	33000 V
		CORRIENTE FASE PERMANENTE	13,5 A
AÑO DE FABRICACION	2023	CORRIENTE FALLA NEUTRO	500 A
KVA ONAN	800	CORRIENTE FALLA FASES	166,7 A
ELEV. DE TEMP.	65 °C	TIEMPO DE FALLA	10"
ALTITUD (M.S.N.M.)	1000	CONEXION	Zig-Zag
FASES	3	IMPEDANCIA SECUENCIA 0 A 75 °C	(*)
FRECUENCIA	50 HZ	(BASE 800 kVA)	
BIL	170 KVp	IMPEDANCIA SECUENCIA 0 (OHM/FASE)	104,8

**Tabla 26. Características técnicas principales del reactor de neutro.**

Parámetros	Valor
Tensión nominal	33, [kV]
Impedancia de secuencia cero	104,8 [ohms]
Corriente nominal (3xI0)	0,5 [kA]
Resistencia de puesta a tierra	38,1 [Ω]

#### 1.5. Línea de interconexión

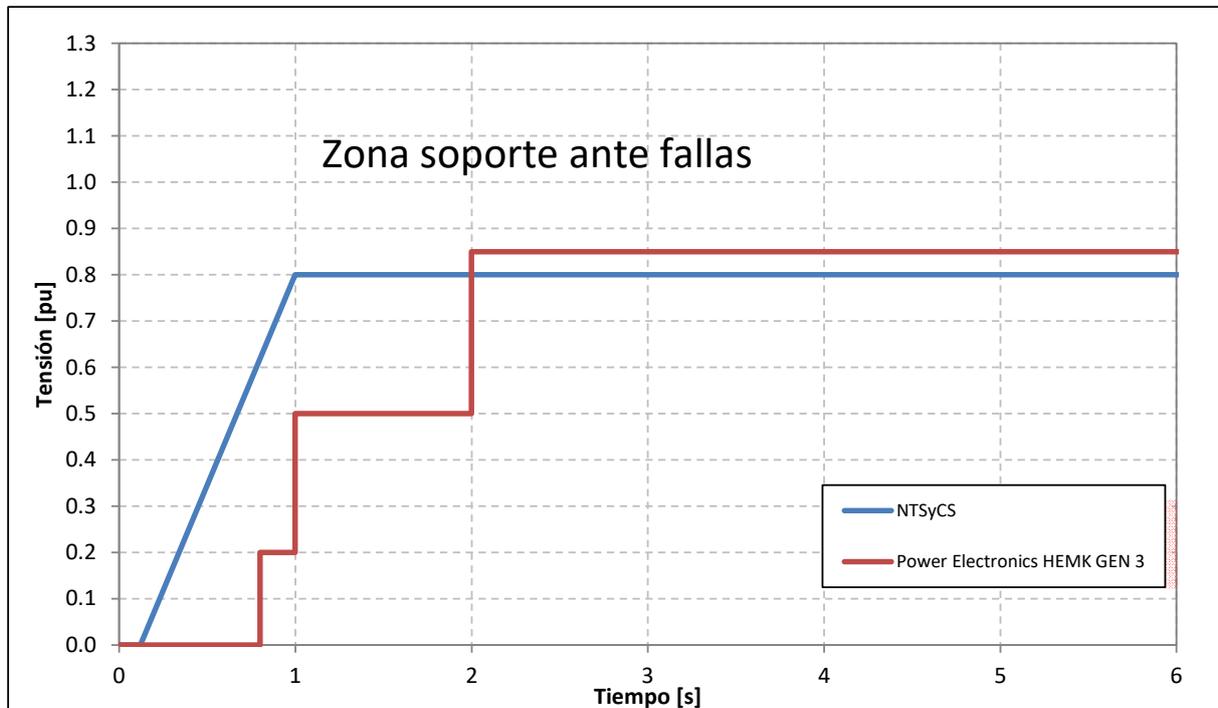
La planta solar se vincula a la SE La Ruka 110 kV mediante una línea simple circuito. A continuación, se detallan características de este enlace y su modelado.

