ESTUDIOS ELECTRICOS

Empresa	EDPR Chile
País	Chile
Proyecto	Parque Eólico Punta de Talca
Descripción	Informe de Potencia Máxima

edp Renewables

CÓDIGO DE PROYECTO	EE-2024-017
CÓDIGO DE INFORME	EE-EN-2024-1301
REVISIÓN	A

29 ago. 24

Este documento **EE-EN-2024-1301-RA** fue preparado para EDPR Chile por el Grupo Estudios Eléctricos.

Para consultas técnicas respecto del contenido del presente comunicarse con:

Ing. Andrés Capalbo
Sub-Gerente Dpto. Ensayos
andres.capalbo@estudios-electricos.com

Ing. Claudio Celman
Sub-Gerente Dpto. Ensayos
claudio.celman@estudios-electricos.com

Ing. Pablo Rifrani
Gerente Dpto. Ensayos
pablo.rifrani@estudios-electricos.com

Informe realizado en colaboración con todas las empresas del grupo: ***Estudios Eléctricos S.A., Estudios Eléctricos Chile, Estudios Eléctricos Colombia*** y ***Electrical Studies Corp.***

Este documento contiene 34 páginas y ha sido guardado por última vez el 29/08/2024 por César Colignon; sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Revisión	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	29.08.2024	Para presentar	NS	CiC	AC

Todas las firmas digitales pueden ser validadas y autentificadas a través de la web de Estudios Eléctricos; http://www.estudios-electricos.com/certificados.

CONTENIDO

1 INTRODUCIÓN 4
1.1 Fecha ensayo y personal auditor 5
1.2 Medidores utilizados 5
1.3 Nomenclatura Utilizada 6
2 ASPECTOS NORMATIVOS 7
2.1 Consideraciones generales 7
2.2 Parques Eólicos 9
3 DESCRIPCIÓN DEL PARQUE 10
3.1 Diagrama unilineal 10
3.2 Datos de los aerogeneradores 13
3.3 Datos de los transformadores de bloque 15
3.4 Datos del transformador principal 16
3.5 Datos de los Consumos de SSAA 17
4 DETERMINACIÓN DE POTENCIA MÁXIMA 18
4.1 Ensayo de Potencia Máxima 19
4.1.1 Potencia Bruta 21
4.1.2 Potencia de Servicios Auxiliares 22
4.1.3 Potencia de Perdidas en la Central 22
4.1.4 Potencia Neta 24
4.1.5 Resultados 24
5 CONCLUSIONES 25
6 ANEXOS 26
6.1 Certificados de calibración de medidor de energía 26
6.2 Registro de aerogeneradores 27

1 INTRODUCIÓN

El presente Informe Técnico documenta el procedimiento y los resultados obtenidos al determinar la Potencia Máxima del Parque Eólico Punta de Talca de acuerdo con lo establecido en el "Anexo Técnico: Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadores" y a lo recomendado en la Guía Técnica DCO: "Recomendaciones para la elaboración de los Informes de Determinación de Parámetros Operacionales de Unidades Generadoras no Convencionales y Sistemas de Almacenamiento de Energía" , cuyos aspectos más relevantes se destacan en la Sección 2.

Los resultados del presente informe se basan en ensayos realizados el día 19 de agosto de 2024.

El Parque Eólico Punta de Talca se encuentra ubicado en la comuna de Ovalle, Región de Coquimbo y consta de 14 aerogeneradores marca Nordex modelo N155 de 5.9 MW de potencia nominal.

Cada uno de los aerogeneradores cuenta con un transformador elevador de relación 0.75 kV / 33 kV (+4 x 2.5%) que permite la inyección de su producción en la red de media tensión. La red colectora de media tensión está constituida por cables subterráneos y dividida en 5 circuitos colectores. En cuatro de ellos se conectan 3 aerogeneradores, en el circuito restante se conectan 2 aerogeneradores.

El parque totaliza una potencia instalada de 82.6 MW y se vincula al SEN mediante un transformador de poder de relación 33 kV / 220 kV (+11/-13 x 1.25%) y de capacidad 67.5/90 MVA (ONAN/ONAF), ubicado en la S/E Punta de Talca.

Los aerogeneradores se encuentran comandados por un control conjunto de planta (PPC) el cual permite el control de las variables eléctricas en su punto de interconexión.

1.1 Fecha ensayo y personal auditor

Personal	Fecha de ensayo
Ing. Nicolás Silva Ing. Matías Parra	19 de agosto de 2024

Tabla 1.1 – Personal participante

1.2 Medidores utilizados

Denominación	Marca	Modelo	N° Serie
Adquisidor	Janitza	UMG512	5100/0731

Tabla 1.2 – Equipos utilizados

El equipo presentado en la Tabla 1.2 se utilizó para registrar la **Potencia Neta** inyectada en el punto de interconexión. Su certificado de calibración se encuentra disponible en el Anexo 6.1.

Para el registro de **Potencia Bruta y velocidad del viento**, se cuenta con datos adquiridos mediante el SCADA de la central el cual cuenta con una tasa de muestreo de 1 minutos para todas las mediciones.

En cuanto al registro de **Servicios Auxiliares**, no ha sido posible el registro de sus variables eléctricas. Sin embargo, el experto técnico ha tomado registros fotográficos durante el ensayo a fin de estimar su valor medio. Su valor es determinado en el capítulo 3.5.

1.3 Nomenclatura Utilizada

La Figura 1.1 muestra un sistema equivalente de conexión de un parque eólico, el cual nos permite identificar y definir los siguientes elementos y puntos de medición:

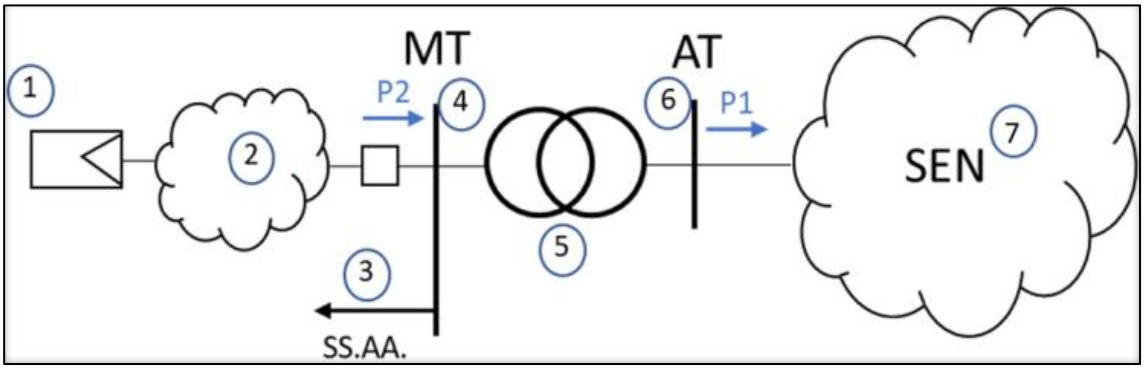

Figura 1.1 – Sistema equivalente parque eólico

1. **Generador equivalente:** Corresponde a la suma de los aportes distribuidos de Potencia Activa alterna de cada aerogenerador del parque eólico.
2. **Pérdidas en sistema colector del parque (Pcolector):** Corresponde a las pérdidas del sistema colector del parque eólico, principalmente en cables de baja y media tensión, y en los transformadores colectores que elevan de baja a media tensión.
3. **Servicios Auxiliares de la central (SS.AA.)**.
4. **Barra de media tensión (MT):** Corresponde a la tensión en el lado de baja tensión del transformador de poder del parque eólico.
5. **Transformador de Poder:** Equipo elevador presente en la subestación de salida del parque eólico.
6. **Barra de alta tensión (AT):** Corresponde a la tensión en el lado de alta tensión del transformador de poder del parque eólico. Se corresponde con el punto de Potencia Neta para efectos de la determinación de los parámetros operacionales.
7. **Sistema Eléctrico Nacional (SEN)**.

- **P1:** Potencia inyectada por el parque eólico en la barra de alta tensión de su subestación de salida.
- **P2:** Potencia inyectada por el parque eólico en la barra de media tensión de su subestación de salida.

2 ASPECTOS NORMATIVOS

El "**Anexo Técnico**: Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras" establece las metodologías y procesos para efectuar los ensayos de verificación del máximo valor de potencia activa bruta que puede sostener un sistema de generación.

El **Artículo 39** es el que corresponde considerar para el caso en cuestión debido a que se trata de una central cuya fuente es renovable no convencional sin capacidad de regulación (no hay almacenamiento de energía). Éste establece que el valor de Potencia Máxima deberá ser obtenido a partir de registros de operación y mediciones de los recursos naturales que inciden en la operación de estas tecnologías, especificándose las metodologías, cálculos y todos los antecedentes y aspectos técnicos usados para la obtención de dicho valor.

La "Guía Técnica DCO N°01-2024: Recomendaciones para la elaboración de los informes de Determinación de los Parámetros Operacionales de Unidades Generadoras Renovables no Convencionales y Sistemas de Almacenamiento de Energía" indica directrices y sugerencias para dar completitud a los ensayos e informes de las pruebas de Potencia Máxima. En el caso particular del parque eólico se destacan los capítulos 7.1 y 7.3 mostrados a continuación.