Parámetro	Unidad	Valor
Circuitos	-	1
Tensión	[kV]	110
Frecuencia	[Hz]	50
Longitud	[Km]	0,0618
Corriente Nominal	[kA]	0,666
Resistencia de sec (+) a 20°C (50 Hz)	[Ω/km]	0,119043
Reactancia de sec (+) X (50 Hz)	[Ω/km]	0,368103
Susceptancia de sec (+) B (50 Hz)	[μS/km]	3,161929
Resistencia de sec (0) a 20°C (50 Hz)	[Ω/km]	0,375373
Reactancia de sec (0) X (50 Hz)	[Ω/km]	1,309292
Susceptancia de sec (0) B (50 Hz)	[μS/km]	1,567272

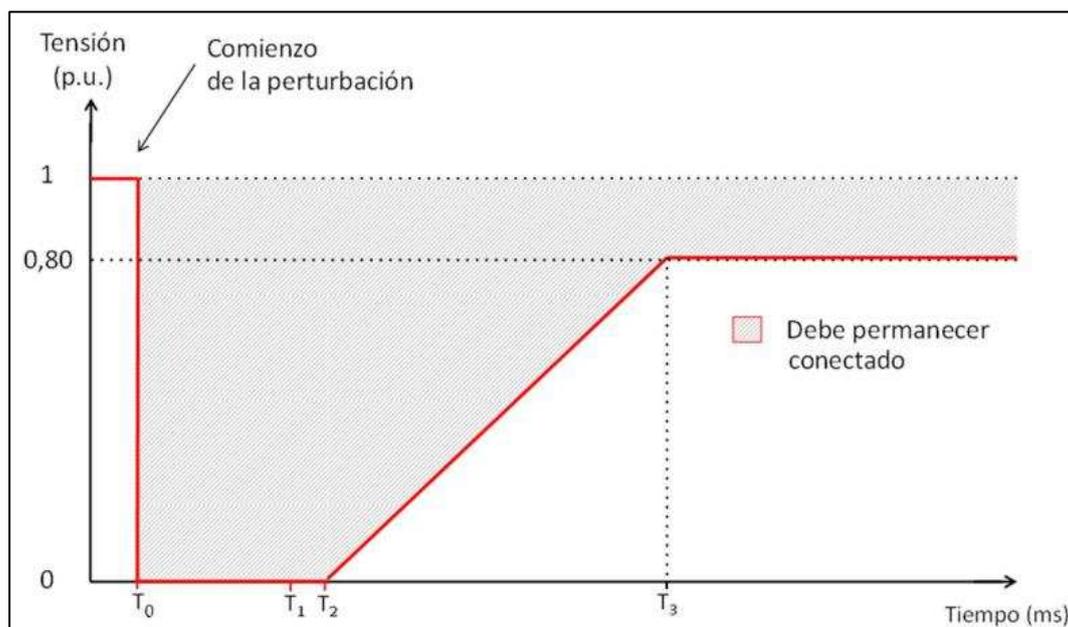
## VERIFICACIÓN DE AJUSTES

### 1.1. Lógicas de inyección de corriente y LVRT

En los siguientes gráficos se presentan la curva FRT del inversor Power Electronics HEMK GEN 3 (en bornes del inversor) y la comparación entre esta y el requisito fijado en la NT (en el punto de conexión a la red).



**Gráfico 10. Curva límite tensión-tiempo Power Electronics HEMK GEN 3.**



**Gráfico 11. Curvas límite tensión-tiempo norma NT en punto de conexión.**

Siendo:

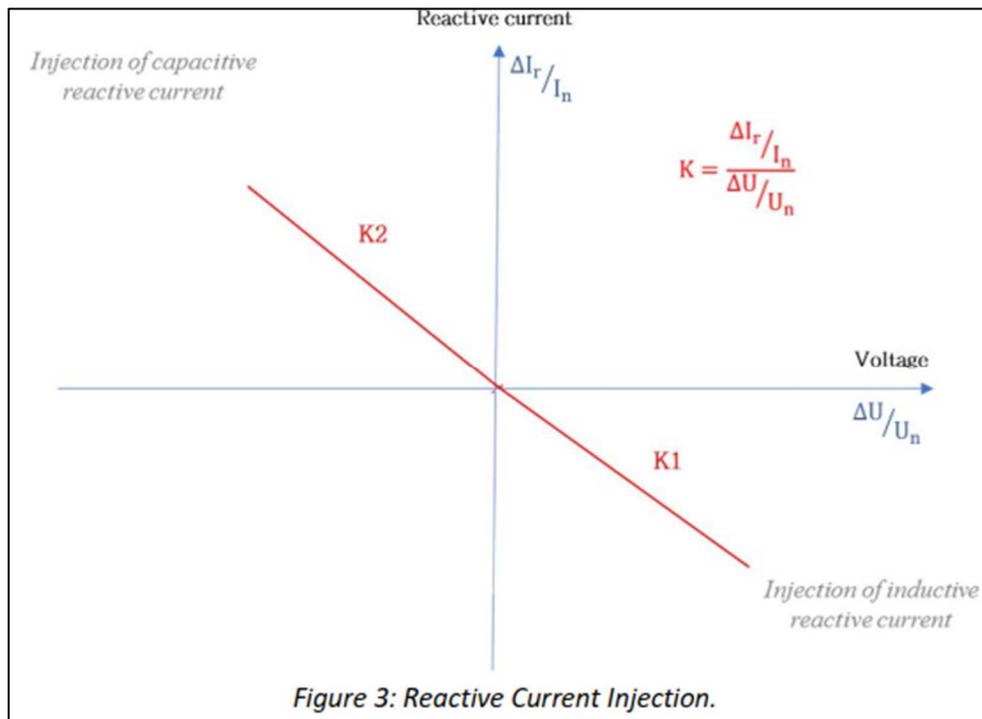
**T0** = 0 [ms], tiempo de inicio de la falla.

**T1** = tiempo máximo de despeje de falla establecido en el Artículo 5-45, según el nivel de tensión del Punto de Conexión.

**T2** = T1+20 [ms].

**T3** = 1000 [ms].

Durante los huecos de tensión, el control cambia del modo normal (control de potencia activa y reactiva) al modo de control de corriente de rotor. Esto habilita al inversor a realizar soporte de tensión inyectando corriente reactiva a la red. La corriente reactiva en bornes del generador se encuentra configurada de acuerdo al Gráfico 12.



**Gráfico 12. Inyección de corriente reactiva ante huecos de tensión. Power Electronics HEMK GEN 3.**

Low Voltage Ride Through Parameters*			
G4.3.1.1	LVRT Model Enable*	Mode 1	-
G4.3.1.2	LVRT Threshold*	90,0	%
G4.3.1.4	LVRT Configuration Mode*	Is prev + kdVdir	-
G4.3.2.2	Vset	100,0	%
G4.3.2.7	K DIR	2	
G4.3.2.9	K INV	0	
G4.3.3.3	Hysteresis %*	5	%
G4.3.3.7	ID Recover Ramp	3000,0	%/s

High Voltage Ride Through Parameters*			
G4.4.1.1	OVRT Model Enable*	Mode 1	-
G4.4.1.2	OVRT Threshold*	110,0	%
G4.4.1.4	OVRT Configuration Mode*	Is prev + kdVdir	-
G4.4.2.2	Vset	89,9	%
G4.4.2.7	K Factor*	2	-
G4.4.3.2	Hysteresis %*	5	%
G4.4.3.7	ID Recover Ramp	Disabled	%