2.1 Consideraciones generales

a) Los valores de P. Máx deben ser establecidos mediante pruebas efectivas en terreno con la instalación en operación.

b) Los ensayos deben ser realizados con todas las unidades de generación (inversores y/o aerogeneradores) en servicio al mismo tiempo.

c) En el caso que el recurso primario disponible no permita realizar la prueba con todas las unidades generando al mismo tiempo, o no sea suficiente para alcanzar su valor de potencia máxima de diseño, se deberán adjuntar respaldos de operaciones previas, realizadas durante el proceso de Puesta en Servicio u operación previa de la planta, que muestren que se puede llegar a su potencia máxima con todas las unidades operando al mismo tiempo.

d) Los parámetros de Potencia Activa Bruta, Potencia Activa Neta, SS.AA. y pérdidas deben ser considerados según lo descrito en el Anexo 1 del presente documento, el que representa un sistema equivalente de un parque ERV conectado al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

e) Considerando lo planteado en el punto previo, la Potencia Activa Neta corresponderá a la potencia en el lado de alta del transformador elevador de la central y/o sistema de almacenamiento.

f) Los consumos de SS.AA. deben ser medidos. Sólo en condiciones excepcionales, donde no sea factible su medición, podrán ser estimados y/o debidamente justificados en base a supuestos razonables, los que deberán ser respaldados y validados por el Coordinador.

g) Los valores de Potencia Activa Bruta y Potencia Activa Neta deben ser obtenidos en los mediante pruebas efectivas en terreno y no mediante simulaciones.

h) En el caso de PFV y PE, la prueba de P. Máx deberá desarrollarse por un periodo de 5 horas. Para la determinación de la potencia máxima de la unidad, se deberán considerar los datos de potencia bruta y neta medido por 15 minutos continuos, donde se haya registrado la mayor potencia máxima promedio por dicho periodo bajo una operación estable y dentro de las 5 horas consideradas en la prueba.

i) En el caso de Sistemas de Almacenamiento de Energía o de componentes de almacenamiento de Centrales Renovables con Capacidad de Almacenamiento, la prueba de PMáx deberá realizarse considerando la máxima potencia que la instalación puede sostener de forma continua por la Cantidad de Horas de Almacenamiento.

j) El informe deberá contener los datos y registros gráficos de potencia activa, irradiancia (PFV), temperatura (PFV) y velocidad del viento (PE), según corresponda, de las 24 horas del día de la prueba, para la totalidad de la planta. Con esta información se validarán los datos utilizados en el literal h).

k) Adicionalmente, se deberán entregar los datos y registros gráficos de potencia bruta para cada uno de los inversores (PFV) y cada uno de los aerogeneradores (PE) que componen la central, durante el periodo considerado para la prueba.

l) En el caso de centrales renovables con capacidad de almacenamiento, el valor de Potencia Máxima deberá medirse operando a plena carga, en forma continua y sin sobrecarga, por el número de horas declaradas de duración del almacenamiento. Se deberá desarrollar la prueba bajo la máxima inyección/absorción del sistema de almacenamiento para el período de carga y descarga, durante el cual la unidad deberá mantenerse con un nivel de generación estable, continua y sin interrupción de la potencia activa bruta en sus bornes de salida.

m) Los propietarios de unidades generadoras cuya fuente es renovable no convencional sin capacidad de regulación, podrán actualizar el Informe de Potencia Máxima una vez al año, a efectos de reconocer los cambios que puedan producirse en el recurso natural conforme a registros históricos.

n) La actualización mencionada en el literal previo deberá solicitarse al Coordinador por carta, especificando los motivos de dicha actualización, usando como base lo especificado en el AT de P. Máx. 4 Artículo 39 AT Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras.

2.2 Parques Eólicos

En el caso de los ensayos realizados a centrales eólicas, estos deben ser realizados en las condiciones de velocidad del viento más cercanas a las nominales. En caso excepcionales y habiendo alcanzado al menos el 80% de la potencia nominal, en el caso de que las condiciones ambientales y/o estacionales no permitan alcanzar su valor nominal, se aceptará realizar la corrección por velocidad del viento, incorporando los respaldos necesarios, especificando la metodología utilizada para la corrección e incorporando las hojas de cálculo.

El objetivo de esta corrección es obtener un parámetro que sea representativo de manera independiente a las condiciones particulares de la prueba. Específicamente:

a) El informe debe contener los resultados de la potencia obtenida en el transcurso de las 5 horas del ensayo, acompañando los datos de velocidad del viento durante todo el período.

b) La velocidad del viento a usar para la corrección de la potencia, debe ser el promedio de los registros, con tasa de muestreo entre 5 y 15 minutos, por un periodo de tres meses consecutivos, considerando el mejor periodo del recurso en función de la ubicación geográfica del parque. Estos datos no pueden tener una antigüedad mayor a dos años previos a la fecha de ejecución de las pruebas. Estos datos históricos de la velocidad del viento en el sitio deben ser adjuntados en los Anexo del informe. Debe incorporar las condiciones de diseño (distancia entre aerogeneradores y su modelo, velocidad del viento asumida para el dimensionamiento del proyecto y similares) definidas para el proyecto, que acrediten todos los supuestos utilizados.

c) En caso de que sean efectuadas correcciones por velocidad de viento, el informe deberá incluir los registros históricos de operación de la central donde se alcance la potencia máxima y la correspondiente velocidad del viento registrada.

3 DESCRIPCIÓN DEL PARQUE

El Parque Eólico Punta de Talca, ubicado en la comuna de Ovalle, región de Coquimbo, se compone de catorce (14) aerogeneradores, marca Nordex modelo N155 de 5.9 MW de potencia nominal cada uno, totalizando una potencia instalada de 82.6 MW.

Cada uno de los aerogeneradores cuenta con un transformador elevador de relación 0.75 kV / 33 kV (+4 x 2.5%) que permite la inyección de su producción en la red de media tensión. La red colectora de media tensión está constituida por cables subterráneos y dividida en 5 circuitos colectores. En cuatro de ellos se conectan 3 aerogeneradores, en el circuito restante se conectan 2 aerogeneradores. El parque totaliza una potencia instalada de 82.6 MW y se vincula al SEN mediante un transformador de poder de relación 33 kV / 220 kV (+11/-13 x 1.25%) y de capacidad 67.5/90 MVA (ONAN/ONAF), ubicado en la S/E Punta de Talca.

El parque cuenta con un control conjunto de planta marca Nordex. Este módulo permite al parque operar con los modos de control de potencia reactiva, factor de potencia, control de tensión y potencia activa.

3.1 Diagrama unilineal

En la Figura 3.1 se presenta el diagrama unilineal de la barra de 220 kV del Parque Eólico Punta de Talca. En el recuadro **rojo** se remarca los TP y TC utilizados para la medición de las señales en el punto de interconexión (Potencia Neta).

En la Figura 3.2 se muestra el diagrama unilineal de la barra de 33 kV del Parque Eólico Punta de Talca. El recuadro **rojo** enmarca el paño de conexión del transformador principal, los recuadros **verdes** enmarcan los paños asociados a las unidades generadoras, en bornes de las cuales se toma la medición de potencia bruta. Finalmente, el recuadro **azul** muestra el transformador de servicios auxiliares, desde donde se toman mediciones manuales de los consumos de la instalación.