## 1.2. Ajuste de protecciones

### 1.2.1 Protección de tensión

En las siguientes gráficos y tablas se muestra el ajuste de protecciones de tensión de los inversores, según la información proporcionada por el fabricante:

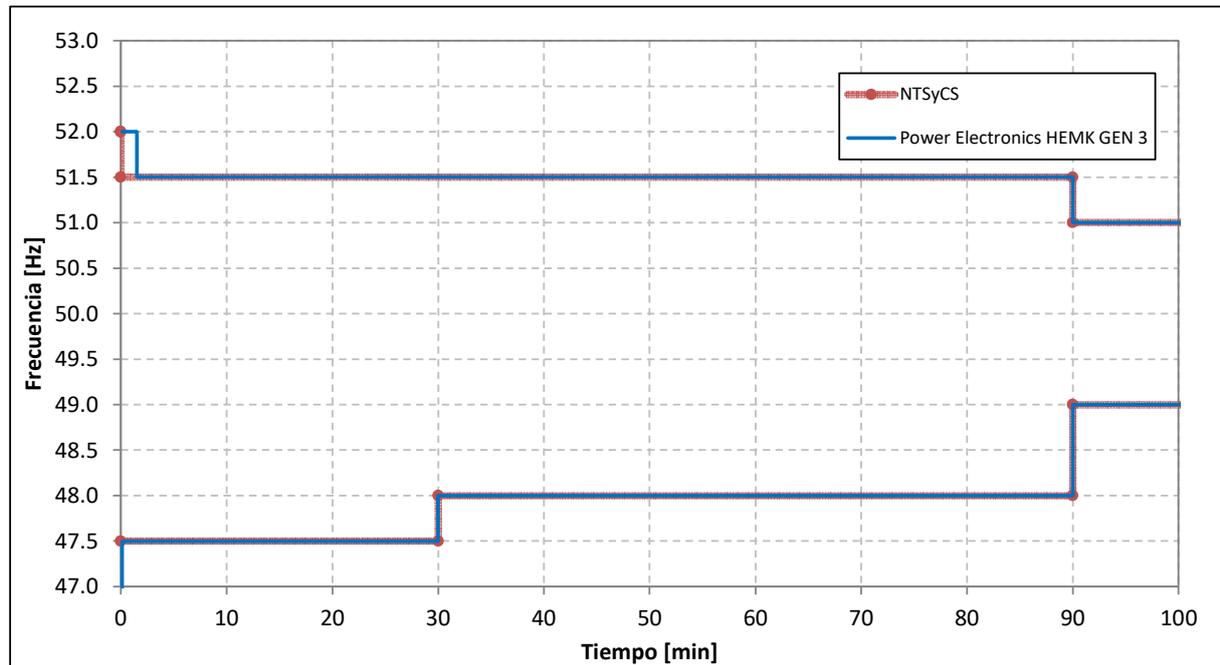
**Tabla 27. Ajuste de protección de tensión.**

High Input Voltage			
G5.1.2.1	High V Enable	XX000	
G5.1.2.2	Slow Protection	110,00	%
G5.1.2.3	Delay for Slow Protection (0.0 – 6550.0)	1,00	sec
G5.1.2.4	Fast Protection	120,00	%
G5.1.2.5	Delay for Fast Protection (0.00-655.00)	0,20	sec
G5.1.2.6	Fast 2 Protection	Disabled	%
G5.1.2.7	Delay for Fast 2 Protection (0.00-655.00)	Disabled	sec
G5.1.2.8	Very Fast Protection	Disabled	%
G5.1.2.9	Delay for Very Fast Protection (0.000-65.500)	Disabled	sec
G5.1.2.10	Second Very Fast 2 Protection	Disabled	%
G5.1.2.11	Delay Very Fast 2 Protection (0.000-65.500)	Disabled	sec