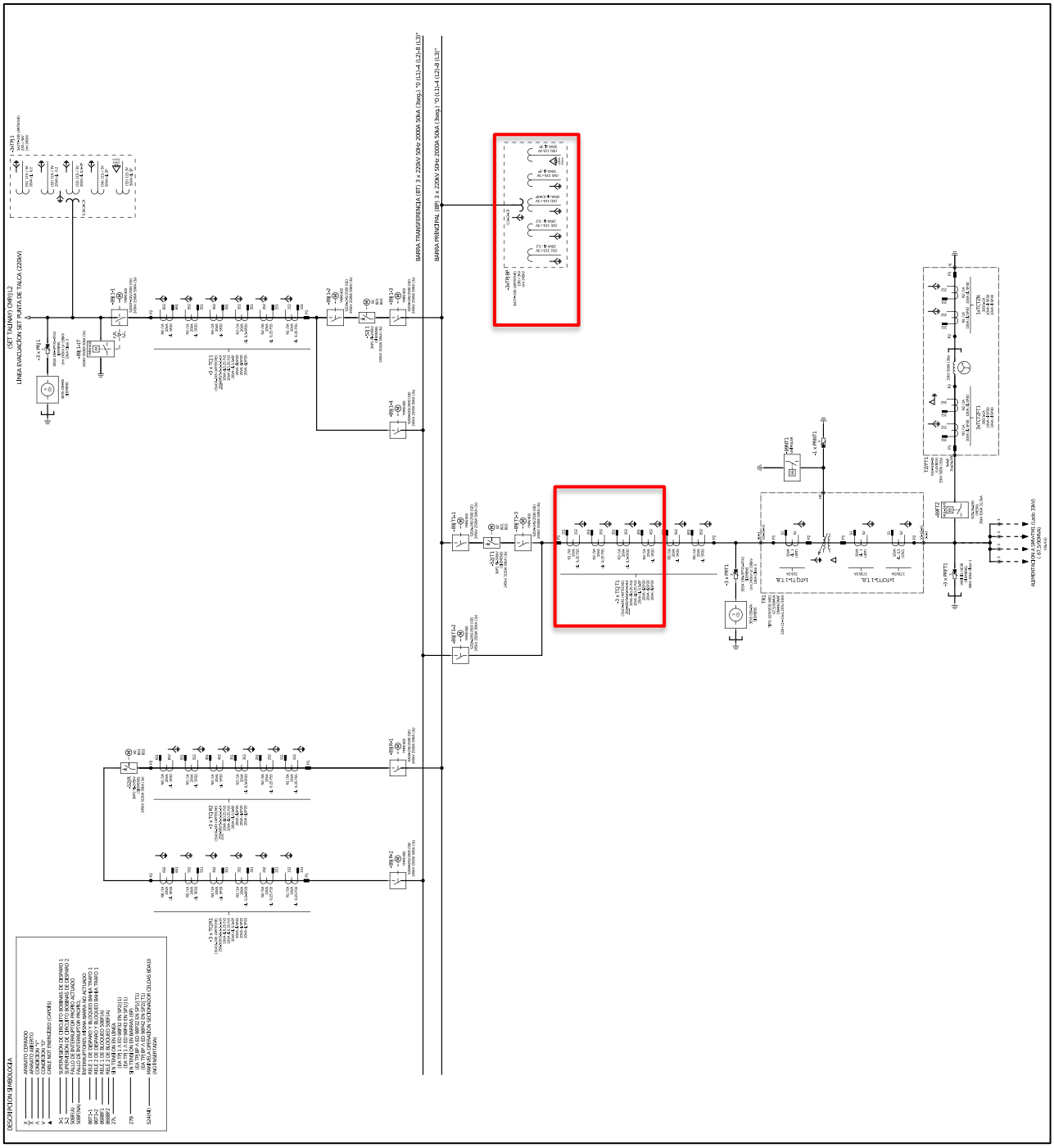

Figura 3.1 – Diagrama unilineal Parque Eólico Punta de Talca – Barra 220 kV

Figura 3.2 – Diagrama unilineal de Parque Eólico Punta de Talca – Barra 33 kV

3.2 Datos de los aerogeneradores

El Parque Eólico Punta de Talca cuenta con 14 aerogeneradores marca NORDEX modelo N155 de 5.9 MVA de capacidad nominal y de 750 V de tensión nominal. Los aerogeneradores son del tipo 3, es decir, generadores de inducción doblemente alimentados y cuentan con un convertidor de potencia en el enrollado del rotor.

La curva de capacidad de los aerogeneradores se presenta en la figura Figura 3.3.

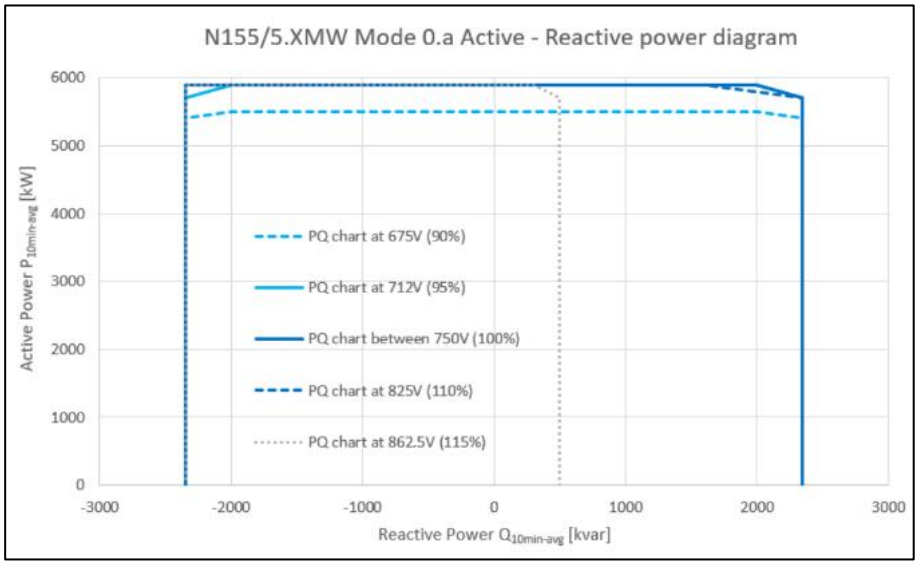

Figura 3.3 – Curva de capacidad de aerogeneradores

Se presenta en la Figura 3.4 la curva de potencia según velocidad del viento del aerogenerador.

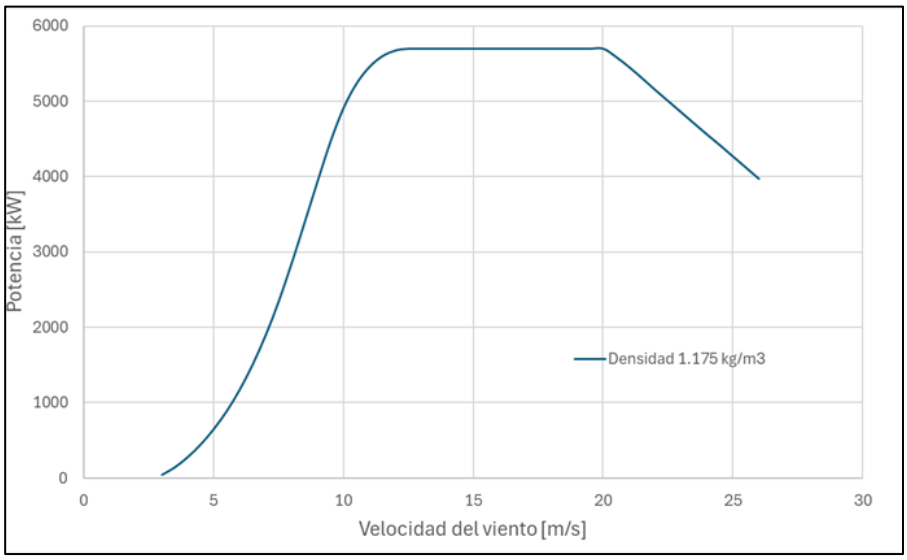

Figura 3.4 – Curva Viento/Potencia para los aerogeneradores

En la Figura 3.5 se muestra la información asociada a los consumos propios de los aerogeneradores provista por el fabricante. Se aclara que la media de consumo es de aproximadamente 15 kW.

3.4 Auxiliary power of the wind turbine

The auxiliary low voltage required by the wind turbine in stand-by mode and feed-in mode is requested by the following consumers:

- System control including main converter control
- 400 V/230 V auxiliary power of the main converter
- 230 V AC UPS supply including 24 V DC supply
- Yaw system
- Pitch system
- Auxiliary drives such as pumps, fans and lubrication units
- Heating and lighting
- Auxiliary systems such as service lift, obstacle lights

Long-term measurements show that the average base load (average active power) of the auxiliary low voltage system during WT feed-in operation mode is approx. 15 kW, based on one year. These values are already included in the power curves.

Figura 3.5 – Consumos propios de aerogeneradores

3.3 Datos de los transformadores de bloque

El Parque Eólico Punta de Talca cuenta con catorce transformadores de bloque de dos devanados que permiten la interconexión del aerogenerador en media tensión. Su relación de transformación es de 0.75 / 33 kV y de 6.35 MVA de capacidad nominal.

Los datos característicos de los mismos se muestran en la Tabla 3.1.

Parámetro	Valor
Potencia nominal	6.35 MVA
Refrigeración	KFWF
Tensión nominal lado HV	33 kV
Tensión nominal lado LV	0.75 kV
Grupo de conexión	Dy5
Impedancia	9.0 %
Pérdidas en carga	71 kW
Pérdidas en vacío	4 kW
Posiciones de TAP	±2 x 2.5 %

Tabla 3.1 – Datos de los transformadores de bloque de los aerogeneradores

3.4 Datos del transformador principal

El Parque Eólico Punta de Talca cuenta con 1 transformador principal de dos devanados que permiten la interconexión del parque con el SI. Su relación de transformación es de 33 / 220 kV y de 90MVA de capacidad nominal.

Los datos característicos de los mismos se muestran en la Tabla 3.2.

Parámetro	Valor
Potencia nominal	67.5/90 MVA
Refrigeración	ONAN/ONAF1
Tensión nominal lado HV	220 kV
Tensión nominal lado LV	33 kV
Grupo de conexión	YNd11
Impedancia	12.32%
Pérdidas en carga	260 kW
Pérdidas en vacío	35.77 kW
Posiciones de TAP	±13 x 1.25 %

Tabla 3.2 – Datos del transformador principal

3.5 Datos de los Consumos de SSAA

Los consumos de servicios auxiliares (SSAA) del Parque Eólico Punta de Talca se monitorearon durante la ejecución de las pruebas. Para ello se realizó un registro fotográfico, al comenzar el ensayo, al medidor de SSAA esenciales del parque. A partir de la imagen mostrada a continuación, se demuestra un consumo de SSAA de 9.73 kW, valor que será utilizado en el presente informe.

Figura 3.6 – Consumo SSAA Parque Eólico Punta de Talca

4 DETERMINACIÓN DE POTENCIA MÁXIMA

La Potencia Máxima corresponde al máximo valor de potencia activa bruta que puede sostener un sistema de generación y deberá ser obtenido a partir de registros de operación y mediciones de los recursos naturales que inciden en la operación de estas tecnologías.

Para el caso del Parque Eólico Punta de Talca se cuenta con la medición de la potencia generada por los aerogeneradores por medio del sistema de adquisición de datos del PPC y de la Potencia Neta registrada en el POI.

Para la prueba de Potencia Máxima realizada, se reportan los valores de potencia según se desglosan en la siguiente tabla de resultados, las definiciones se encuentran a continuación.

Central/Unidad	Potencia Máxima Bruta [MW]	SS.AA. [MW]	Pérdidas en la central [MW]	Potencia Máxima Neta [MW]
PE Punta de Talca	(1)	(2)	(3)	(4)

Tabla 4.1 – Tabla resumen de valores a presentar

(1) **Potencia Bruta:** Corresponde a la sumatoria de potencia bruta medida directamente en bornes de las unidades de generación con sus consumos propios.

(2) **Potencia de SS. AA:** Corresponde a la suma de los consumos propios promedio de cada aerogenerador estimados en MW x Cantidad de aerogeneradores (considerando todos los aerogeneradores en servicio), más los SS.AA. de la central.

(3) **Pérdidas en la central:** Corresponde a la suma de las pérdidas en el transformador de poder de la central (MW) y de las pérdidas en el sistema colector de media tensión.

(4) **Potencia Neta del parque:** Potencia inyectada en la S/E Punta de Talca 220 kV (POI).

4.1 Ensayo de Potencia Máxima

El día 19 de agosto de 2024 se realizó el ensayo de Potencia Máxima con la totalidad de los aerogeneradores y elementos de red del Parque Eólico Punta de Talca en servicio.

Se presentan a continuación los registros correspondientes. En la Figura 4.1 se muestra la potencia neta medida (P_{Neta}) durante las 5 horas de la prueba. Se destaca con la línea segmentada roja la ventana móvil de 15 minutos en que se obtiene el máximo valor medio de potencia activa.

En la Figura 4.2 se muestra la potencia sumada medida de todos los aerogeneradores (P_{WTG}) y el período de 15 minutos correspondiente a la máxima generación alcanzada.

En la Figura 4.3 se muestra el registro de velocidad de viento promedio registrados durante el período de prueba completa. En la línea roja segmentada se aprecia la media para el período considerado.

Finalmente, en la Figura 4.4 se muestra el registro de velocidad de viento del día completo del ensayo de Potencia Máxima, enmarcando el período de prueba efectiva.

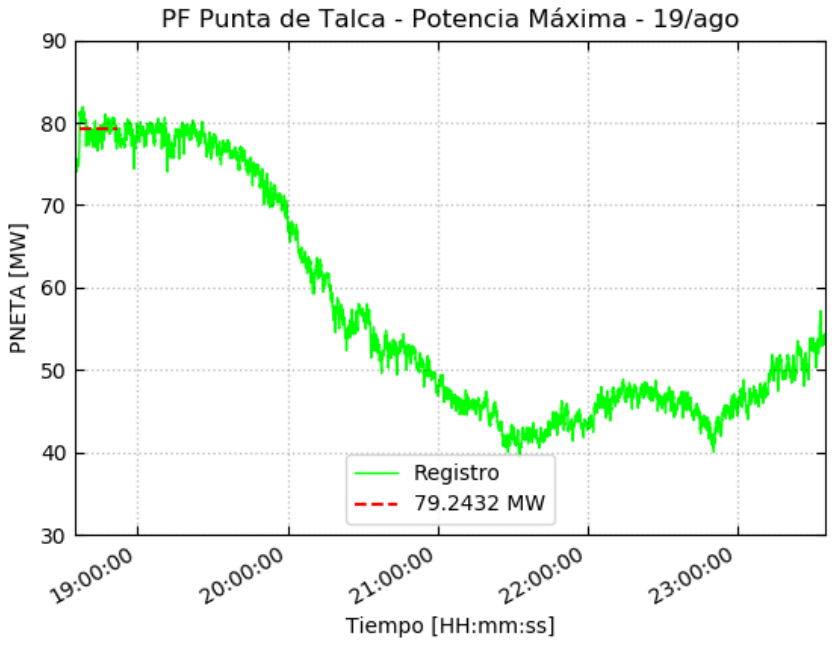

Figura 4.1 – Ensayo de Potencia Máxima – Potencia neta

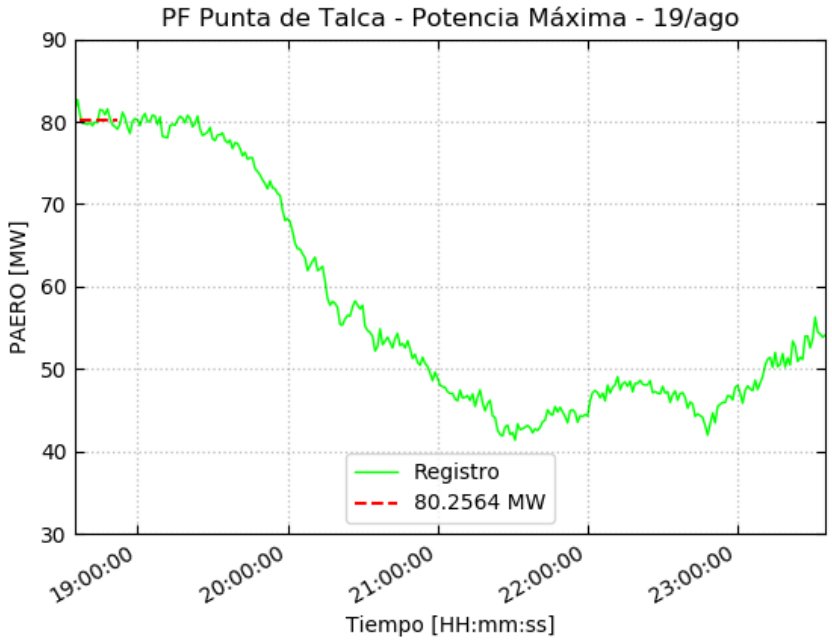

Figura 4.2 – Ensayo de Potencia Máxima – Potencia de aerogeneradores

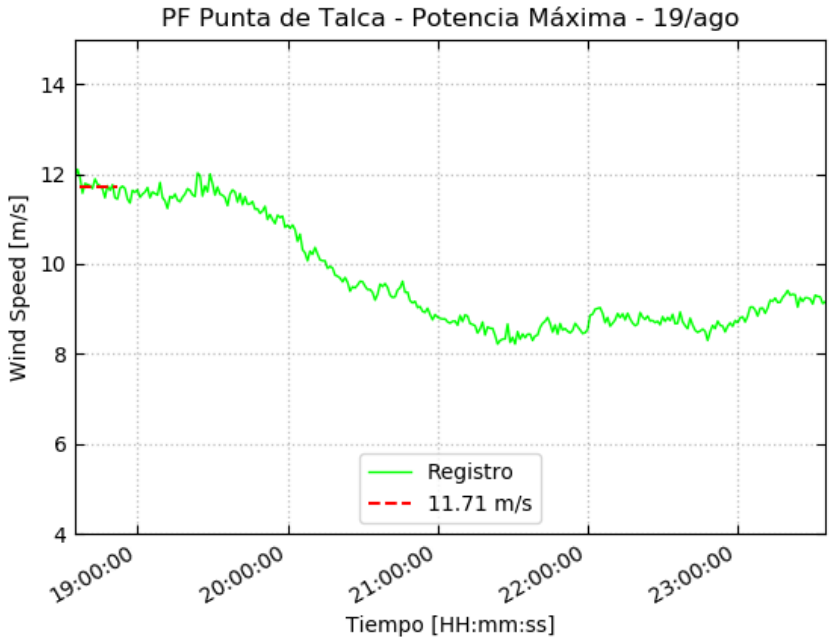

Figura 4.3 – Ensayo de Potencia Máxima – Velocidad del viento

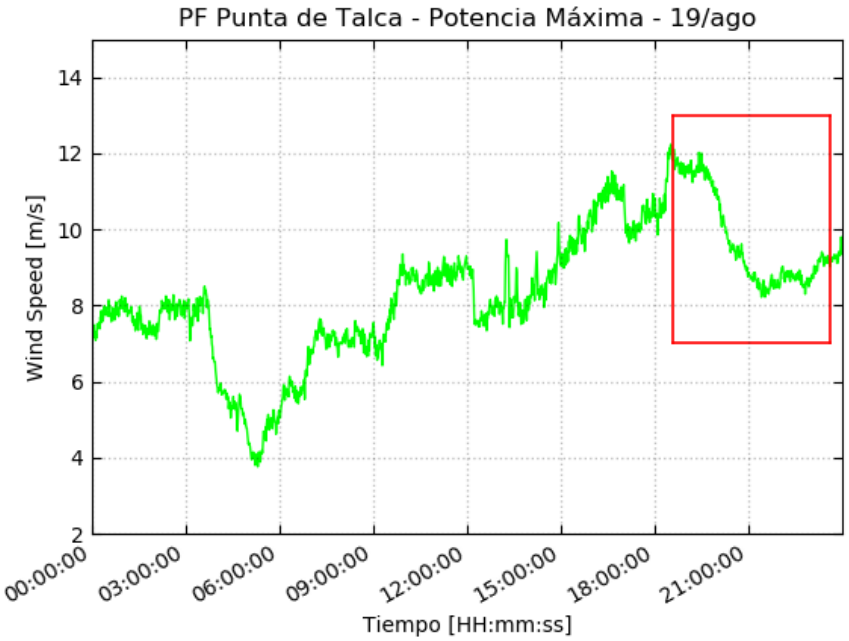

Figura 4.4 – Ensayo de Potencia Máxima – Velocidad de viento día completo

4.1.1 Potencia Bruta

La medición de potencia presentada en la Figura 4.2, se realiza en bornes de los equipos y ya se encuentran descontados los consumos propios de los aerogeneradores. Estos consumos se estiman en 15.0 kW según se observa en la Figura 3.5. El valor de **Potencia Bruta** (P_{Bruta}) se obtiene según la siguiente expresión.

$$P_{Bruta} = P_{WTG} + N° WTG \; x \; Consumos \; propios$$

$$P_{Bruta} = 80.2564 \; MW + 14 \; x \; 15.0 \; kW = 80.4664 \; MW$$

4.1.2 Potencia de Servicios Auxiliares

La **Potencia de Servicios Auxiliares** (P_{SSAA}) corresponde a la suma de los consumos propios de cada aerogenerador estimados en kW x Cantidad de aerogeneradores (considerando la totalidad de unidades en servicio) más los consumos del transformador de SSAA ($P_{TR,SSAA}$) estimados en la sección 3.5.