Low Input Voltage			
G5.1.1.1	Low V Enable	XXX00	
G5.1.1.2	Slow Protection	85,00	%
G5.1.1.3	Delay for Slow Protection (0.0 – 6550.0)	2,00	sec
G5.1.1.4	Fast Protection	50,00	%
G5.1.1.5	Delay for Fast Protection (0.00-655.00)	1,00	sec
G5.1.1.6	Fast 2 Protection	20,00	%
G5.1.1.7	Delay for Fast 2 Protection (0.00-655.00)	0,80	sec
G5.1.1.8	Very Fast Protection	Disabled	%
G5.1.1.9	Delay for Very Fast Protection (0.000-65.500)	Disabled	sec
G5.1.1.10	Second Very Fast 2 Protection	Disabled	%
G5.1.1.11	Delay Very Fast 2 Protection (0.000-65.500)	Disabled	sec

### 1.2.2 Protección de frecuencia

En las siguientes gráficos y tablas se muestra el ajuste de protecciones de tensión de los inversores, según la información proporcionada por el fabricante:



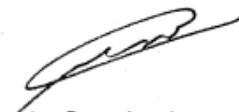
**Gráfico 13. Ajuste de protección de frecuencia.**

**Tabla 28. Ajuste de protección de frecuencia.**

Low Input Frequency			
G5.1.3.1	Low f Enable	XXX00	
G5.1.3.2	Slow Protection	49,00	Hz
G5.1.3.3	Delay for Slow Protection (0.0 – 6550.0)	5400,00	Second
G5.1.3.4	Fast Protection	48,00	Hz
G5.1.3.5	Delay for Fast Protection (0.00-655.00)	1800,00	Second
G5.1.3.6	Fast 2 Protection	47,50	Hz
G5.1.3.7	Delay for Fast 2 Protection (0.00-655.00)	0,10	Second
G5.1.3.8	Very Fast Protection	Disabled	Hz
G5.1.3.9	Delay for Very Fast Protection (0.000-65.500)	Disabled	Second
G5.1.3.10	Second Very Fast 2 Protection	Disabled	Hz
G5.1.3.11	Delay Very Fast 2 Protection (0.000-65.500)	Disabled	Second

High Input Frequency			
G5.1.4.1	High f Enable	XXX00	
G5.1.4.2	Slow Protection	51,00	Hz
G5.1.4.3	Delay for Slow Protection (0.0 – 6550.0)	5400,00	Second
G5.1.4.4	Fast Protection	51,50	Hz
G5.1.4.5	Delay for Fast Protection (0.00-655.00)	90,00	Second
G5.1.4.6	Fast 2 Protection	52,00	Hz
G5.1.4.7	Delay for Fast 2 Protection (0.00-655.00)	0,10	Second
G5.1.4.8	Very Fast Protection	Disabled	Hz
G5.1.4.9	Delay for Very Fast Protection (0.000-65.500)	Disabled	Second
G5.1.4.10	Second Very Fast 2 Protection	Disabled	Hz
G5.1.4.11	Delay Very Fast 2 Protection (0.000-65.500)	Disabled	Second

## 2. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO REGISTRADOR

	<b>Elspec Calibration Lab</b> Tel: +972-4-6061100 • Fax: +972-4-6061128   Tzvaïm Industrial Park, P.O.B. 900 www.elspec-ltd.com • info@elspec-ltd.com   Beit She'an, Israel 1171602
<b>Calibration Report</b>	
<b>General information</b>	
Certificate No.	0060352AB805_20240218212626
Date of issue	19-Feb-2024
Calibration date	18-Feb-2024
Calibration due date	18-Feb-2027
Client	_____
<b>UUT information</b>	
Manufacture	Elspec
Product type	Pure
FW version	1.1.0.20
Serial number	00.60.35.2A.88.05
  Operator: Doron Arussi	
  Reviewer: Yevgeny Strezh	
1 of 14	Certificate No. 0060352AB805_20240218212626