Según se observa en la Figura 3.5, el consumo interno de cada aerogenerador se estima en 15.0 kW. En base a estos datos se procede a calcular la **Potencia de Servicios Auxiliares**.

$$P_{SSAA} = N° \, WTG \; x \; Consumos \; Propios + \; P_{TR,SSAA}$$

$$P_{SSAA} = 14 \; x \; 15.0 \; kW + 9.73 \; kW = 219.73 \; kW$$

$$P_{SSAA} = 0.2197 \; MW$$

4.1.3 Potencia de Perdidas en la Central

La **Potencia de Pérdidas en la Central** ($P_{perd,central}$) corresponde a la suma de las pérdidas en el transformador de poder de la central y en la red de media tensión que considera los transformadores de bloque y circuitos colectores de la planta.

La potencia de pérdidas de la central se obtiene considerando la diferencia entre la potencia neta (ver Figura 4.1) y la potencia generada por el aerogenerador (ver Figura 4.2). Además, se deben considerar los consumos de potencia del transformador de servicios auxiliares, estimados en 9.73 kW según se presenta en la sección 3.5.

La expresión para el cálculo de potencia de pérdidas de la central se presenta a continuación.

$$P_{perd,central} = P_{WTG} - P_{TR,SSAA} - P_{Neta}$$

$$P_{perd,central} = 80.2564 \; MW - 0.00973 \; MW - \; 79.2432 \; MW = 1.0035 \; MW$$

El valor de potencia de pérdidas de la central debe ser desglosado en los siguientes elementos:

- Pérdidas en transformador principal ($P_{perd,TR_{ppal}}$)
- Pérdidas en red colectora de media tensión ($P_{perd,redMT}$)

La potencia de pérdidas del transformador principal ($P_{perd,TR_{ppal}}$) considera las pérdidas en vacío ($P_{perd,TR_{ppal},vacío}$) y en carga ($P_{perd,TR_{ppal},carga}$) del equipo. Las pérdidas en carga se determinan a partir del valor de potencia inyectada del equipo. Las pérdidas en carga del transformador principal se calculan según la siguiente expresión.

$$P_{perd,TR_{ppal},carga} = P_{perd,TR_{ppal},carga,nominal} x \left(\frac{P_{WTG}}{S_{nom,tr_{ppal}}}\right)^2$$

$$P_{perd,TR_{ppal},carga} = 260\ kW\ x\ \left(\frac{80.2564\ MW}{90.0\ MVA}\right)^2 = 206.75\ kW$$

Las pérdidas en vacío del transformador principal ($P_{perd,TR_{ppal},vacío}$) se presentan directamente en la Tabla 3.2.

$$P_{perd,TR_{ppal},vacío} = 35.77\ kW$$

Por tanto, las pérdidas del transformador principal quedan determinadas según la siguiente expresión.

$$P_{perd,TR_{ppal}} = P_{perd,TR_{ppal},vacío} + P_{perd,TR_{ppal},carga}$$

$$P_{perd,TR_{ppal}} = 35.77\ kW + 206.75\ kW = 242.52\ kW$$

$$P_{perd,TR_{ppal}} = 0.2425\ MW$$

En tanto, el valor de potencia de pérdidas en la red colectora de media tensión se determinan considerando la diferencia de la potencia de pérdidas en la central y la determinada para el transformador principal. Se presenta el cálculo según la siguiente expresión.

$$P_{perd,MT} = P_{perd,central} - P_{perd,TR_{ppal}}$$

$$P_{perd,MT} = 1.0035\ MW - 0.2425\ MW = 0.7610\ MW$$

4.1.4 Potencia Neta

La **Potencia Neta** del Parque Eólico Punta de Talca corresponde a la potencia inyectada en el lado de 220 kV del transformador principal del parque (POI). Se obtiene un valor máximo de operación estable de 79.2432 MW.

$$P_{Neta} = 79.2432\ MW$$

4.1.5 Resultados

En base a los cálculos presentados en las secciones precedentes y los registros operacionales, se muestra a continuación la tabla resumen de resultados. Se presentan los resultados para las condiciones de ensayo del Parque Eólico Punta de Talca considerando el parque completamente operativo.

Central	Potencia Máxima Bruta [MW]	SS.AA. [MW]	Pérdidas en la central [MW]	Potencia Máxima Neta [MW]
PE Punta de Talca	80.4664	0.2197	1.0035	79.2432

Tabla 4.2 – Potencia Máxima – Parque Eólico Punta de Talca

Según se observa en la Tabla 4.2 la **Potencia Bruta Máxima Ensayada** calculada está dentro de lo esperado en base a los registros de potencia disponibles de los aerogeneradores.

5 CONCLUSIONES

En el presente informe, se ha determinado la Potencia Máxima del Parque Eólico Punta de Talca. Se demuestra que la central posee una potencia bruta máxima de 80.4664 MW resultando en una inyección de 79.2432 MW en el POI, correspondiente a S/E Punta de Talca 220 kV.

La Tabla 5.1 resume los resultados obtenidos.

Central	Potencia Máxima Bruta [MW]	SS.AA. [MW]	Pérdidas en la central [MW]	Potencia Máxima Neta [MW]
PE Punta de Talca	80.4664	0.2197	1.0035	79.2432

Tabla 5.1 – Potencia Máxima – Parque Eólico Punta de Talca

(1) Considera la operación del parque eólico con 14 aerogeneradores entregando una potencia activa de 80.4664 MW.

(2) Corresponde a la suma de los SS.AA. comunes a la central y los consumos propios de las unidades.

(3) Este valor corresponde a las pérdidas en el sistema colector en media tensión (0.7610 MW) y del transformador de poder (0.2425 MW).

(4) Potencia inyectada en el punto de interconexión ubicado en la barra de 220 kV de S/E Punta de Talca.

6 ANEXOS

6.1 Certificados de calibración de medidor de energía

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

ESTUDIOS ELECTRICOS

Estudios Eléctricos declara que el instrumento:
Fue calibrado siguiendo los lineamientos establecidos en el procedimiento EE-MP-2009-156_05 Control de Equipos habiéndose encontrado conforme y quedando habilitado para su uso.

Instrumento	Número de Serie:	Última Calibración
JANITZA UMG512 Pro	4201-5361	11/4/2024

Para la calibración se emplearon los siguientes instrumentos patrón:

Instrumento Patrón	Número de Serie:	Ultima calibración	Proxima calibración
VALIJA OKICRON 256-6	HH594R	4/3/2024	4/3/2025

Fecha de evaluación: 11/4/2024
Certificado número: EE-CI-2024-0410

Nombre Inspector: Leiss, Jorge
Firma:

Power System Studies & Power Plant Field Testing and Electrical Commissioning

Figura 6.1 – Certificado de calibración medidor de potencia neta

6.2 Registro de aerogeneradores

En la presente sección se muestra el registro de cada aerogenerador para la prueba de Potencia Máxima

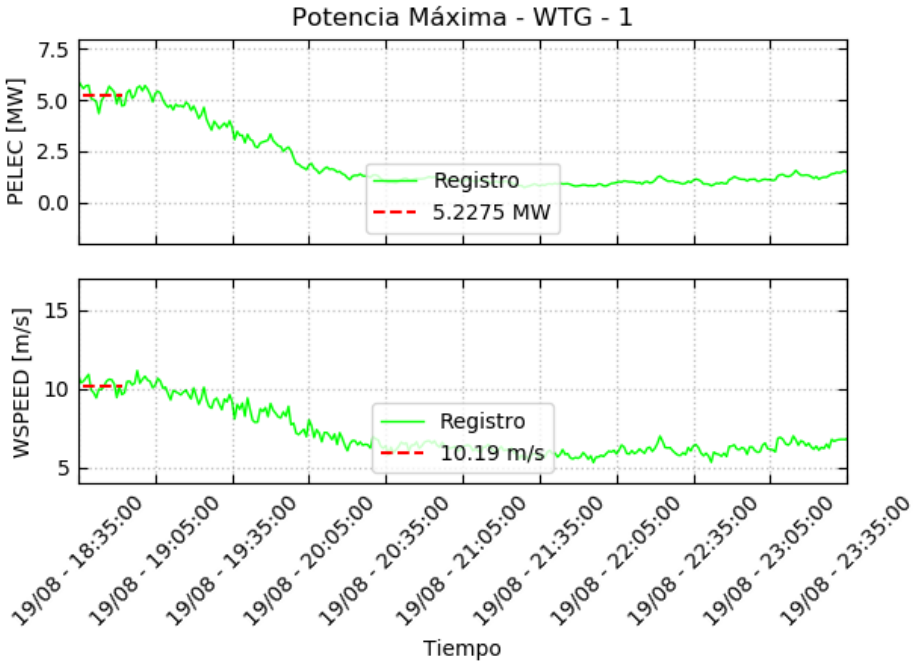

Figura 6.2 – Registro por aerogenerador PMAX – Planta completa (parte 1 de 14)

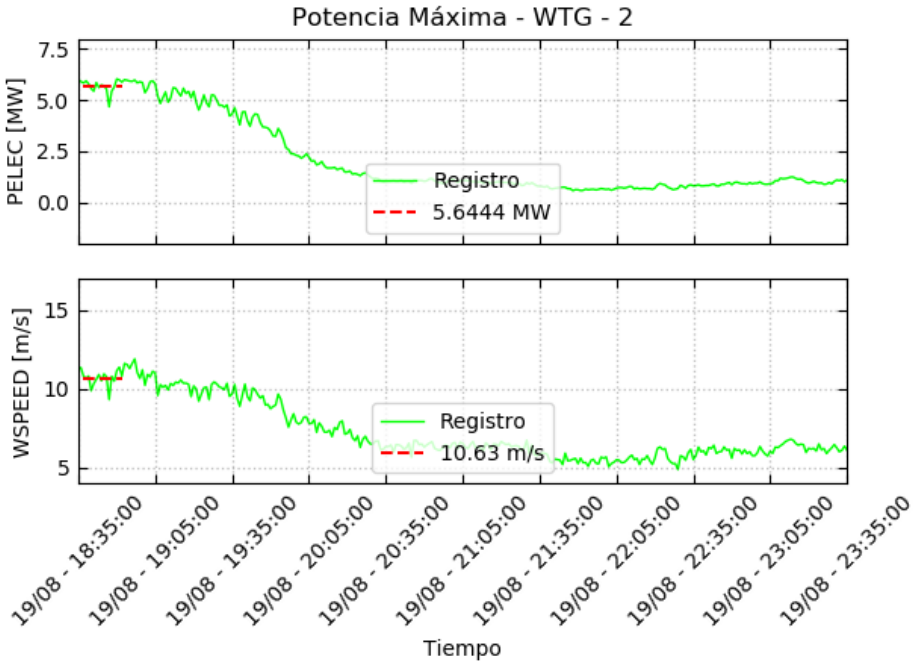

Figura 6.3 – Registro por aerogenerador PMAX – Planta completa (parte 2 de 14)

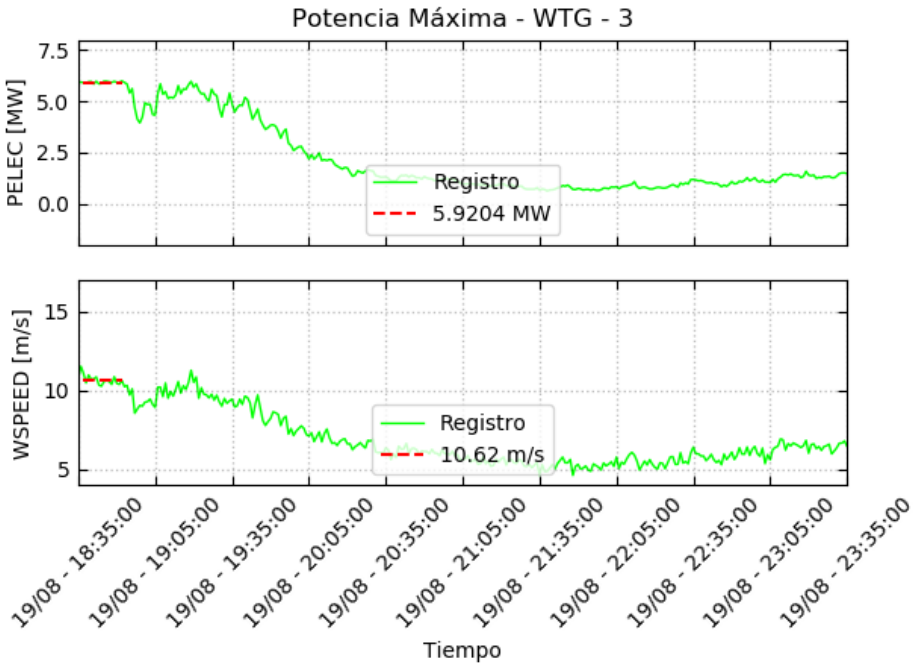

Figura 6.4 – Registro por aerogenerador PMAX – Planta completa (parte 3 de 14)

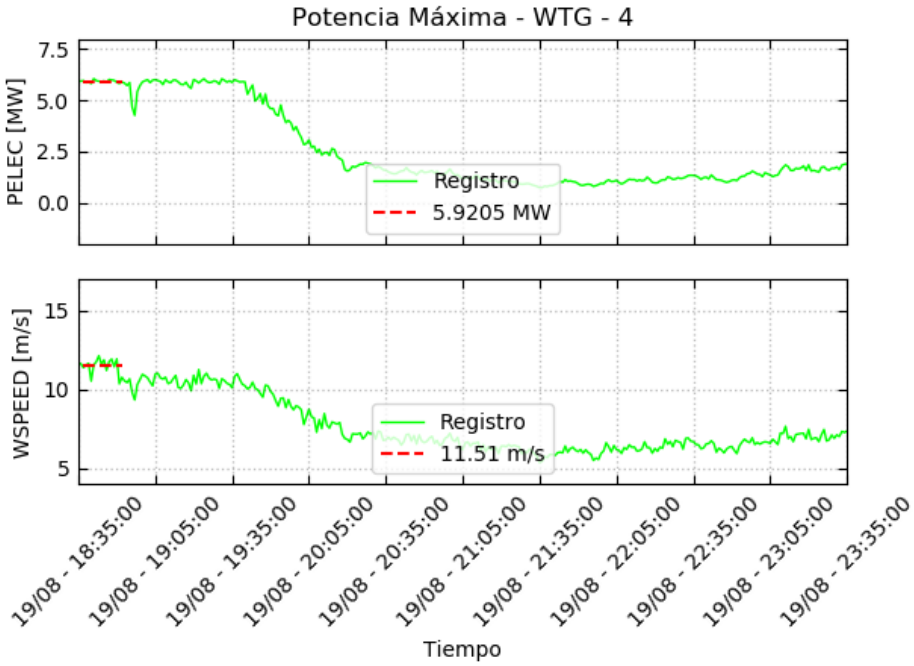

Figura 6.5 – Registro por aerogenerador PMAX – Planta completa (parte 4 de 14)

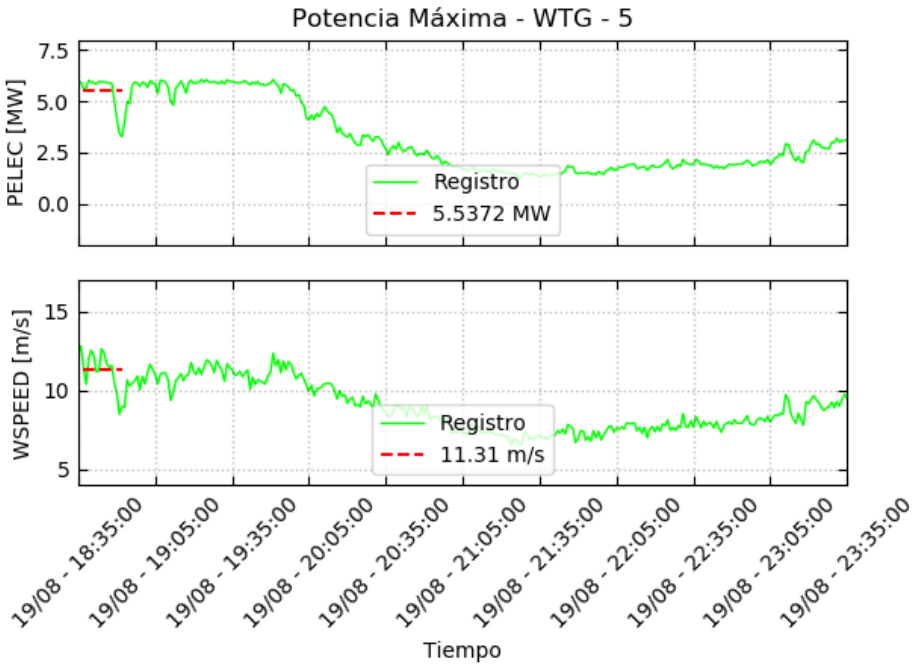

Figura 6.6 – Registro por aerogenerador PMAX – Planta completa (parte 5 de 14)

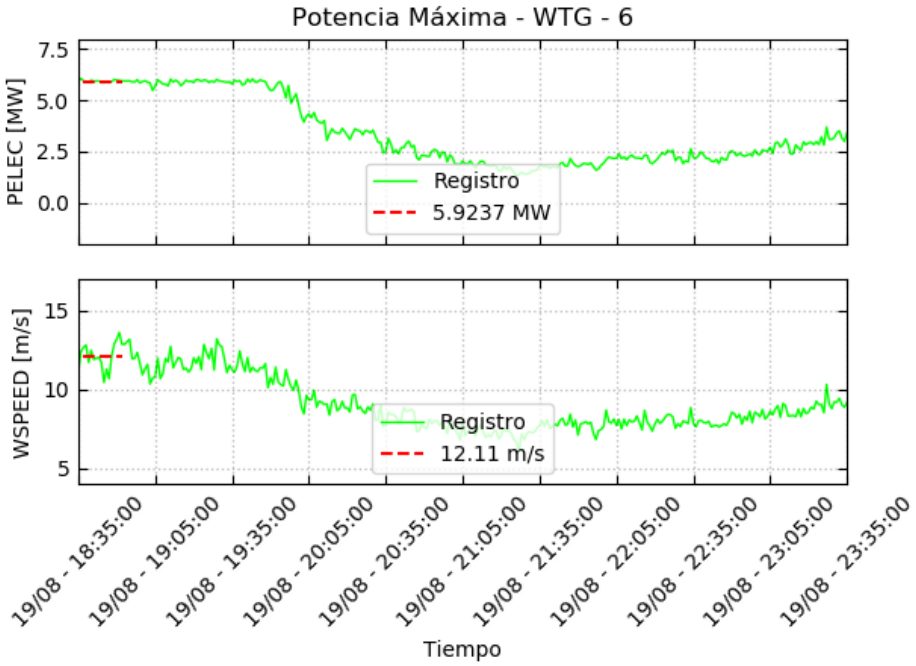

Figura 6.7 – Registro por aerogenerador PMAX – Planta completa (parte 6 de 14)

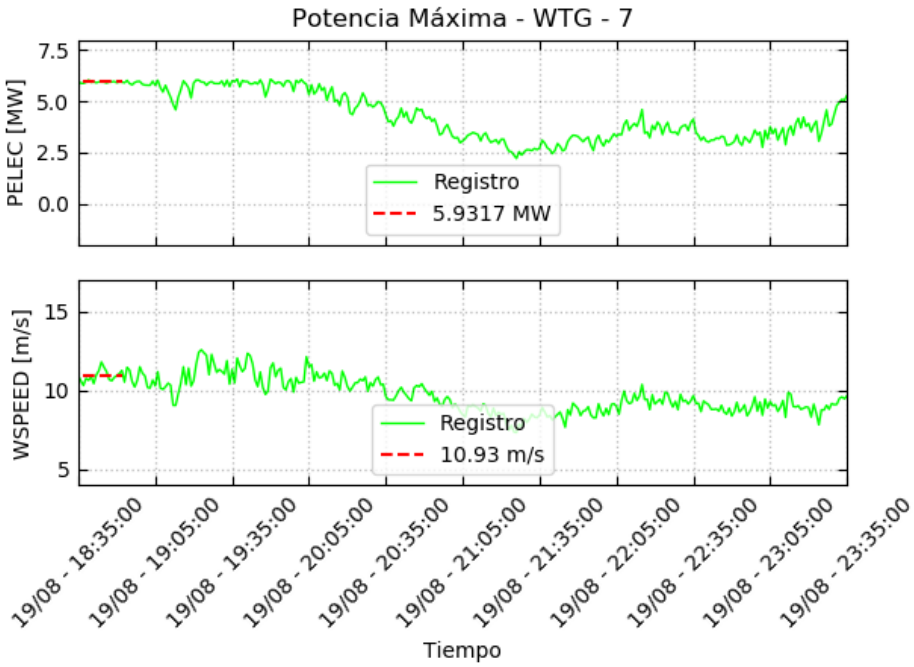

Figura 6.8 – Registro por aerogenerador PMAX – Planta completa (parte 7 de 14)

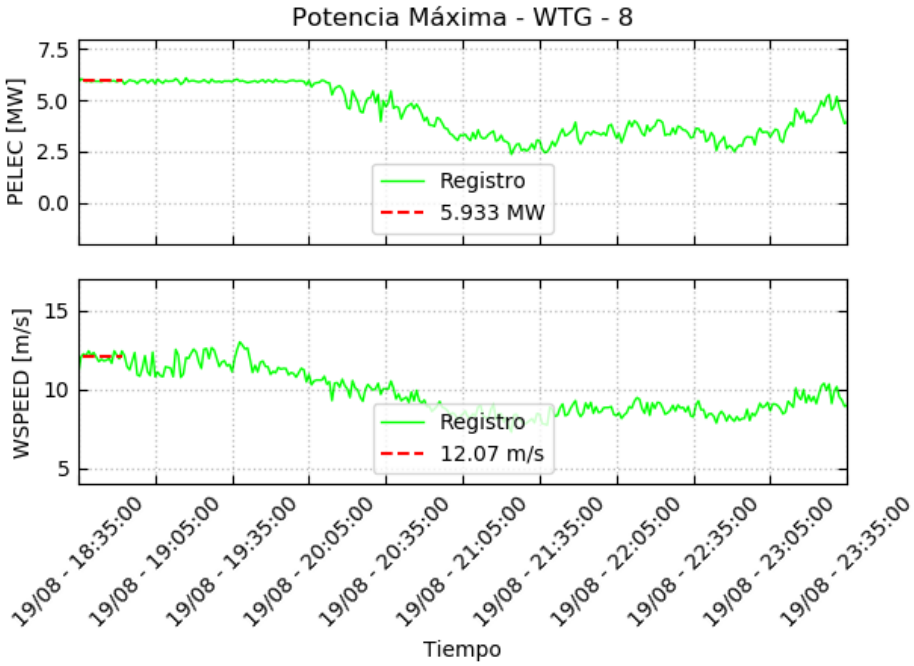

Figura 6.9 – Registro por aerogenerador PMAX – Planta completa (parte 8 de 14)

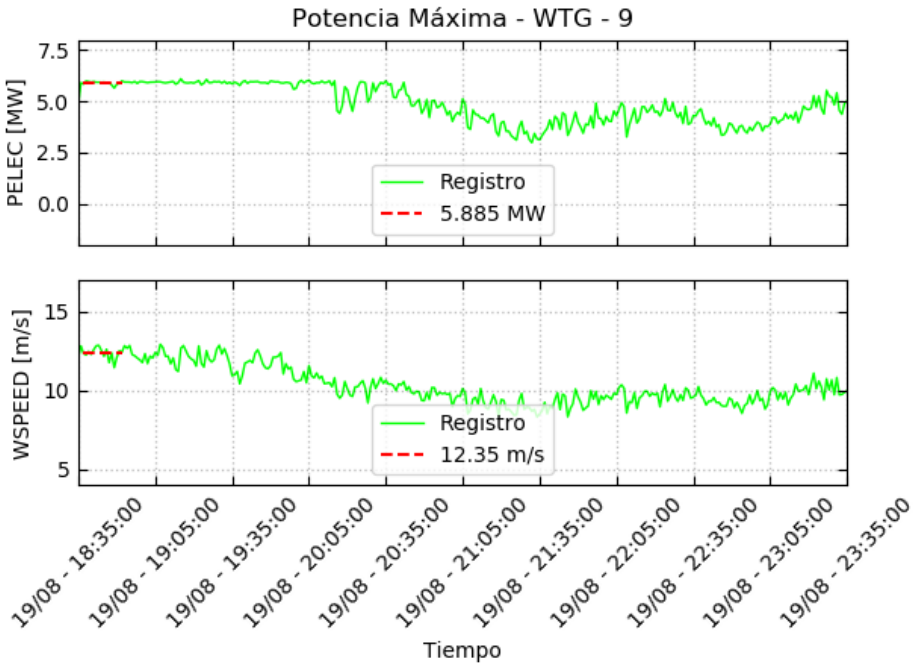

Figura 6.10 – Registro por aerogenerador PMAX – Planta completa (parte 9 de 14)

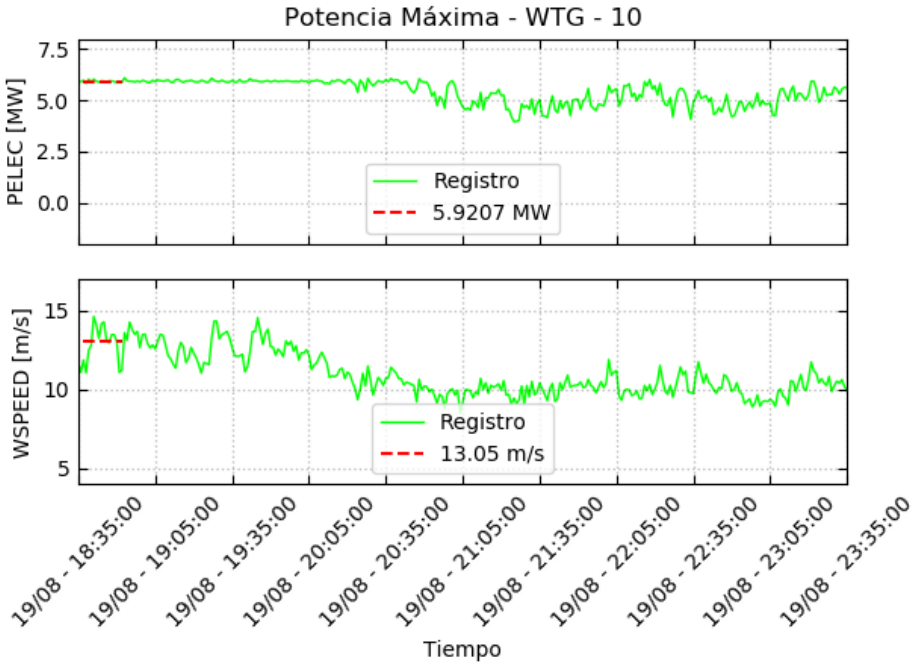

Figura 6.11 – Registro por aerogenerador PMAX – Planta completa (parte 10 de 14)

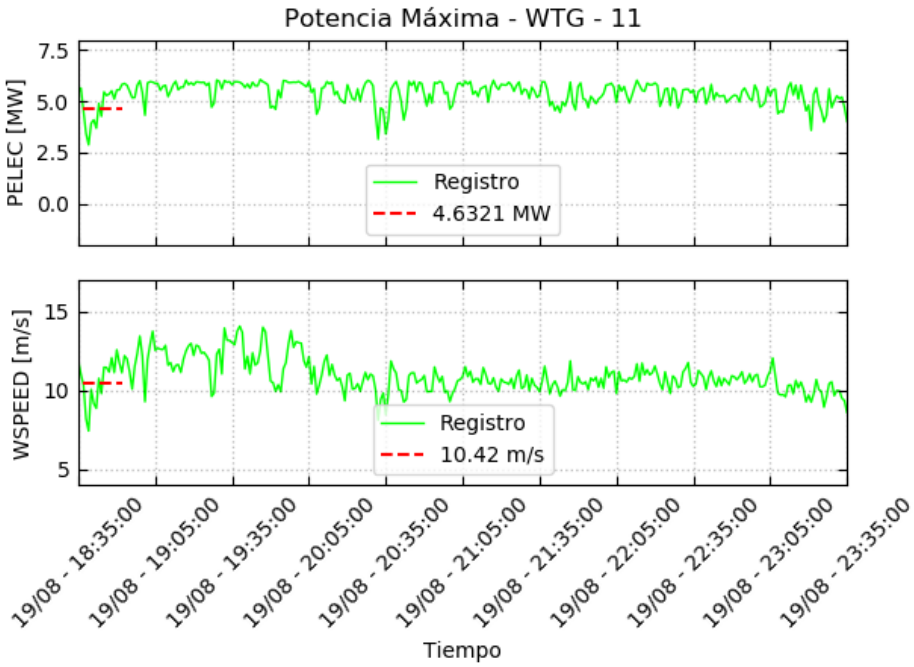

Figura 6.12 – Registro por aerogenerador PMAX – Planta completa (parte 11 de 14)

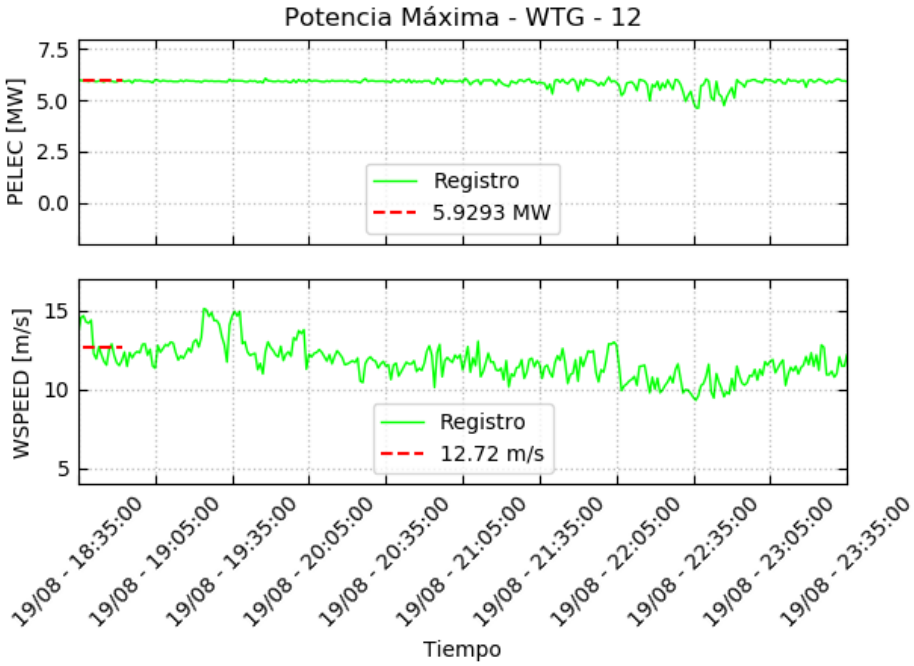

Figura 6.13 – Registro por aerogenerador PMAX – Planta completa (parte 12 de 14)

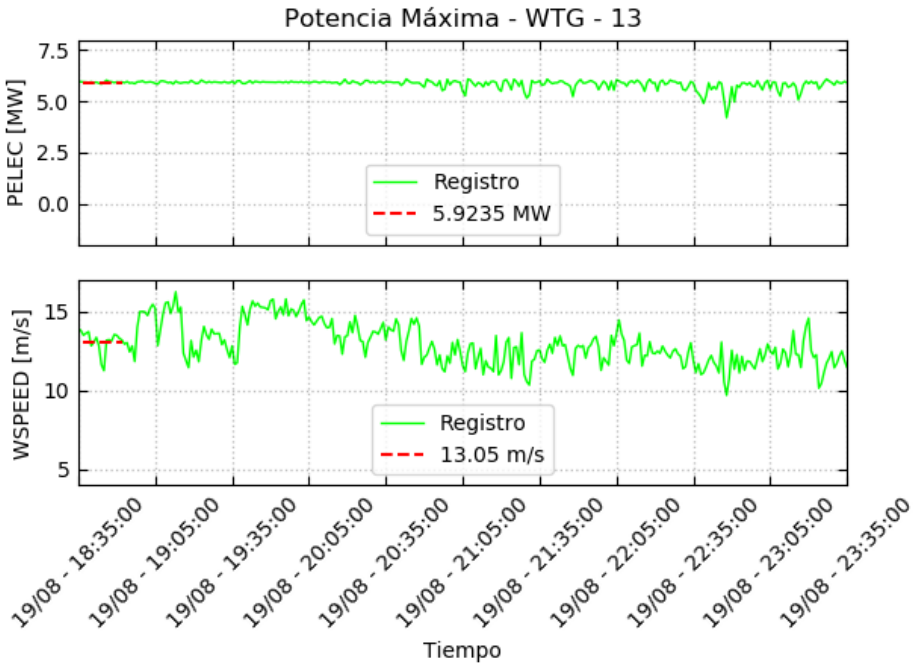

Figura 6.14 – Registro por aerogenerador PMAX – Planta completa (parte 13 de 14)

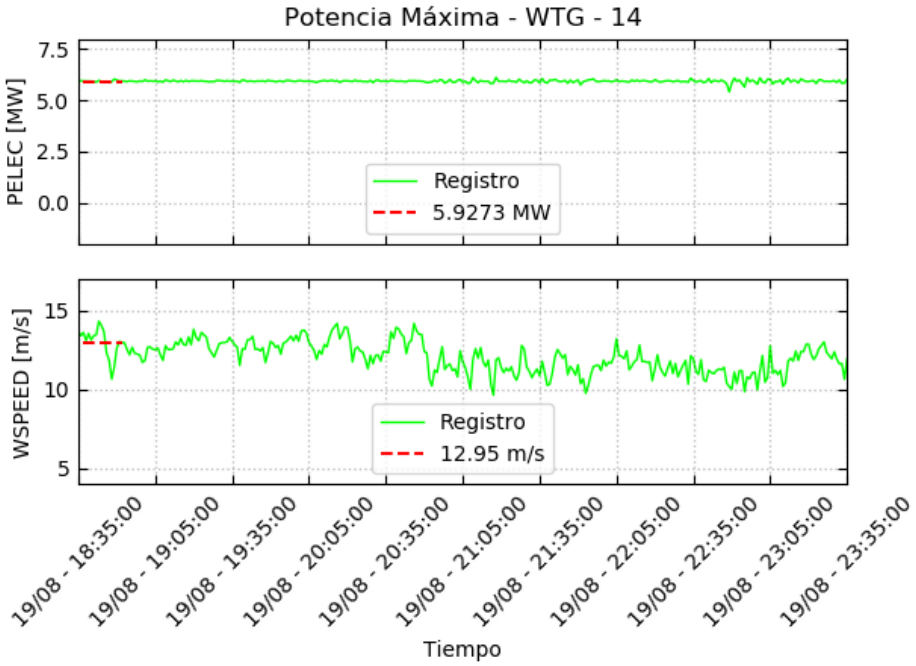

Figura 6.15 – Registro por aerogenerador PMAX – Planta completa (parte 14 de 14)

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco.