



ESTUDIOS
SISTEMICOS
POR UN MUNDO MAS RENOVABLE

CLIENTE: ENEL GREEN POWER S.A.

INFORME DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Proyecto: Parque Eólico La Cabaña

CÓDIGO: 22095-INF-EGP-048

REVISIÓN B

Fecha de emisión: 11.01.2024



www.estudiossistemas.cl



El presente documento fue preparado por los siguientes profesionales de Estudios Sistémicos SpA.

Profesional	Correo	Departamento
Emiliano Chiapponi	emiliano.chiapponi@estudiossistemicos.cl	Departamento de Ensayos
Franco Leonel Musso	franco.musso@estudiossistemicos.cl	Departamento de Ensayos
Diego Millán Cartes	diego.millan@estudiossistemicos.cl	Departamento de Operaciones

La fecha de emisión de cada revisión y la actividad de los respectivos encargados se indican en la siguiente tabla:

Revisión	Fecha	Realizó	Revisó	Aprobó	Comentarios
A	01.12.2023	ENC	FLM	DMC	Para presentar
B	11.01.2024	ENC	FLM	DMC	Contempla las observaciones del CEN. Documento "COR-GO-DCO-PMAX-PE_La_Cabana_E1E2".

Ante consultas respecto a la elaboración del documento, favor dirigirse a los siguientes medios de contacto.

URL: www.estudiossistemicos.cl

Email: contacto@estudiossistemicos.cl

Fono: +562 3307 6960

No se permiten copias de este documento sin la autorización de ESTUDIOS SISTÉMICOS SpA.





TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1 Definiciones y abreviaturas	9
1.2 Nomenclatura.....	10
1.3 Listado de señales.....	11
1.4 Personal participante.....	11
1.5 Equipo utilizado	11
2. ASPECTOS NORMATIVOS.....	12
3. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL.....	13
3.1 Diagrama unilineal simplificado (DUS).....	14
3.2 Aerogeneradores.....	15
3.3 Transformadores de bloque	16
3.4 Transformador de poder	17
3.5 Transformador de servicios auxiliares (SSAA).....	18
3.6 Consumo de los servicios auxiliares.....	18
3.7 Transformador ZigZag (NEC/NER).....	19
3.8 Banco de condensadores (BC)	19
4. POTENCIA MÁXIMA.....	20
4.1 Objetivos.....	20
4.2 Ensayos realizados.....	20
4.3 Señales registradas	21
4.4 Cálculos en condiciones de ensayo – 9 de noviembre.....	22
4.4.1 Ensayos realizados.....	22
4.4.2 Potencia Neta	25
4.4.3 Potencia Bruta	25
4.4.4 Consumo de los servicios auxiliares.....	26
4.4.5 Perdidas en la central	26
4.4.6 Potencia en aerogeneradores	29
4.5 Cálculos en condiciones de ensayo – 23 de diciembre del 2023	42
4.5.1 Ensayos realizados.....	42
4.5.2 Potencia Neta	45
4.5.3 Potencia Bruta	45
4.5.4 Consumo de los servicios auxiliares.....	45
4.5.5 Perdidas en la central	46
4.5.6 Potencia en aerogeneradores	48
4.5.7 Potencia neta por etapa	60
5. RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	62
6. ANEXOS.....	63
7. REFERENCIAS	76





ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Abreviaturas y significados.....	9
Tabla 1-2: Listado de señales.....	11
Tabla 1-3: Personal participante en los ensayos en terreno.....	11
Tabla 1-4: Equipo utilizado en los ensayos.....	11
Tabla 3-1: Parámetros principales de los aerogeneradores – Goldwind GW155-4.8.....	15
Tabla 3-2: Consumo propio de los aerogeneradores [3] - Goldwind GW155-4.8.....	16
Tabla 3-3: Temperatura de operación de los aerogeneradores [4] – Goldwind GW155-4.8.....	16
Tabla 3-4: Parámetros principales de los transformadores de bloque.....	17
Tabla 3-5: Parámetros principales del transformador de poder.....	17
Tabla 3-6: Parámetros principales del transformador de servicios auxiliares (SSAA).	18
Tabla 3-7: Consumo de servicios auxiliares CA [5] – PE La Cabaña.....	18
Tabla 3-8: Consumo de servicios auxiliares CC [5] – PE La Cabaña.....	18
Tabla 3-9: Parámetros principales del transformador ZigZag (NEC/NER).....	19
Tabla 3-10: Parámetros principales del banco de condensadores [6].....	19
Tabla 4-1: Promedios de Potencia Máxima Fecha: 9/11/23.....	24
Tabla 4-2: Promedios de Potencia Máxima Fecha: 23/12/23.....	44
Tabla 5-1: Resumen de resultados PMAX – Parque Eólico La Cabaña – Ensayo 23 de diciembre del 2023.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Esquema simplificado de un parque eólico.....	10
Figura 3-1: Ubicación geográfica – Parque Eólico La Cabaña.....	13
Figura 3-2: Esquema simplificado del punto de conexión del Parque Eólico La Cabaña al SEN.....	14
Figura 3-3: Esquema simplificado de los aerogeneradores tipo IV (Full Converter) [2].....	15
Figura 3-4: Curva de capacidad de los aerogeneradores - Goldwind GW155-4.8.....	16
Figura 4-1: Potencia activa bruta y velocidad del viento – Ensayo de Potencia Máxima Fecha: 9/11/23.....	22
Figura 4-2: Potencia activa neta – Ensayo de Potencia Máxima Fecha: 9/11/23.....	23
Figura 4-3: Temperatura – Ensayo de Potencia Máxima Fecha: 9/11/23.....	23
Figura 4-4: Imagen del SCADA al momento de la realización del ensayo de Potencia Máxima Fecha: 9/11/23.....	25
Figura 4-5: Potencia activa bruta WTG13 durante prueba de PMAX Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	29
Figura 4-6: Resumen de la potencia en función del viento en cada uno de los 22 aerogeneradores durante PMAX Fecha: 9/11/23.....	30
Figura 4-7: Potencia activa en función del viento WTG_1 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	31
Figura 4-8: Potencia activa en función del viento WTG_2 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	31
Figura 4-9: Potencia activa en función del viento WTG_3 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	32
Figura 4-10: Potencia activa en función del viento WTG_4 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	32
Figura 4-11: Potencia activa en función del viento WTG_5 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	33

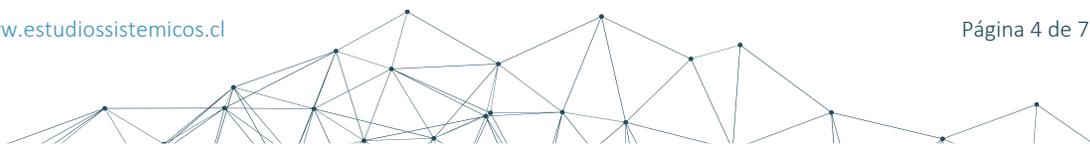




Figura 4-12: Potencia activa en función del viento WTG_6 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	33
Figura 4-13: Potencia activa en función del viento WTG_7 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	34
Figura 4-14: Potencia activa en función del viento WTG_8 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	34
Figura 4-15: Potencia activa en función del viento WTG_9 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	35
Figura 4-16: Potencia activa en función del viento WTG_10 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	35
Figura 4-17: Potencia activa en función del viento WTG_11 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	36
Figura 4-18: Potencia activa en función del viento WTG_12 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	36
Figura 4-19: Potencia activa en función del viento WTG_13 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	37
Figura 4-20: Potencia activa en función del viento WTG_14 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	37
Figura 4-21: Potencia activa en función del viento WTG_15 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	38
Figura 4-22: Potencia activa en función del viento WTG_16 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	38
Figura 4-23: Potencia activa en función del viento WTG_17 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	39
Figura 4-24: Potencia activa en función del viento WTG_18 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	39
Figura 4-25: Potencia activa en función del viento WTG_19 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	40
Figura 4-26: Potencia activa en función del viento WTG_20 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	40
Figura 4-27: Potencia activa en función del viento WTG_21 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	41
Figura 4-28: Potencia activa en función del viento WTG_22 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 9/11/23.....	41
Figura 4-29: Potencia activa bruta y velocidad del viento – Ensayo de Potencia Máxima Fecha: 23/12/23.....	42
Figura 4-30: Potencia activa neta – Ensayo de Potencia Máxima Fecha: 23/12/23.....	43
Figura 4-31: Temperatura – Ensayo de Potencia Máxima Fecha: 23/12/23.....	43
Figura 4-32: Potencia activa en función del viento WTG_1 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	49
Figura 4-33: Potencia activa en función del viento WTG_2 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	49
Figura 4-34: Potencia activa en función del viento WTG_3 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	50
Figura 4-35: Potencia activa en función del viento WTG_4 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	50

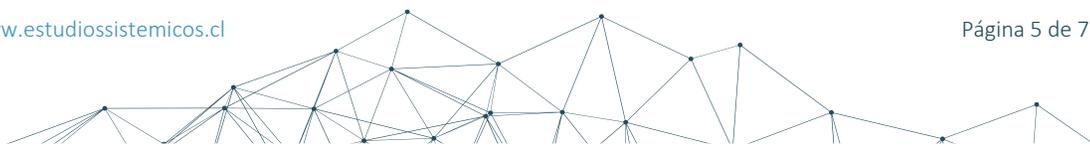




Figura 4-36: Potencia activa en función del viento WTG_5 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	51
Figura 4-37: Potencia activa en función del viento WTG_6 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	51
Figura 4-38: Potencia activa en función del viento WTG_7 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	52
Figura 4-39: Potencia activa en función del viento WTG_8 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	52
Figura 4-40: Potencia activa en función del viento WTG_9 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	53
Figura 4-41: Potencia activa en función del viento WTG_10 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	53
Figura 4-42: Potencia activa en función del viento WTG_11 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	54
Figura 4-43: Potencia activa en función del viento WTG_12 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	54
Figura 4-44: Potencia activa en función del viento WTG_13 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	55
Figura 4-45: Potencia activa en función del viento WTG_14 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	55
Figura 4-46: Potencia activa en función del viento WTG_15 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	56
Figura 4-47: Potencia activa en función del viento WTG_16 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	56
Figura 4-48: Potencia activa en función del viento WTG_17 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	57
Figura 4-49: Potencia activa en función del viento WTG_18 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	57
Figura 4-50: Potencia activa en función del viento WTG_19 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	58
Figura 4-51: Potencia activa en función del viento WTG_20 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	58
Figura 4-52: Potencia activa en función del viento WTG_21 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	59
Figura 4-53: Potencia activa en función del viento WTG_22 Parque Eólico La Cabaña Fecha: 23/12/23.....	59
Figura 4-54: Etapa 1 – Potencia Máxima	60
Figura 6-1 Hoja de datos de los aerogeneradores - Goldwind GW155-4.8 [2].	63
Figura 6-2 Curva Potencia vs Viento de los aerogeneradores – Goldwind GW155-4.8.	63
Figura 6-3: Hoja de datos de los transformadores de bloque de los aerogeneradores - Goldwind GW155-4.8 [8].	64
Figura 6-4 Fotografía de placa del transformador de poder MT/AT - Parque Eólico La Cabaña.....	65
Figura 6-5: Hoja 5 de 54 correspondiente a las pruebas FAT del transformador de poder MT/AT [9] - Parque Eólico La Cabaña.....	66
Figura 6-6: Fotografía de placa del transformador de SSAA - Parque Eólico La Cabaña.	67
Figura 6-7: Especificaciones del transformador de SSAA (página 4 de 8 del documento [10]) - Parque Eólico La Cabaña.	68

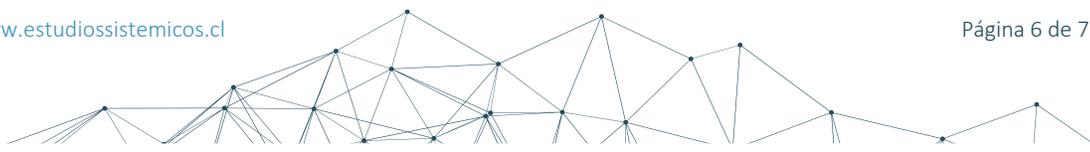
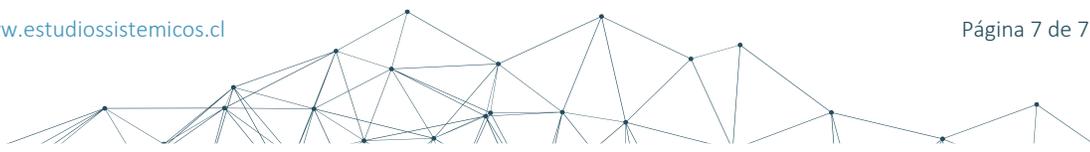




Figura 6-8: Cargas de servicios auxiliares esenciales y no esenciales (página 4 de 10 del documento [5]) - Parque Eólico La Cabaña.	69
Figura 6-9: Cargas de servicios auxiliares esenciales y no esenciales (página 5 de 10 del documento [5]) - Parque Eólico La Cabaña.	70
Figura 6-10: Resumen de cargas en corriente continua (página 6 de 10 del documento [5]) - Parque Eólico La Cabaña.	71
Figura 6-11: Hoja de datos del banco de condensadores (página 4 de 12 del documento [6]) - Parque Eólico La Cabaña.	72
Figura 6-12: Características principales del transformador ZigZag. Documento [11]	73
Figura 6-13: Acta de pruebas del día 8 y 9 correspondientes al Parque Eólico La Cabaña.	74
Figura 6-14: Acta de pruebas del día 9 correspondientes al Parque Eólico La Cabaña.	75





INFORME DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA PARQUE EÓLICO LA CABAÑA

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe documenta el proceso de determinación, y los resultados correspondientes, al cálculo de la Potencia máxima del Parque Eólico La Cabaña, el cual está compuesto por la Etapa 1 y Etapa 2, las cuales se detallarán dentro del presente informe. Ambas etapas conforman el Parque Eólico La Cabaña, el cual pertenece a ENEL GREEN POWER S.A.. Los resultados presentados en este informe están basados en pruebas realizadas en terreno y fueron obtenidos de acuerdo con lo establecido en el *“ANEXO TÉCNICO: Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras”* [1].

El proyecto Parque Eólico La Cabaña se encuentra localizado en la región de La Araucanía, al interior de la comuna de Angol, Chile. El mismo fue desarrollado en dos (2) etapas, la primera de ellas cuenta con diez (10) aerogeneradores, mientras que la segunda cuenta con doce (12) aerogeneradores. En conjunto, el parque eólico tiene una totalidad de veintidós (22) aerogeneradores Goldwind GW155-4.8, totalizando una potencia instalada de **105.6 MW**.

La red colectora de media tensión de parque cuenta con siete (7) circuitos colectores, los cuales operan en 33kV. Dichos circuitos colectores confluyen en la subestación La Cabaña, donde su tensión se eleva mediante un transformador de 220/33 kV de 120/150 MVA (ONAN/ONAF). La potencia generada por el parque es transmitida por medio de la nueva línea 220 kV La Cabaña – Renaico, para luego ser distribuida a la red de transmisión del sistema interconectado.

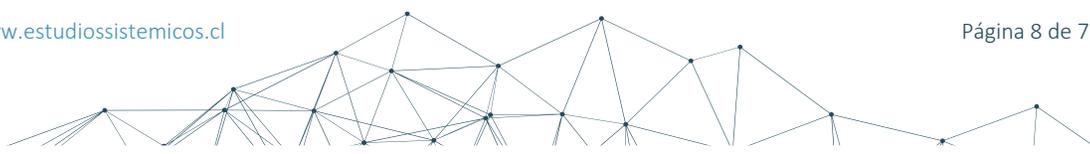
Además, el parque, cuenta con un transformador de 33/0.4 kV de 150 kVA (ONAN) para la alimentación de los servicios auxiliares. Sumado a esto, posee un transformador ZigZag para brindar referencia a tierra y un banco de capacitores con una capacidad total de 25 MVar (12.5 MVar + 12.5 MVar).

El parque cuenta con un control conjunto de planta (PPC), implementado por Goldwind, modelo VSG/VMP II. El mismo realiza la medición de las variables eléctricas, necesarias para el control de potencia activa y reactiva, en el punto de 220 kV (‘Point of interconnection’ – POI).

Los resultados del presente informe se basan en ensayos realizados sobre el Parque Eólico La Cabaña durante el día 9 de noviembre del 2023 y 23 de diciembre del 2023.

El punto de medición donde se conecta el equipo de adquisición de datos, propio de Estudios Sistémicos SpA, es el mismo en donde el PPC del parque realiza la medición.

El objetivo principal de las pruebas realizadas en terreno es obtener la sumatoria del valor máximo de potencia activa bruta que cada aerogenerador puede sostener en sus bornes de generación, junto con la potencia activa neta que el parque es capaz de inyectar en el punto de interconexión con el sistema. Tanto para la potencia activa bruta como para la potencia activa neta, se presentarán los valores medidos y corregidos cuando aplique.





1.1 Definiciones y abreviaturas

En la Tabla 1-1 se presentan las abreviaturas, junto con el significado de las mismas, utilizadas en el presente documento.

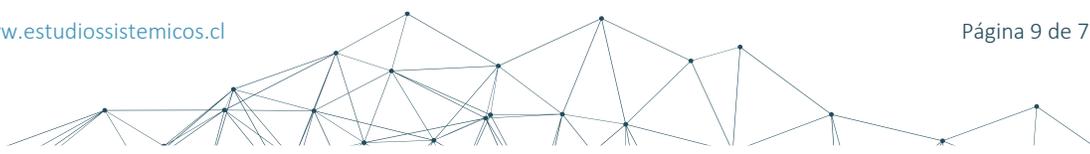
Tabla 1-1: Abreviaturas y significados

Abreviatura	Descripción
CEN	Coordinador Eléctrico Nacional
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
SI	Sistema Interconectado
AT	Alta Tensión – 220kV
MT	Media Tensión – 33Kv
BT	Baja Tensión – 0.69kV
POI	Punto de Interconexión ('Point Of Interconnection')
CA	Corriente Alterna
CC	Corriente Continua
PPC	Control Conjunto de Planta ('Power Plant Controller')
WTG	Wind Turbine Generator
SS.AA.	Servicios Auxiliares
P_{neta}	Potencia activa neta generada por el parque eólico en AT
P_{bruta}	Potencia activa bruta generada por la suma de todos los aerogeneradores en BT
$P_{tr.poder}$	Pérdidas del transformador de poder del parque
$P_{tr.bloque}$	Perdidas en los transformadores de bloque del parque
P_{SSAA}	Potencia activa consumida por los servicios auxiliares del parque
$P_{colector}$	Pérdidas en el sistema colector del parque
$P_{conductores}$	Perdidas en los conductores de la red colectora del parque

El documento "ANEXO TÉCNICO: Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras" [1], presenta definiciones que resultaran de utilidad a lo largo del desarrollo del informe. Dichas definiciones se presentan a continuación:

Potencia máxima: Máximo valor de potencia activa bruta que puede sostener una unidad generadora, en un período mínimo de 5 horas continuas, en los bornes de salida del generador para cada una de las modalidades de operación informadas a la DO.

Unidad Generadora: Equipo generador eléctrico que posee equipos de accionamiento propios, sin elementos en común con otros equipos generadores.





1.2 Nomenclatura

La Figura 1-1 muestra un esquema simplificado de un parque eólico. A partir del mismo, se identifican y definen los siguientes elementos:

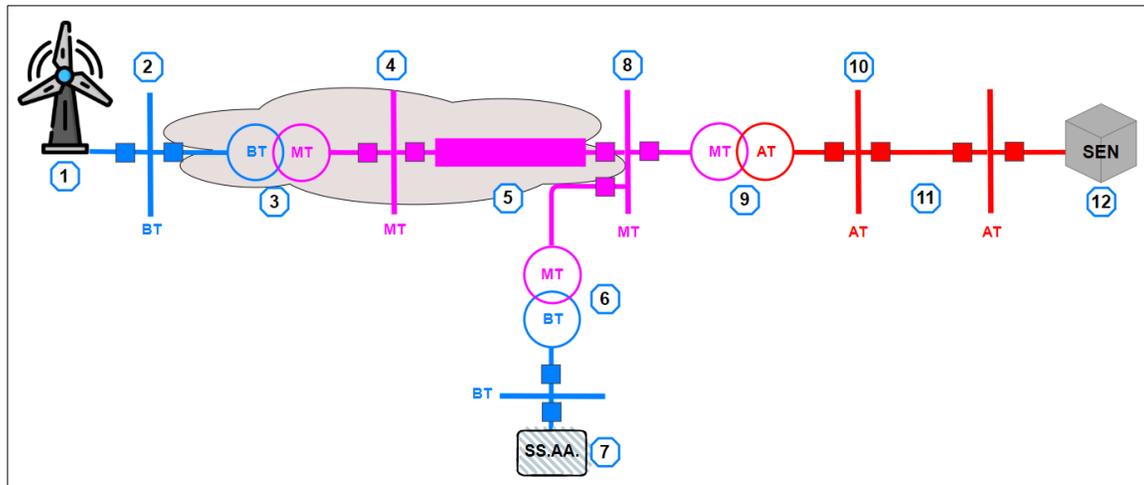


Figura 1-1: Esquema simplificado de un parque eólico.

- 1- **Generador equivalente:** Representa la suma de los aportes de potencia activa de cada uno de los aerogeneradores que componen el parque. Para representar este valor utilizaremos el término P_{bruta} .
- 2- **Barra de baja tensión (BT):** Corresponde a la tensión nominal, en bornes, del aerogenerador equivalente del parque eólico. Representa los tramos de línea que conectan el aerogenerador equivalente con el transformador de bloque equivalente.
- 3- **Transformador de bloque equivalente:** Representa a la suma de todos los transformadores de bloques de los aerogeneradores que componen el parque.
- 4- **Barra de media tensión (MT):** Representa al nivel de baja tensión del transformador de poder del parque. En este nivel de tensión operan las líneas de transmisión de la red colectora.
- 5- **Red colectora equivalente:** Representa a la red colectora equivalente del parque eólico. Esta es la encargada de transportar la potencia generada por el aerogenerador equivalente hasta el transformador de poder del parque.

Nota: Las pérdidas correspondientes a los elementos 3, 4 y 5, se encontrarán agrupadas en el término $P_{colector}$. Este término se utilizará para representar las pérdidas en la red colectora del parque, las cuales contemplan a las pérdidas en los transformadores de bloque y en los cables de baja y media tensión.

- 6- **Transformador de servicios auxiliares:** Representa al transformador de media tensión a baja tensión encargado de alimentar los servicios auxiliares del parque eólico.
- 7- **Servicios auxiliares (SS.AA.):** Corresponde a los servicios auxiliares de la subestación eléctrica y de los aerogeneradores. La suma total del consumo de estos servicios será representada por el término P_{SSAA} .
- 8- **Barra de media tensión (MT) del transformador de poder:** Corresponde a la barra de media tensión donde se conecta el transformador de poder del parque eólico a la red colectora del mismo.



- 9- **Transformador de poder:** Este transformador se encuentra en la subestación de salida del parque y es el encargado de elevar la tensión para poder conectar el parque al POI. Las pérdidas del mismo serán representadas con el termino $P_{tr.poder}$.
- 10- **Barra de alta tensión (AT) del transformador de poder:** Representa el nivel de alta tensión del transformador de poder de la central. En este nivel de tensión el parque inyecta potencia al sistema. Para hacer referencia a la potencia inyectada por el parque en este punto se utilizará el termino P_{neta} .
- 11- **Línea dedicada de la central:** Línea de alta tensión que vincula el parque eólico con el sistema eléctrico.
- 12- **Sistema Eléctrico Nacional (SEN).**

1.3 Listado de señales

En la Tabla 1-2 se presenta el listado de señales a mostrar en las diferentes gráficas que se presentan en este documento.

Tabla 1-2: Listado de señales

Variable	Descripción
PBRUTA	Sumatoria de la potencia activa generada por todos los aerogeneradores del parque – Medida en BT
VPROM	Velocidad promedio del viento de todos los aerogeneradores del parque – Medida en cada aerogenerador
TPROM	Temperatura promedio de todos los aerogeneradores del parque – Medida en cada aerogenerador
PNETA	Potencia activa total generada por el parque en AT – Medida en el POI

1.4 Personal participante

Tabla 1-3: Personal participante en los ensayos en terreno

Personal	Fecha
Ing. Emiliano Chiapponi	9 de noviembre de 2023
Ing. Diego Millán Cartes	
Ing. Carlos Núñez Cortés	

1.5 Equipo utilizado

Tabla 1-4: Equipo utilizado en los ensayos

Marca	Modelo	Tasa de muestreo
ELSPEC	G4500 (BLACKBOX)	1 ms





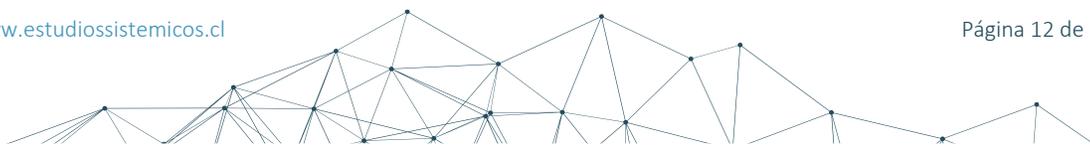
2. ASPECTOS NORMATIVOS

El documento “ANEXO TÉCNICO: Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras” [1], establece los lineamientos a tener en cuenta durante la realización de las pruebas, para la determinación de la potencia máxima en unidades generadoras. A su vez, define los procedimientos y las consideraciones a respetar durante la determinación y corrección de la potencia activa bruta y neta.

Particularmente, el artículo 39 de dicho documento establece que:

“Para las unidades generadoras que no tengan capacidad de regulación, y que por lo tanto no sea aplicable lo establecido en el Artículo 16 del presente Anexo, el valor de Potencia Máxima deberá ser obtenido en función de registros de operación y mediciones de los recursos naturales que inciden en la operación de estas tecnologías.”

Siendo este el caso del Parque Eólico La Cabaña.





3. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL

El Parque Eólico La Cabaña se encuentra localizado en la región de La Araucanía, al interior de la comuna de Angol, Chile.

En la Figura 3-1 se muestra la ubicación geográfica del mismo.

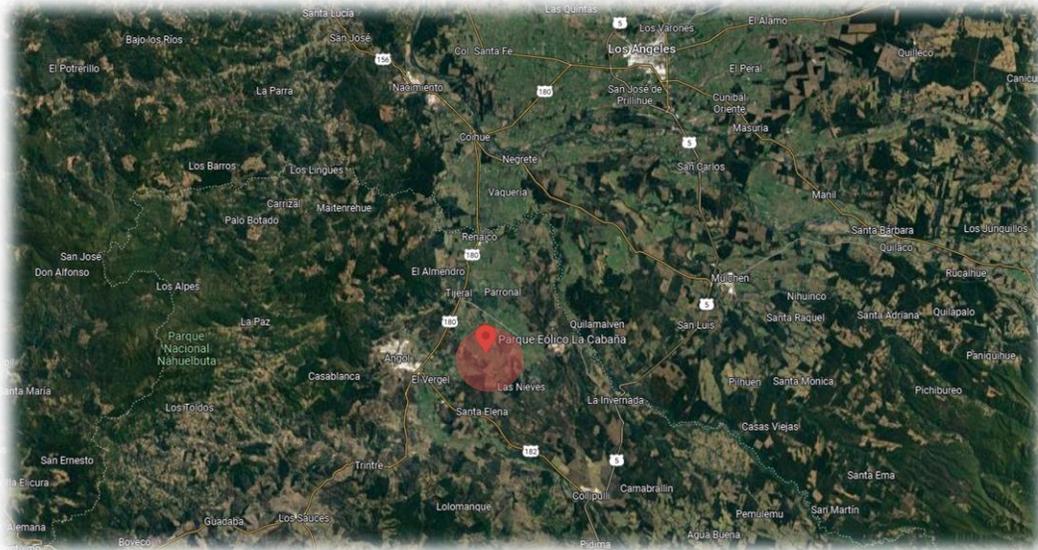


Figura 3-1: Ubicación geográfica – Parque Eólico La Cabaña.

El parque está constituido por veintidós (22) aerogeneradores Goldwind GW155-4.8 de 4.8 MW, totalizando una potencia instalada de **105.6 MW**. Estos aerogeneradores tienen una tensión nominal de salida de 0.69 kV (BT). Dicha tensión es elevada a través de los transformadores de bloque de 0.69/33 kV (BT/MT), de cada uno de los aerogeneradores, para transportar la potencia generada por los mismos hacia la subestación del parque.

La vinculación entre cada uno de los aerogeneradores y la subestación del parque se realiza a través de la red colectora, la cual cuenta con siete (7) circuitos colectores que operan en 33 kV (MT). La disposición de los aerogeneradores dentro de los mismos es la siguiente:

Parque Eólico La Cabaña – Etapa 1:

- **Circuito N°1:** WTG01, WTG02 y WTG03
- **Circuito N°2:** WTG04, WTG05 y WTG06B
- **Circuito N°3:** WTG06, WTG07, WTG08 y WTG21

Parque Eólico La Cabaña – Etapa 2:

- **Circuito N°4:** WTG09 y WTG10
- **Circuito N°5:** WTG11, WTG12 y WTG13
- **Circuito N°6:** WTG14, WTG15, WTG16 y WTG17
- **Circuito N°7:** WTG18, WTG19 y WTG20

El diagrama unifilar de la red colectora, con las especificaciones de las longitudes de cada uno de los circuitos, se presenta en el anexo “22095-INF-EGP-062-RA-ANEXO_DOCUMENTOS_PE_La_Cabaña”.



3.1 Diagrama unilineal simplificado (DUS)

En el ANEXO “22095-INF-EGP-062-RA-ANEXO_DOCUMENTOS_PE_La_Cabaña” se encuentran los diagramas unifilares correspondientes a 33kV y 220kV. En los mismos se puede observar la acometida de los siete circuitos colectores a la subestación La Cabaña.

En los mismos, puede observarse la acometida de los siete circuitos colectores a la subestación La Cabaña. Las pruebas de Potencia Máxima se realizaron con el equipo de adquisición descrito en la sección 1.5. Durante la mismas, el equipo se encontraba conectando en el mismo punto de medición del PPC, es decir, en el lado de AT del transformador de poder del parque.

En la Figura 3-2 se muestra un esquema simplificado del Parque Eólico La Cabaña y el punto de conexión del mismo al SEN.

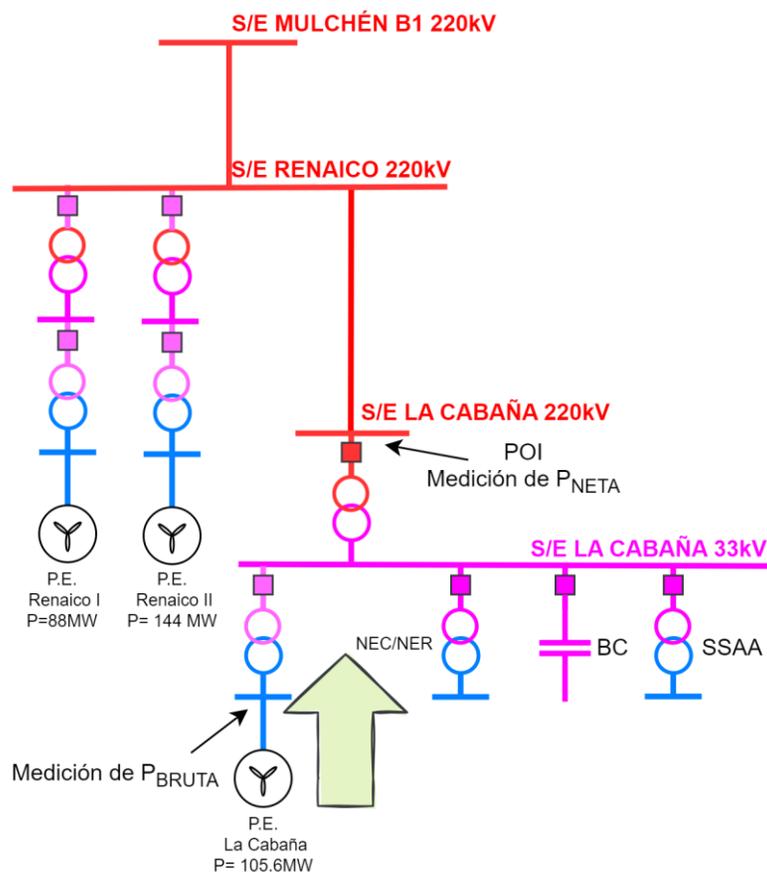


Figura 3-2: Esquema simplificado del punto de conexión del Parque Eólico La Cabaña al SEN.



3.2 Aerogeneradores

El Parque Eólico La Cabaña está constituido por veintidós (22) aerogeneradores Goldwind, modelo GW155-4.8 de 4.8 MW de potencia nominal y 690 V de tensión nominal. Los mismos se encuentran distribuidos en siete (7) circuitos colectores, los cuales fueron descritos previamente en este capítulo.

Los parámetros principales de los aerogeneradores se presentan en la Tabla 3-1, mientras que en el ANEXO I se adjunta la hoja de datos de los mismos.

Tabla 3-1: Parámetros principales de los aerogeneradores – Goldwind GW155-4.8

Parámetro	Valor	Unidad	
Potencia nominal	4800	kW	
Frecuencia	50	Hz	
Tensión fase-fase	0.69	kV	
Factor de potencia @ 1pu voltage, Pn	Default	-0.95 (ind) +0.95 (cap)	-
	Opcional	-0.9 (ind) +0.9 (cap)	-
Corriente de cortocircuito (Máxima)	4698	A	

Los aerogeneradores Goldwind son del tipo IV (Full Converter), de imanes permanentes (PMSG - 'Permanent Magnet Synchronous Generator') y cuentan con dos convertidores back-to-back (AC/DC/AC) en paralelo, con una potencia 2.47MVA cada uno. Estos convertidores evacuan, hacia la red, toda la potencia que el aerogenerador produce y son los encargados de realizar el intercambio de corriente reactiva con la misma. En la Figura 3-3 se muestra un esquema simplificado de los aerogeneradores de tipo IV.

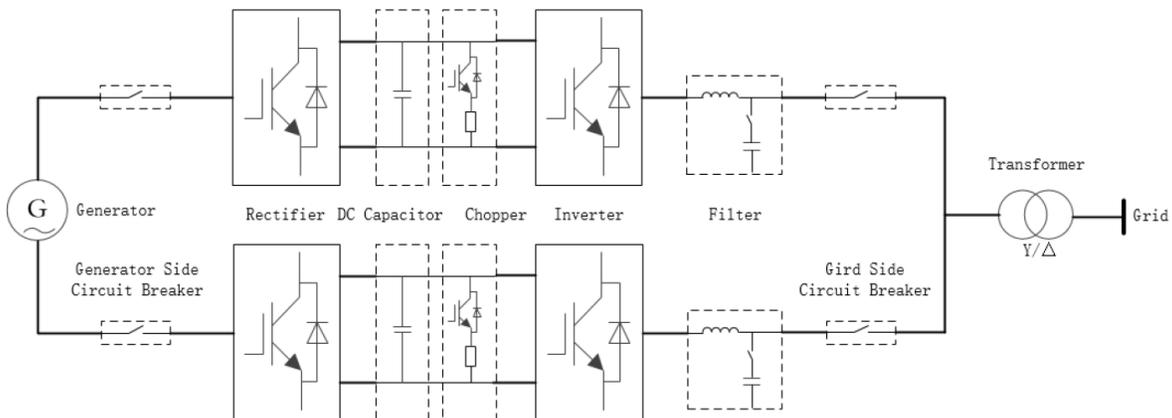


Figura 3-3: Esquema simplificado de los aerogeneradores tipo IV (Full Converter) [2].

La curva de capacidad de estos aerogeneradores se presenta en la Figura 3-4.



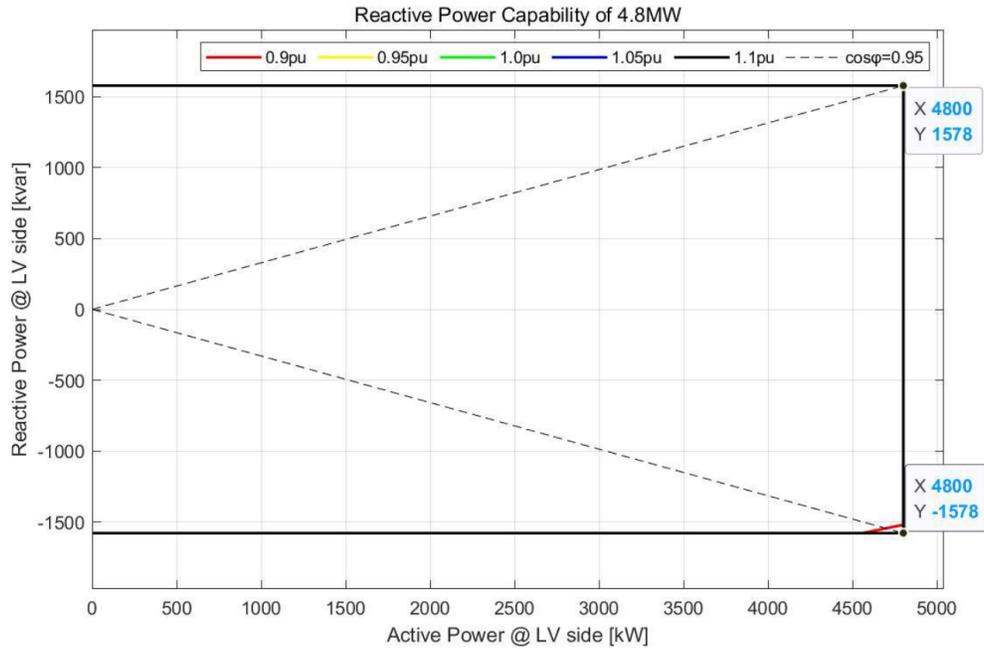


Figura 3-4: Curva de capacidad de los aerogeneradores - Goldwind GW155-4.8.

Los consumos propios de los aerogeneradores se detallan en la Tabla 3-2. La información contenida en dicha tabla fue extraída del documento [3], provisto por GoldWind.

Tabla 3-2: Consumo propio de los aerogeneradores [3] - Goldwind GW155-4.8

Velocidad del viento	Valor	Unidad
0 → cut-in	10.5	kW
Viento nominal → cut-out	41	kW

La temperatura de operación de los aerogeneradores se detalla en la Tabla 3-3. La misma fue extraída del documento [4], provisto por GoldWind.

Tabla 3-3: Temperatura de operación de los aerogeneradores [4] – Goldwind GW155-4.8

Tipo de operación	Temperatura		Unidad
	Mínima	Máxima	
En operación	-20	45	°C
Valor límite	-30	50	kW

3.3 Transformadores de bloque

El Parque Eólico La Cabaña cuenta con veintidós (22) transformadores de bloque. Cada uno de ellos es el encargado de evacuar la potencia generada por su respectivo aerogenerador, a la red colectora del parque. La potencia aparente nominal de los transformadores es de 5.1 MVA. Los mismos se encargan de elevar la tensión de salida de los aerogeneradores de 0.69 kV a 33 kV (BT/MT). Cuentan con un cambiador de tap que no puede ser operado bajo carga.

En la Tabla 3-4 se presentan los parámetros principales de los mismos, mientras que en el ANEXO II se presenta su hoja de datos.

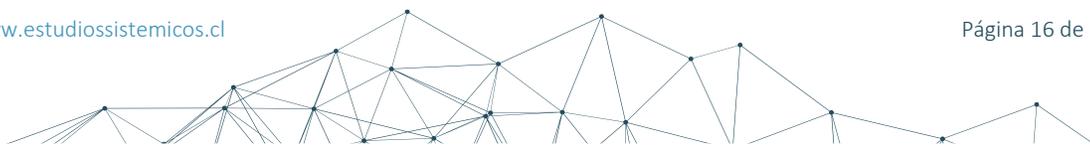




Tabla 3-4: Parámetros principales de los transformadores de bloque

Parámetro	Valor	Unidad
Potencia nominal	5100	kVA
Frecuencia	50	Hz
Tensión lado de BT	0.69	kV
Tensión lado de MT	33	kV
Posiciones de TAP	±2 x 2.5	%
Tipo de cambiador de tap	Vacío	-
Impedancia de sec. positiva	8	%
Impedancia de sec. cero (1)	6.8	%
Grupo de conexión	Dyn11	-
Pérdidas en vacío	7.14	kW
Pérdidas en carga	35.8	kW

(1) Se considera 85% de la impedancia de secuencia directa

3.4 Transformador de poder

El Parque Eólico La Cabaña inyecta la potencia generada, al sistema de transmisión, por medio de un transformador 220/33 kV de 120/150 MVA (ONAN/ONAF) de capacidad. Este transformador, cuyos arrollamientos tienen una configuración YNd11, dispone de un sistema de cambiador de taps bajo carga en el lado de AT (220 kV).

En Tabla 3-5 se presentan los parámetros principales del transformador de poder. En el ANEXO III se presenta su foto de placa, junto con una captura de las pruebas FAT donde se pueden observar sus pérdidas.

Tabla 3-5: Parámetros principales del transformador de poder

Parámetro	Valor	Unidad
Potencia nominal (ONAN/ONAF)	120/150	MVA
Frecuencia	50	Hz
Tensión lado de MT	33	kV
Tensión lado de AT	220	kV
Posiciones de TAP (lado 220kV)	±10 x 1.5	%
Tipo de cambiador de tap	Carga	-
Impedancia de sec. positiva (base 150MVA)	13.22	%
Impedancia de sec. cero (base 150MVA)	12.27	%
Grupo de conexión	YNd11	-
Pérdidas en vacío	50.04	kW
Pérdidas en carga	388.34	kW





3.5 Transformador de servicios auxiliares (SSAA)

El Parque Eólico La Cabaña cuenta con un (1) transformador de servicios auxiliares (SSAA) de 33/0.4 kV de 150 kVA de capacidad. El mismo puede observarse en la Figura 3-2.

En Tabla 3-6 se resumen los parámetros principales del transformador de servicios auxiliares. En el ANEXO IV se presenta la foto de placa del mismo, junto con una captura de su hoja de datos donde se pueden observar sus pérdidas.

Tabla 3-6: Parámetros principales del transformador de servicios auxiliares (SSAA).

Parámetro	Valor	Unidad
Potencia nominal (ONAN)	150	kVA
Frecuencia	50	Hz
Tensión lado de BT	0.4	kV
Tensión lado de MT	33	kV
Posiciones de TAP (lado 33kV)	$\pm 2 \times 2.5$	%
Tipo de cambiador de tap	Vacío	-
Impedancia de sec. positiva (base 150kVA)	4.24	%
Impedancia de sec. cero (base 150kVA) (2)	3.60	%
Grupo de conexión	Dyn11	-
Pérdidas en vacío	0.6	kW
Pérdidas en carga	2.9	kW

(2) Se considera 85% de la impedancia de secuencia directa

3.6 Consumo de los servicios auxiliares

En el documento “GRE.EEC.C.99.CL.W.13763.16.096.01” [5] se presenta la estimación de cargas de servicios auxiliares CA y CC de la subestación La Cabaña 220/33 kV. La información contenida en el mismo se presenta en el ANEXO V. A partir de dicha información se elabora la Tabla 3-7 y Tabla 3-8. En estas se resumen los consumos de servicios auxiliares en CA y CC.

Tabla 3-7: Consumo de servicios auxiliares CA [5] – PE La Cabaña.

Parámetro	Valor	Unidad
Cargas no esenciales	30360	W
Cargas esenciales	50834	W
Cargas críticas	1200	W

Tabla 3-8: Consumo de servicios auxiliares CC [5] – PE La Cabaña.

Parámetro	Valor	Unidad
Cargas permanentes	5020	W
Cargas momentáneas	4200	W





3.7 Transformador ZigZag (NEC/NER)

El Parque Eólico La Cabaña cuenta con un (1) transformador ZigZag (NEC/NER), cuya función es brindar una referencia a tierra y limitar la corriente de neutro a 400 A. El mismo puede observarse en la Figura 3-2.

En la Tabla 3-9 se resumen los parámetros principales del transformador ZigZag, mientras que en el ANEXO VII se puede observar la hoja de datos del mismo.

Tabla 3-9: Parámetros principales del transformador ZigZag (NEC/NER)

Parámetro	Valor	Unidad
Frecuencia	50	Hz
Tensión nominal	33	kV
Corriente de operación	400	A
Reactancia de secuencia cero	143	Ω /fase

3.8 Banco de condensadores (BC)

El Parque Eólico La Cabaña cuenta con dos (2) bancos de condensadores (BC), que contribuyen a la inyección de potencia reactiva en la red colectora de media tensión (33 kV). La capacidad nominal de estos equipos es de 12.5 MVar. Los mismos pueden observarse en la Figura 3-2.

En la Tabla 3-10 se resumen los parámetros principales del banco de condensadores, mientras que en el ANEXO VI se presenta la hoja de datos del mismo.

Tabla 3-10: Parámetros principales del banco de condensadores [6]

Parámetro	Valor	Unidad
Potencia nominal	12.5	MVar
Frecuencia	50	Hz
Tensión nominal	33	kV





4. POTENCIA MÁXIMA

En este capítulo se presentan los ensayos de potencia máxima, realizados en terreno, sobre el Parque Eólico La Cabaña. Además, se detallan los valores a calcular a partir de dichos ensayos, junto con la metodología utilizada para el cálculo de los mismos.

4.1 Objetivos

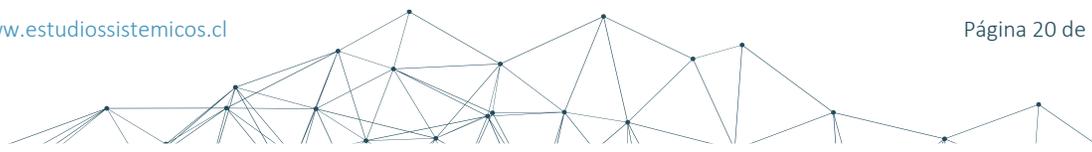
El objetivo del presente informe es la obtención de los valores que se presentan a continuación, para el Parque Eólico La Cabaña.

- **P_{bruta}** : Sumatoria de la potencia activa de todos los aerogeneradores del parque, del lado de BT. Este valor se obtendrá a partir de los ensayos realizados y se calculará para valores nominales en caso de ser necesario.
- **P_{SSAA}** : Consumo de los servicios auxiliares del parque.
- **$P_{colector}$** : Representa a todas las pérdidas del sistema colector, incluyendo a los transformadores de bloque de cada uno de los aerogeneradores y a los conductores. Este sistema es el encargado de transportar la potencia desde los bornes de BT de los aerogeneradores hasta los bornes de MT del transformador de poder.
- **$P_{tr.poder}$** : Representa las pérdidas del transformador de poder de la central. Este transformador es el encargado de elevar la tensión de la red colectora para poder conectar el parque al POI.
- **$P_{central}$** : Representa a todas las pérdidas de la central, con la excepción del consumo de los servicios auxiliares. Las pérdidas en la central se pueden obtener como la suma de los términos **$P_{colector}$** y **$P_{tr.poder}$** .
- **P_{neta}** : Potencia activa inyectada por el parque en el POI. Este valor se obtendrá a partir de los ensayos realizados y se calculará para valores nominales en caso de ser necesario.

4.2 Ensayos realizados

El día 9 de noviembre de 2023 se realiza el ensayo de potencia máxima sobre el Parque Eólico La Cabaña. El ensayo fue realizado sobre la totalidad del parque, incluyendo las dos etapas que componen al mismo. A continuación, se detalla la cantidad de aerogeneradores por etapa y a que circuito de la red colectora pertenecen los mismos.

- **Parque Eólico La Cabaña – Etapa 1:** compuesto por diez (10) aerogeneradores Goldwind GW155-4.8. Los mismos se ubican en los siguientes circuitos.
 - **Circuito N°1:** WTG01, WTG02 y WTG03
 - **Circuito N°2:** WTG04, WTG05 y WTG06B
 - **Circuito N°3:** WTG06, WTG07, WTG08 y WTG21
- **Parque Eólico La Cabaña – Etapa 2:** compuesto por doce (12) aerogeneradores Goldwind GW155.4.8. Los mismos se ubican en los siguientes circuitos.
 - **Circuito N°4:** WTG09 y WTG10
 - **Circuito N°5:** WTG11, WTG12 y WTG13
 - **Circuito N°6:** WTG14, WTG15, WTG16 y WTG17
 - **Circuito N°7:** WTG18, WTG19 y WTG20





Durante el periodo del ensayo todos los dispositivos de control y protecciones, incluyendo alarmas, se encontraban estables y operativos. El sistema de control (PPC) se mantuvo en operación automática. El modo de control de potencia reactiva configurado en el PPC era control de Q. La consigna del mismo era de 0 MVAR. La consigna de potencia activa configurada en el PPC, durante el ensayo, era equivalente a la potencia nominal del parque, es decir, 105.6 MW. Esto permite que el parque genere la mayor cantidad de potencia activa posible en función al viento disponible al momento de la prueba.

Todos los aerogeneradores del Parque Eólico La Cabaña se encontraban en servicio y bajo el control del PPC. No obstante, el aerogenerador WTG13 se encontraba limitado en generación, a la mitad de su potencia nominal, debido a tareas de mantenimiento.

Todos los sistemas o equipos no considerados como auxiliares se mantuvieron fuera de servicio durante la prueba. Todos los equipos considerados como esenciales para la operación de las unidades se mantuvieron en funcionamiento.

La regulación primaria de frecuencia del PPC se desactivó durante la realización del ensayo de potencia máxima a fin de evitar variaciones en la potencia debido a fluctuaciones en la frecuencia.

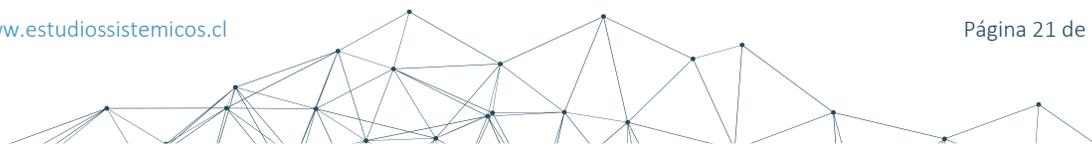
4.3 Señales registradas

Durante las pruebas se realiza la medición de las variables del POI utilizando el equipo de adquisición de datos de Estudios Sistémicos, mencionado en el apartado 1.5. Con el mismo, se registran las siguientes variables:

- **UPOI:** Tensión entre fase-fase RMS.
- **IPOI:** Corriente entre fase-fase RMS.
- **PPOI:** Potencia activa.
- **QPOI:** Potencia reactiva.
- **FREC:** Frecuencia eléctrica.

Las variables de planta que se registran de forma simultánea con los sistemas y estaciones meteorológicas propios de los aerogeneradores son:

- Potencia eléctrica en aerogeneradores (PWTG).
- Viento en cada uno de los aerogeneradores (VWTG).
- Temperatura de cada uno de los aerogeneradores (TEMP).





4.4 Cálculos en condiciones de ensayo – 9 de noviembre

A partir de los ensayos realizados el 9 de noviembre del 2023, se procede a realizar los cálculos de las pérdidas en el parque.

Para realizar los cálculos de este apartado se utilizarán los valores correspondientes a la fila “PROM” de la Tabla 4-1. Esto quiere decir que los valores obtenidos en este apartado están basados en el promedio de la totalidad de los valores registrados durante el ensayo. Es decir, en las condiciones propias del ensayo.

4.4.1 Ensayos realizados

En la Figura 4-1 se presenta el registro del viento, a nivel parque, junto con la potencia activa bruta registrada en el lado de BT de cada aerogenerador. En la Figura 4-2 se presenta la potencia activa neta inyectada en el POI durante el periodo de los ensayos. Es importante tener en cuenta que cada aerogenerador tiene una velocidad del viento distinta a la mostrada en la Figura 4-1, la cual fue obtenida como el promedio entre las velocidades del viento de las estaciones meteorológicas de cada aerogenerador. Esta diferencia se debe a que los aerogeneradores presentan diferentes ubicaciones geográficas. En la Figura 4-3 se presenta el registro de temperatura promedio del parque.

Es importante destacar que el sistema de planta encargado de realizar los registros de las variables de cada aerogenerador, descritas en la sección anterior, contaba con una tasa de muestreo de 6 segundos. Esto quiere decir que los registros de potencia bruta, viento y temperatura obtenidos, poseen una muestra cada 6 segundos. Mientras que, los registros de potencia neta poseen una muestra cada 10 ms. Durante los momentos en que la potencia varía de forma significativa esta gran diferencia en los tiempos de muestreo hace que sea muy difícil obtener valores fiables. Debido a esta condición no se utiliza el promedio de todo el registro de potencia máxima, sino que se consideran promedios de las partes del registro donde la potencia se mantuvo considerablemente estable. Dichas muestras utilizadas de los registros se encuentran marcadas en rojo.

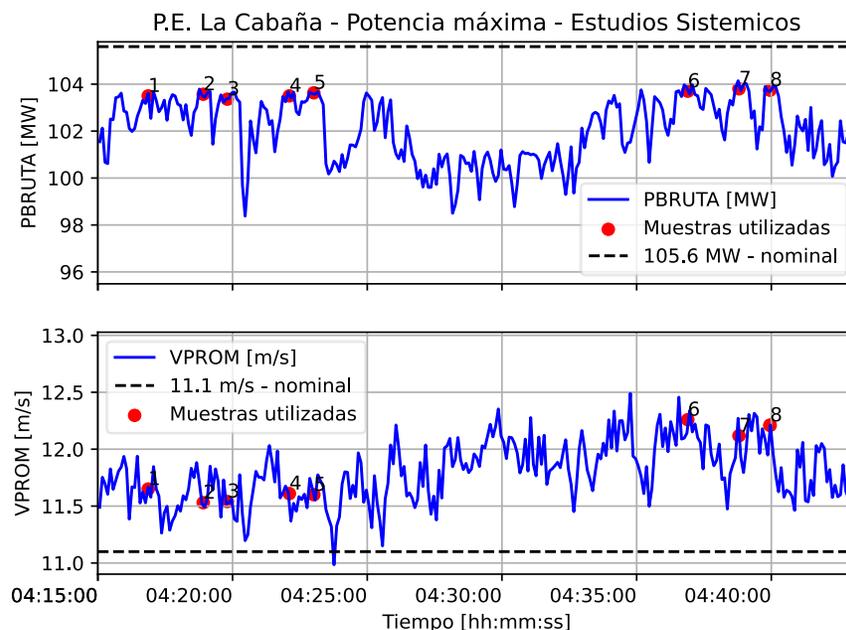


Figura 4-1: Potencia activa bruta y velocidad del viento – Ensayo de Potencia Máxima | Fecha: 9/11/23

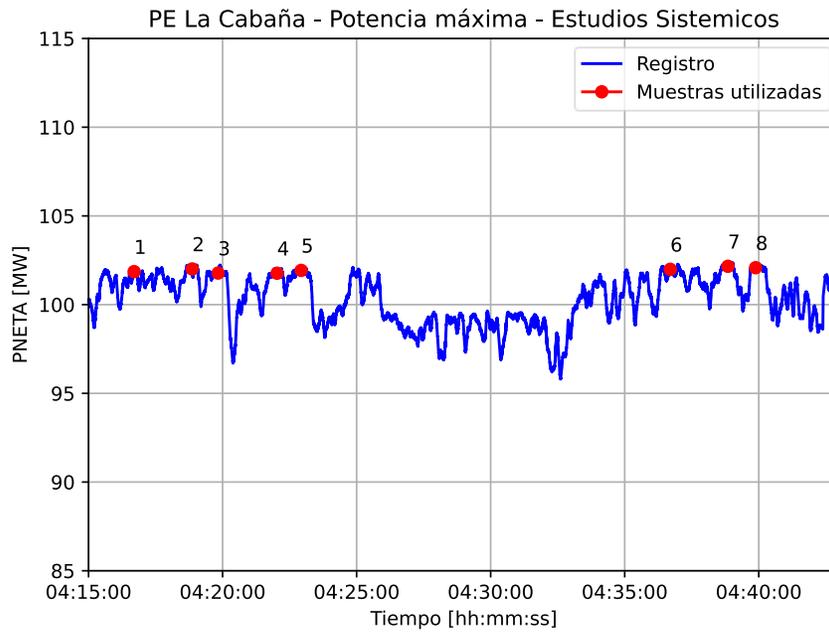


Figura 4-2: Potencia activa neta – Ensayo de Potencia Máxima | Fecha: 9/11/23

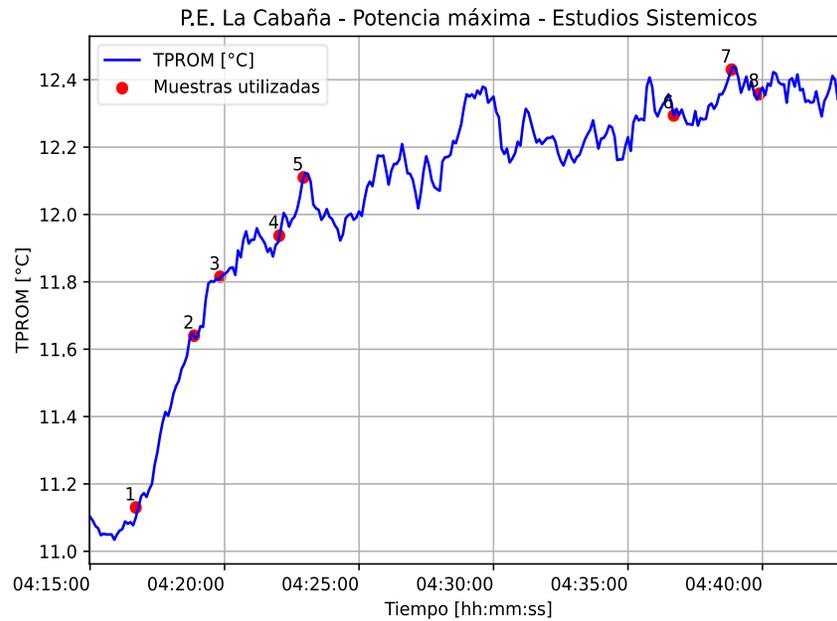


Figura 4-3: Temperatura – Ensayo de Potencia Máxima | Fecha: 9/11/23





En la Tabla 4-1 que se presenta a continuación se resumen los resultados obtenidos, para los intervalos de tiempo donde la potencia se mantuvo lo suficientemente estable. Para cada uno de dichos intervalos se presenta la temperatura, velocidad del viento, potencia bruta y potencia neta.

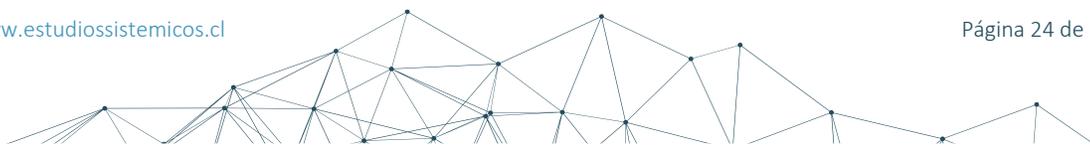
Tabla 4-1: Promedios de Potencia Máxima | Fecha: 9/11/23

Promedio [N°]	Rango horario [hh:mm:ss]	Temperatura [°C]	Velocidad del viento [m/s]	Potencia bruta [MW]	Potencia neta [MW]
1	04:16:38 - 04:16:47	11,13	11,65	103,5000	101,8600
2	04:18:37 - 04:19:05	11,64	11,53	103,5701	102,0101
3	04:19:24 - 04:20:09	11,82	11,54	103,3602	101,7800
4	04:21:43 - 04:22:15	11,94	11,61	103,5001	101,7700
5	04:22:36 - 04:23:13	12,11	11,60	103,6301	101,9301
6	04:36:19 - 04:37:12	12,29	12,26	103,7003	101,9902
7	04:38:36 - 04:39:04	12,43	12,12	103,8001	102,1651
8	04:39:41 - 04:40:15	12,36	12,21	103,7503	102,0801
PROM	-	11,96	11,82	103,6014	101,9482

Utilizando los valores presentados en la Tabla 4-1 se puede decir que:

- o La temperatura promedio durante el ensayo fue de 11.96 °C. Mientras que el máximo y mínimo valor de temperatura promedio fue de 12.43 °C y 11.13 °C respectivamente. A partir de la información provista por Goldwind (presentados en la Tabla 3-3) y los valores de temperatura observados, se puede concluir que ninguno de los aerogeneradores del parque limitó su inyección de potencia activa debido a la temperatura.
- o La velocidad promedio del viento durante el ensayo fue de 11.82 $\frac{m}{s}$. A partir de la información provista por la Figura 4-1, se puede concluir que en la mayoría del tiempo de la prueba la velocidad se encontró en un valor superior a los 11.1 $\frac{m}{s}$ nominales según se informó en el ANEXO I a partir del documento [2].

Además, debido a que los aerogeneradores se encontraban en modo control de reactivo y cercanos a 40 kVAr para lograr tener los 0 MVar consignados en el POI, sabemos que los mismos se encontraban operando prácticamente sobre el eje horizontal curva de capacidad (Figura 3-4), es decir, inyectando valores de potencia reactiva cercanos a cero. Esto quiere decir que ninguno de los aerogeneradores limitó su inyección de potencia activa debido a su inyección de potencia reactiva.





4.4.2 Potencia Neta

La potencia Neta es la máxima potencia activa que el parque es capaz de entregar en el punto de interconexión durante un tiempo determinado. Como se observa en la Tabla 4-1, la potencia neta promedio inyectada por el parque a la red durante el ensayo fue 101.9482 MW, por lo tanto:

$$P_{neta}^{ens} = 101.9482 \text{ MW}$$

NOTA: El super índice "ens" indica que el valor fue obtenido a partir de datos del ensayo.

4.4.3 Potencia Bruta

La potencia del ensayo (P^{ens}) representa la sumatoria de la potencia activa de todos los aerogeneradores del parque, del lado de BT, durante el intervalo de tiempo correspondiente al ensayo realizado. Como se observa en la Tabla 4-1 la potencia promedio inyectada por los aerogeneradores, durante el ensayo, fue 103.6014 MW, por lo tanto:

$$P^{ens} = 103.6014 \text{ MW}$$

A su vez, cada aerogenerador presenta un consumo por los servicios auxiliares propios, los mismos fueron detallados en la Tabla 3-2. Como se observa en la tabla mencionada, el consumo durante la operación de los aerogeneradores es de 41kW, con lo cual, la potencia bruta en condiciones de ensayo viene dada por la siguiente expresión:

$$P_{bruta}^{ens} = P^{ens} + (\text{Consumo}_{aero}^{carga} \times N^{\circ} \text{ aeros})$$
$$P_{bruta}^{ens} = 103.6014 \text{ MW} + (22 \times 41 \text{ kW}) = 104.5034 \text{ MW}$$

De los valores de velocidad del viento presentados en la Tabla 4-1 y de la Figura 4-1 sabemos que los aerogeneradores inyectaron su potencia bruta máxima durante gran parte de la totalidad del ensayo, no obstante, en otros intervalos no llegaron a inyectarla debido a falta de recurso, motivo por el cual, el promedio no es constante. A su vez, es importante mencionar que el aerogenerador N°13 se encontraba limitado a la mitad de su potencia nominal debido a tareas de mantenimiento. A continuación, se adjunta la Figura 4-4, en la misma se observa el SCADA en el momento de la realización de la prueba y se indica en rojo el WTG13, el cual, está entregando una potencia máxima de 2.7 MW al momento de la imagen.



Figura 4-4: Imagen del SCADA al momento de la realización del ensayo de Potencia Máxima | Fecha: 9/11/23



Dichos valores de potencia activa bruta fueron verificados en el rango de tiempo del ensayo de potencia máxima y pueden observarse en las figuras del apartado 4.4.6, en las cuales se presenta el comportamiento de la potencia activa de cada uno de los aerogeneradores, en función del viento, durante las pruebas.

4.4.4 Consumo de los servicios auxiliares

Para el presente estudio consideraremos las pérdidas en carga del transformador de SS.AA., cargas esenciales y críticas en corriente alterna, cargas permanentes en corriente continua y la potencia consumida por los servicios auxiliares de cada aerogenerador, es decir:

$$P_{SSAA,CA} = 50.834 \text{ kW} + 1.2 \text{ kW} = 52.034 \text{ kW}$$

$$P_{SSAA,CC} = 5.02 \text{ kW}$$

$$P_{tr,SSAA} = 3.5 \text{ kW}$$

$$P_{SSAA.aero} = Consumo_{aero}^{carga} \times N^{\circ} \text{ aeros} = 41 \text{ kW} \times 22 = 902 \text{ kW}$$

El consumo de los servicios auxiliares, en condiciones de ensayo, puede calcularse como:

$$P_{SSAA}^{ens} = P_{SSAA,CA} + P_{SSAA,CC} + P_{tr,SSAA} + P_{SSAA.aero}$$

Reemplazando obtenemos:

$$P_{SSAA}^{ens} = 52.034 \text{ kW} + 5.02 \text{ kW} + 3.5 \text{ kW} + 902 \text{ kW} = \mathbf{962.554 \text{ kW}}$$

4.4.5 Perdidas en la central

Las pérdidas en la central ($P_{central}$) están compuestas por las pérdidas en el colector ($P_{colector}$) y las pérdidas del transformador de poder del parque ($P_{tr.poder}$), como se indicó en la sección 1.2. Representan a todas las pérdidas del sistema colector, incluyendo conductores, pérdidas de los transformadores de bloque y pérdidas del transformador de poder de la central.

Teniendo en cuenta el diagrama presentado en la Figura 1-1, podemos decir que la diferencia entre P_{bruta} y P_{neta} corresponde a la suma del consumo de los servicios auxiliares (P_{SSAA}) y de las pérdidas de la central ($P_{central}$). Por lo tanto, en condiciones de ensayo, podemos plantear la siguiente ecuación:

$$P_{bruta}^{ens} - P_{neta}^{ens} = P_{SSAA}^{ens} + P_{central}^{ens}$$

Esta ecuación nos permite expresar el valor de $P_{central}^{ens}$ en función de los valores obtenidos en los apartados previos, a partir de los ensayos realizados, es decir:

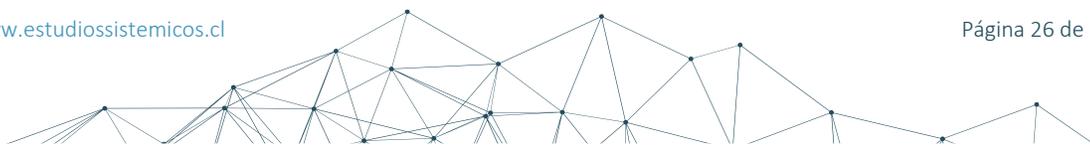
$$P_{central}^{ens} = P_{bruta}^{ens} - P_{neta}^{ens} - P_{SSAA}^{ens}$$

Reemplazando obtenemos:

$$P_{central}^{ens} = 104.5034 \text{ MW} - 101.9482 \text{ MW} - 962.554 \text{ kW} = \mathbf{1592.646 \text{ kW}}$$

Dentro de estas pérdidas debemos diferenciar aquellas correspondientes a vacío y carga. Las de vacío se calculan con la siguiente expresión:

$$P_{vacio} = P_{tr.poder-vacio} + (N^{\circ} \text{ tr. bloque} \times P_{tr.bloque-vacio})$$





En la Tabla 3-4 se indican que las pérdidas en vacío de los transformadores de bloque son de 7.14 kW, mientras que en la Tabla 3-5 indica que las del transformador de poder son de 50.04 kW y las pérdidas en vacío del transformador de servicios auxiliares son de 0.6kW (Tabla 3-6), entonces tenemos que las pérdidas en vacío son:

$$P_{vacio} = 50.04 \text{ kW} + (22 \times 7.14 \text{ kW}) + 0.6 \text{ kW} = \mathbf{207.720 \text{ kW}}$$

Las pérdidas en carga para la situación ensayada son:

$$P_{central-carga}^{ens} = P_{central}^{ens} - P_{vacio}$$

$$P_{central-carga}^{ens} = 1592.646 \text{ kW} - 207.720 \text{ kW}$$

$$P_{central-carga}^{ens} = \mathbf{1384.926 \text{ kW}}$$

Recordemos que las pérdidas de la central están compuestas por las perdidas en la red colectora y las perdidas en el transformador de poder, es decir:

$$P_{central}^{ens} = P_{colector}^{ens} + P_{tr.poder}^{ens}$$

Para el cálculo de $P_{tr.poder}^{ens}$ se utilizan las pérdidas en carga de 388.34 kW indicadas en la Tabla 3-5, las cuales están referidas a una potencia nominal de 150 MVA. La potencia bruta promedio del ensayo fue de 103.6014 MW, por ello se corrige el consumo del transformador de poder a este valor de potencia utilizando la siguiente ecuación:

$$P_{tr.poder-carga}^{ens} = P_{tr.poder-carga}^{placa} \times \left(\frac{P_{bruta}^{ens}}{S_{tr.poder}^{placa}} \right)^2$$

Reemplazando obtenemos:

$$P_{tr.poder-carga}^{ens} = 388.34 \text{ kW} \times \left(\frac{103.6014 \text{ MW}}{150 \text{ MVA}} \right)^2 = \mathbf{185.251 \text{ kW}}$$

Entonces, las pérdidas del transformador de poder resultan de la suma de las pérdidas en carga, para la situación ensayada, más las pérdidas de vacío del mismo, es decir:

$$P_{tr.poder}^{ens} = P_{tr.poder-carga}^{ens} + P_{tr.poder-vacio}$$

$$P_{tr.poder}^{ens} = 185.251 \text{ kW} + 50.04 \text{ kW} = \mathbf{235.291 \text{ kW}}$$

A partir de este valor podemos obtener $P_{colector}^{ens}$ de la siguiente ecuación:

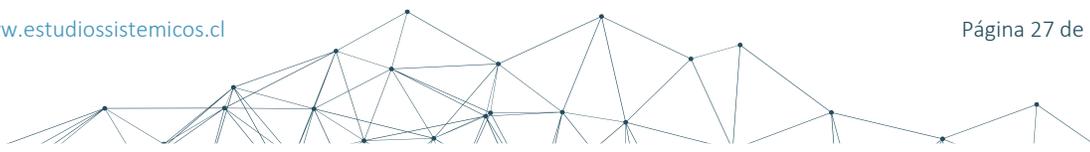
$$P_{colector}^{ens} = P_{central}^{ens} - P_{tr.poder}^{ens}$$

$$P_{colector}^{ens} = 1592.646 \text{ kW} - 235.291 \text{ kW}$$

$$P_{colector}^{ens} = \mathbf{1357.355 \text{ kW}}$$

Las mismas contienen las pérdidas de los transformadores de bloque (en vacío y carga) y las pérdidas de los conductores de la red colectora de media tensión.

Los aerogeneradores se encontraban veintiuno (21) de ellos a potencia nominal, con lo cual las pérdidas en carga de los transformadores de bloque coinciden con las presentadas en la Tabla 3-4 (35.8 kW), mientras que el transformador de bloque del aerogenerador N°13 se encontraba a una potencia promedio de 2.5 MW, con lo cual a partir de la ecuación siguiente podemos calcular las pérdidas en carga de los transformadores de bloque:





$$P_{tr.bloque-carga}^{ens} = N^{\circ} \text{ Trafos de bloque}_{pnom} \times P_{tr.bloque-carga} + N^{\circ} \text{ Trafos de bloque}_{ens} \times \left(P_{tr.bloque-carga}^{placa} \times \left(\frac{P_{activa}^{ens}}{S_{tr.bloque}^{placa}} \right)^2 \right)$$

Reemplazando obtenemos:

$$P_{tr.bloque-carga}^{ens} = 21 \times 35.8 \text{ kW} + 1 \times \left(35.8 \text{ kW} \times \left(\frac{2.5 \text{ MW}}{5.1 \text{ MVA}} \right)^2 \right) = \mathbf{760.402 \text{ kW}}$$

Entonces, las pérdidas de los transformadores de bloque resultan de la suma de las pérdidas en carga, para la situación ensayada, más las pérdidas de vacío de los mismo, es decir:

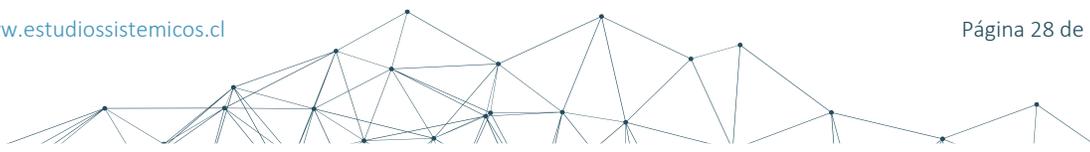
$$P_{tr.bloque}^{ens} = P_{tr.bloque-carga}^{ens} + (N^{\circ} \text{ Trafos de bloque} \times P_{tr.bloque-vacio})$$
$$P_{tr.bloque}^{ens} = 760.402 \text{ kW} + (22 \times 7.14 \text{ kW}) = \mathbf{917.482 \text{ kW}}$$

A partir del dato de las pérdidas en el colector y de las perdidas en los transformadores de bloque, podemos calcular las pérdidas propias de los conductores:

$$P_{conductores}^{ens} = P_{colector}^{ens} - P_{tr.bloque}^{ens}$$

Reemplazando obtenemos:

$$P_{conductores}^{ens} = 1592.646 \text{ kW} - 917.482 \text{ kW} = \mathbf{439.872 \text{ kW}}$$





4.4.6 Potencia en aerogeneradores

En las siguientes figuras, se presentan las curvas de potencia en función del viento registrado por la estación meteorológica propia de cada uno de los aerogeneradores durante el periodo de ensayo del día 9 de noviembre de potencia máxima para el Parque Eólico La Cabaña.

Durante la realización de las pruebas el aerogenerador WTG13 se encontraba limitado a media carga, esto fue registrado y en el acta adjunto en el ANEXO VIII se hace referencia a dicha condición, a su vez se presentó la imagen del SCADA en la Figura 4-4 y en la Figura 4-5 se presenta la potencia bruta del mismo durante la realización de la prueba de potencia máxima, donde se observa que además de su restricción durante el intervalo de 04:27 a 04:30 se produce una detención y partida del mismo tras una falla, debido a ello, se observa en las gráficas de potencia en función del viento, que la misma es nula durante el recorrido de la curva provista por el fabricante.

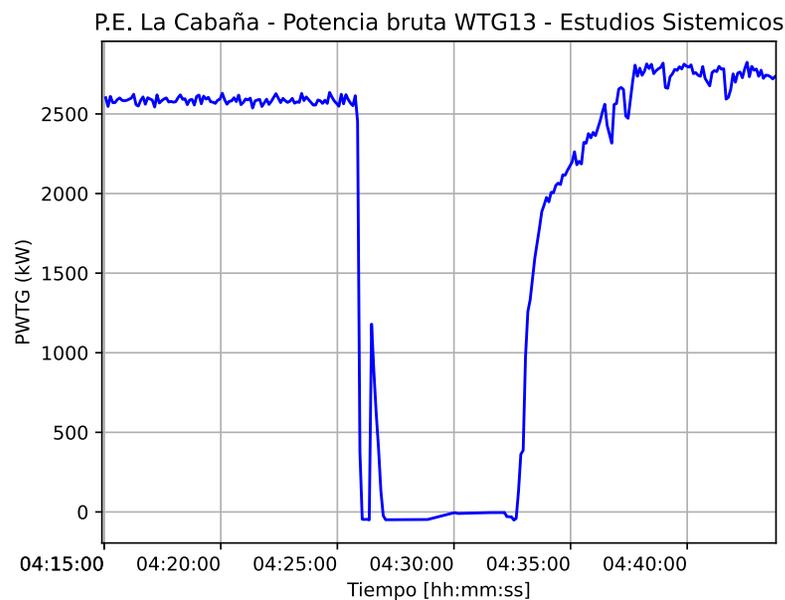
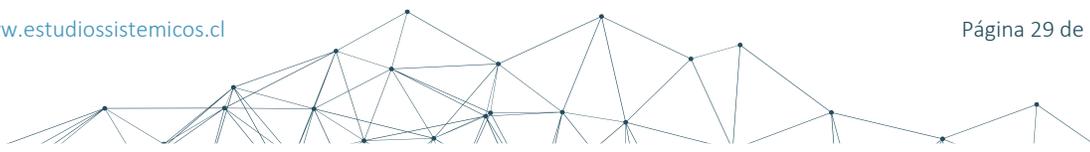


Figura 4-5: Potencia activa bruta WTG13 durante prueba de PMAx | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23

La Figura 4-6 presenta un resumen de todos los aerogeneradores, mientras que las restantes figuras se muestran en forma individual el comportamiento de cada uno de ellos.

En **negro** a trazos se presenta la curva del fabricante, mientras que en **azul** son los registros obtenidos en dicho intervalo graficados en eje de potencia activa en kW en función del viento en $\frac{m}{s}$.



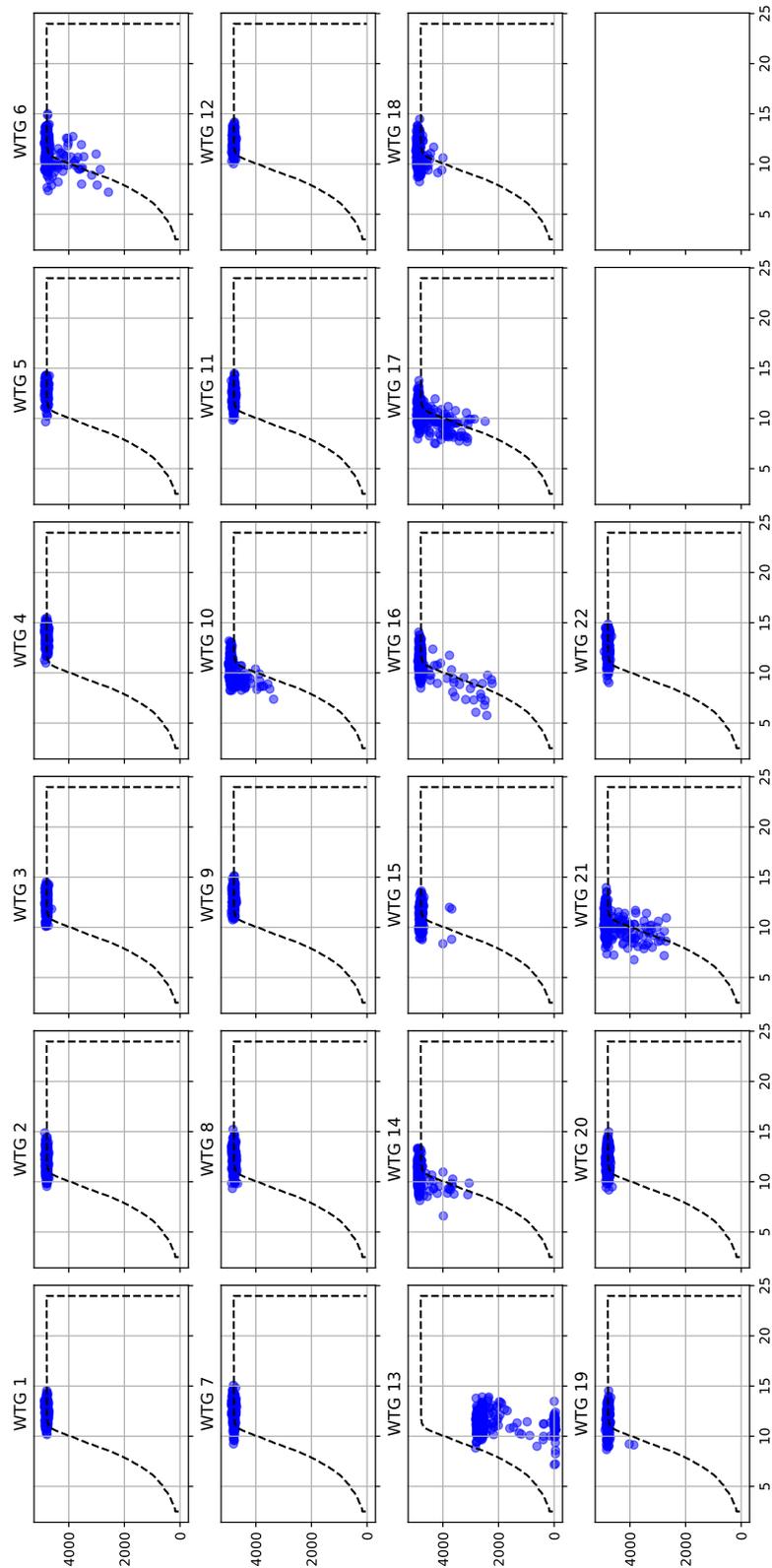
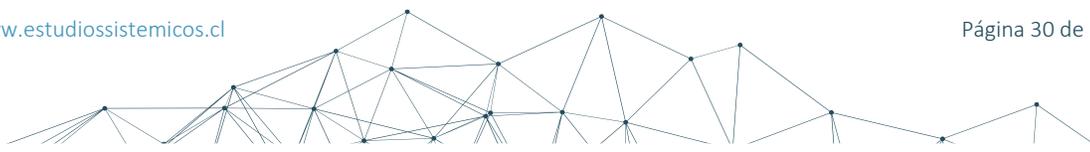


Figura 4-6: Resumen de la potencia en función del viento en cada uno de los 22 aerogeneradores durante PMAX | Fecha: 9/11/23



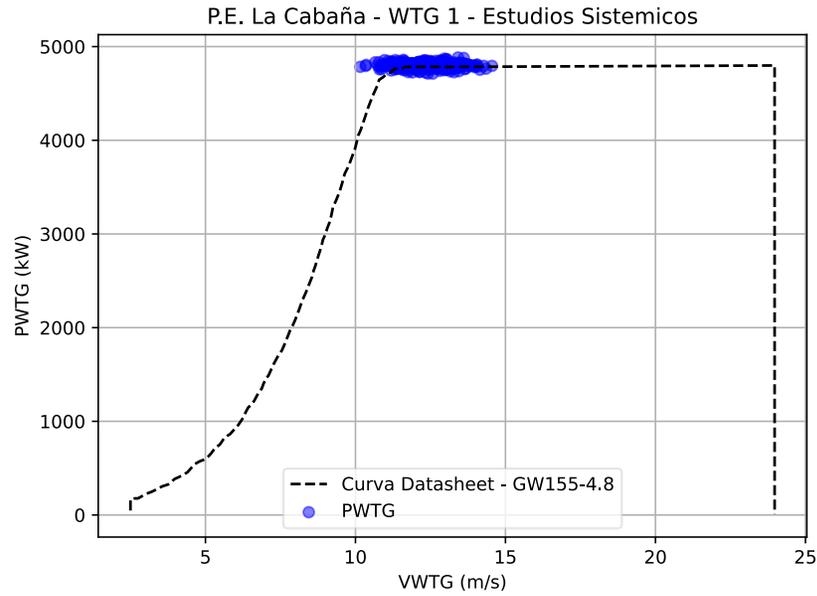


Figura 4-7: Potencia activa en función del viento | WTG_1 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23

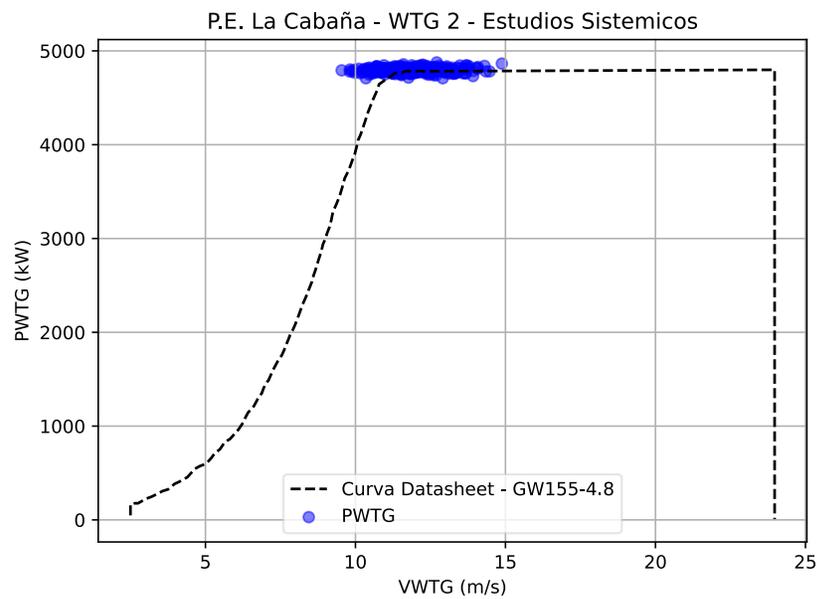
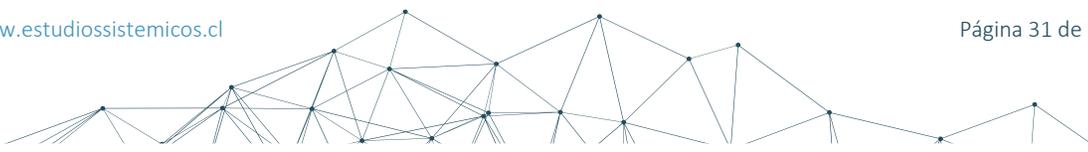


Figura 4-8: Potencia activa en función del viento | WTG_2 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23



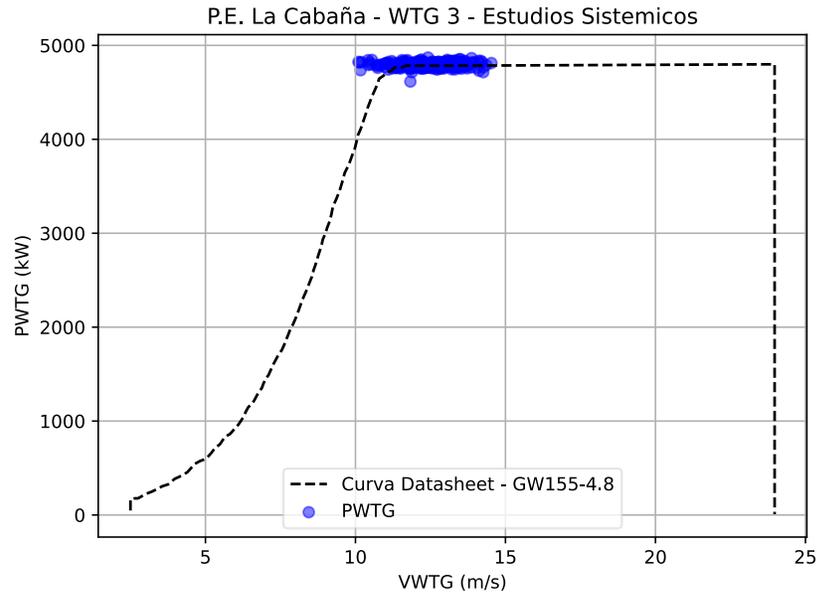


Figura 4-9: Potencia activa en función del viento | WTG_3 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23

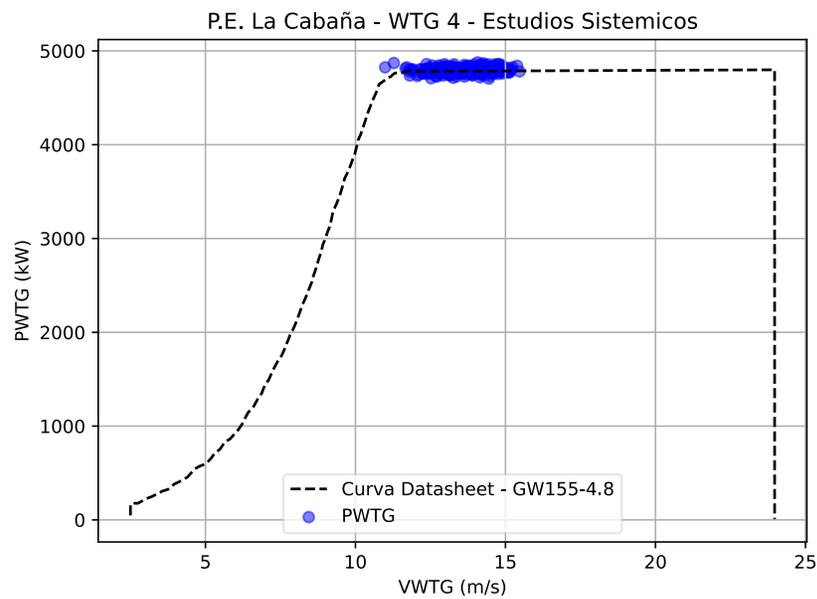
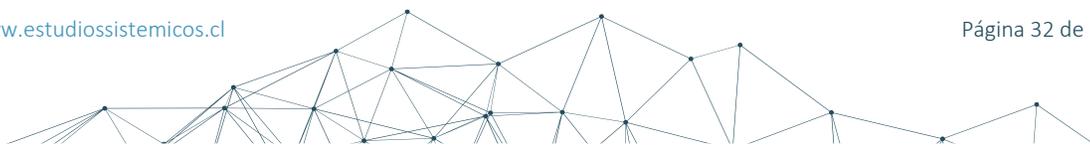


Figura 4-10: Potencia activa en función del viento | WTG_4 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23



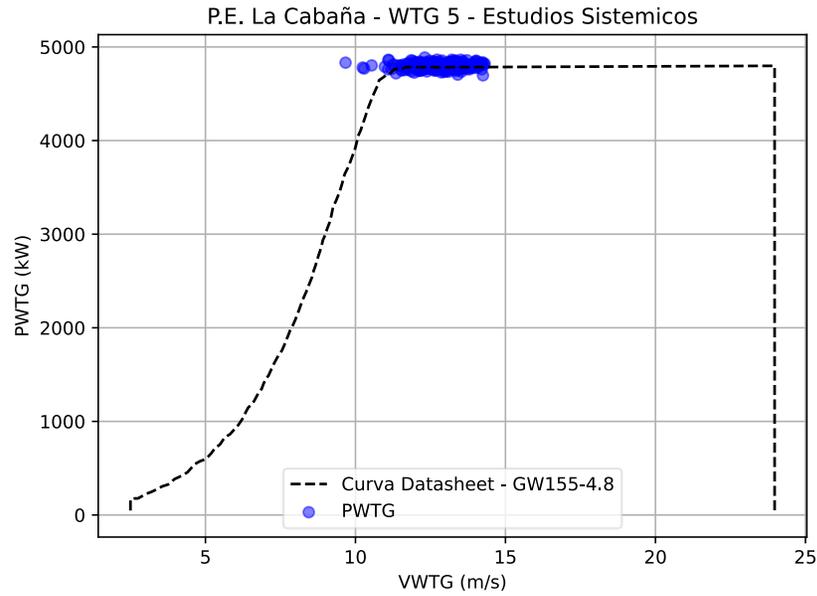


Figura 4-11: Potencia activa en función del viento | WTG_5 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23

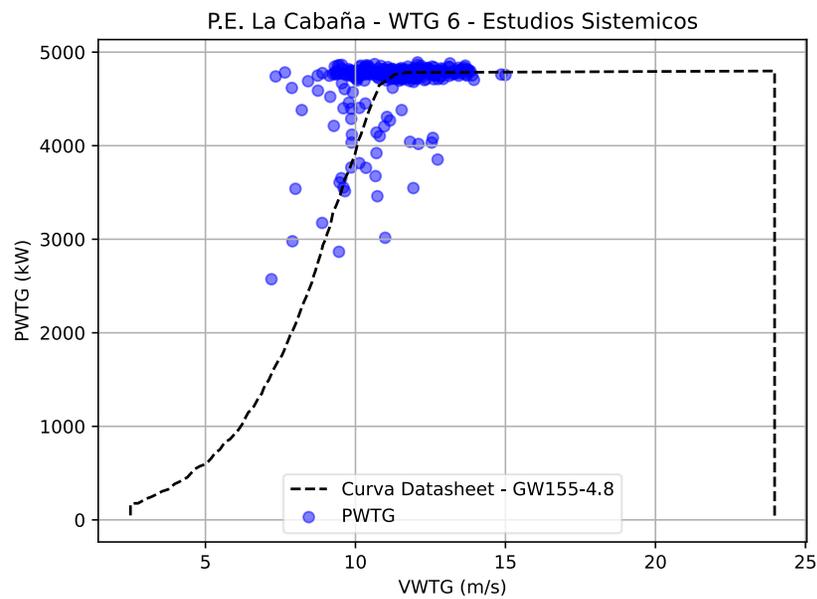
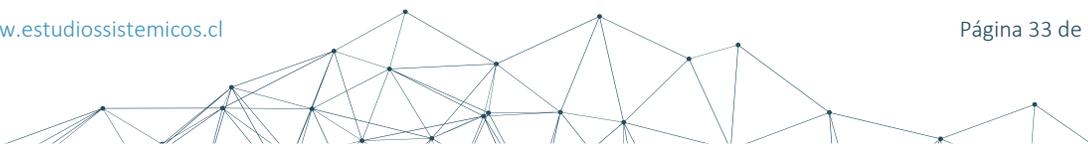


Figura 4-12: Potencia activa en función del viento | WTG_6 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23



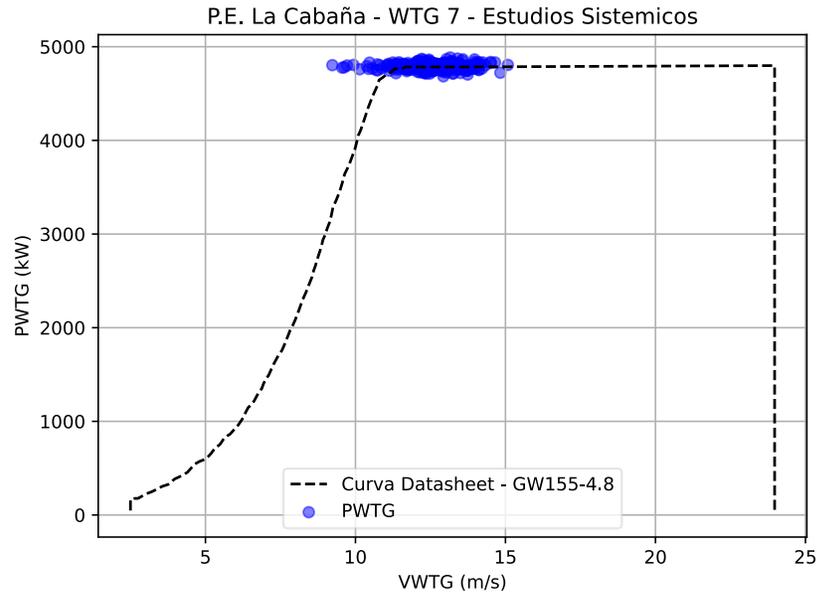


Figura 4-13: Potencia activa en función del viento | WTG_7 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23

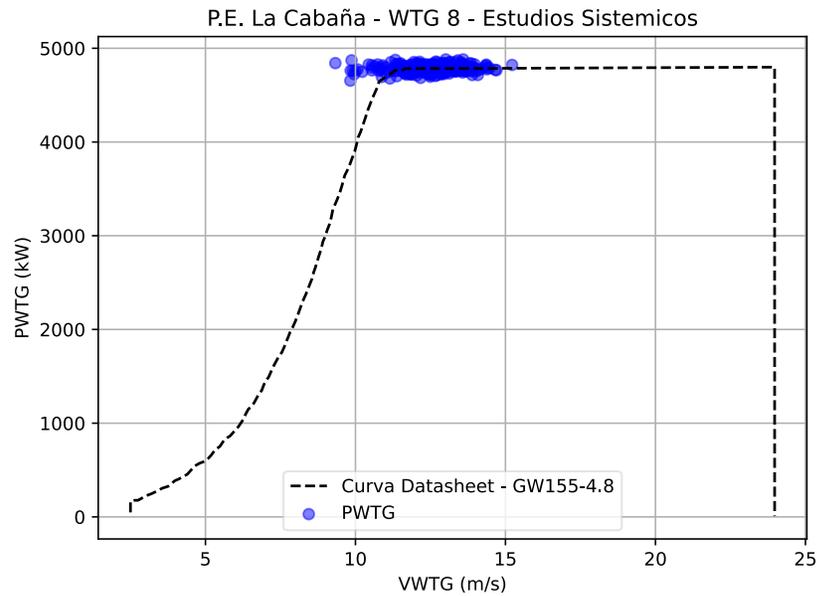


Figura 4-14: Potencia activa en función del viento | WTG_8 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23



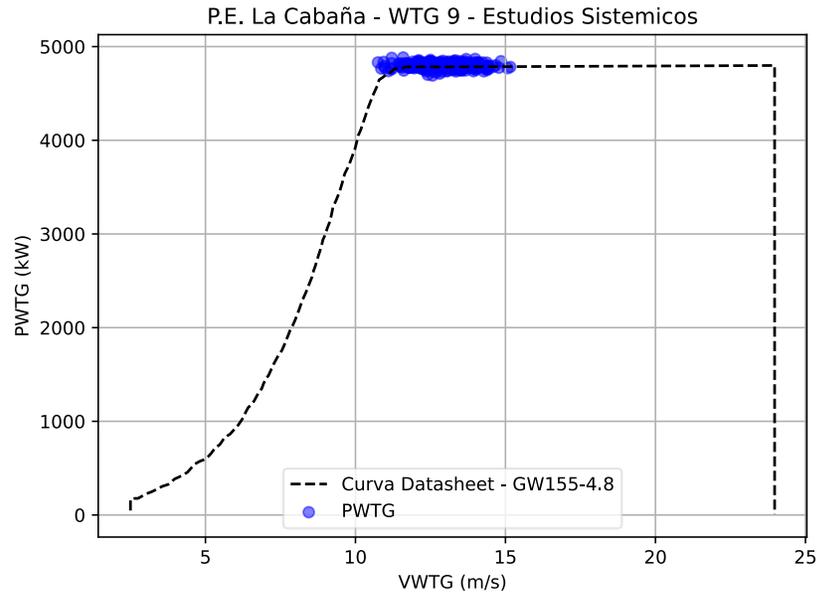


Figura 4-15: Potencia activa en función del viento | WTG_9 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23

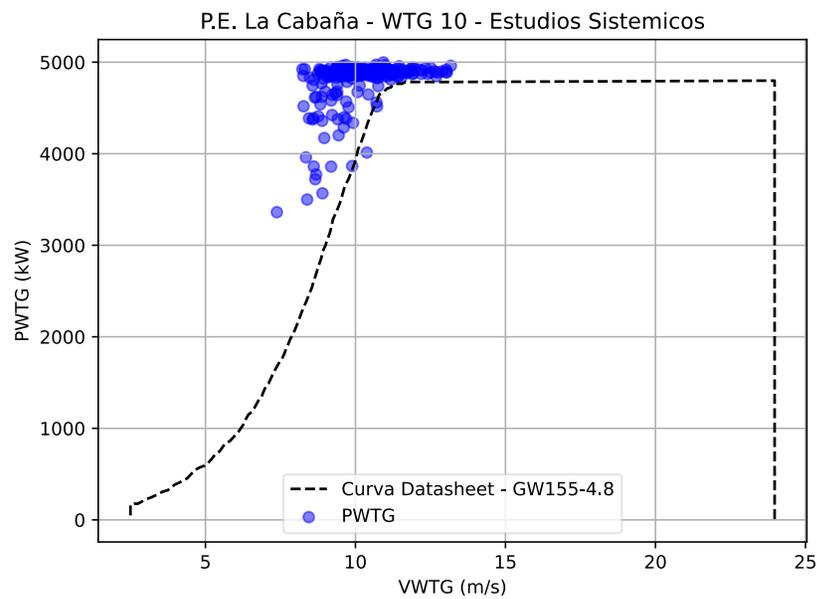
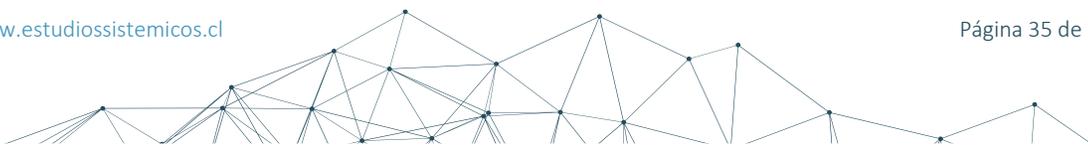


Figura 4-16: Potencia activa en función del viento | WTG_10 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23



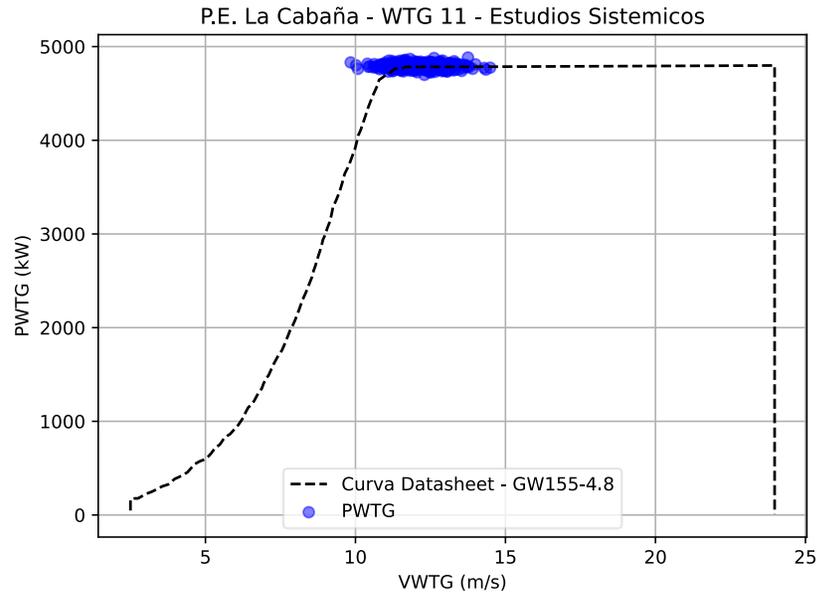


Figura 4-17: Potencia activa en función del viento | WTG_11 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23

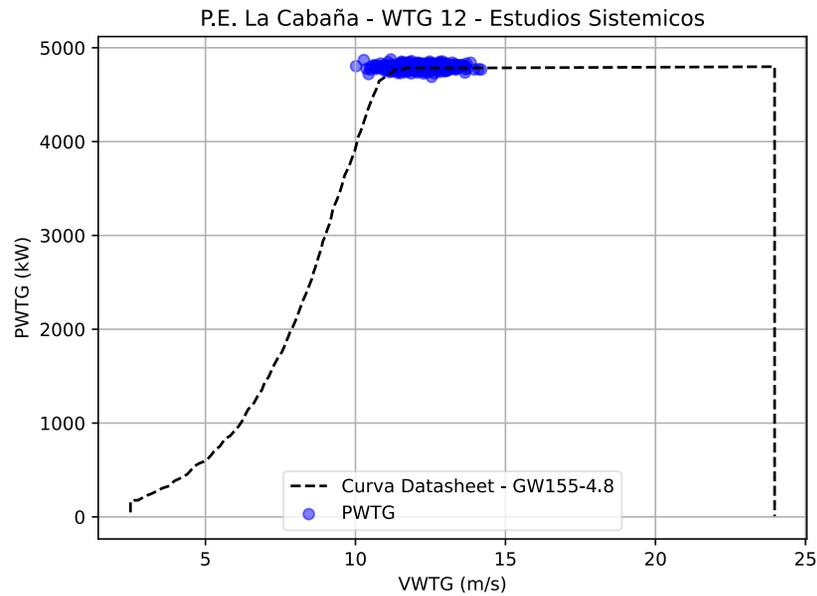
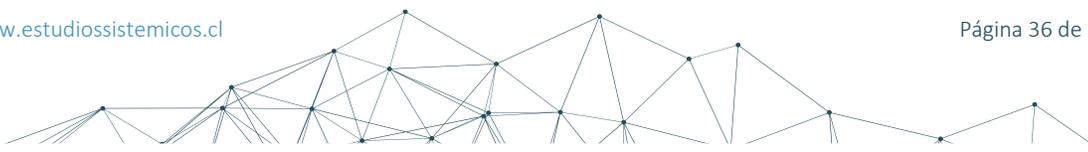


Figura 4-18: Potencia activa en función del viento | WTG_12 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23



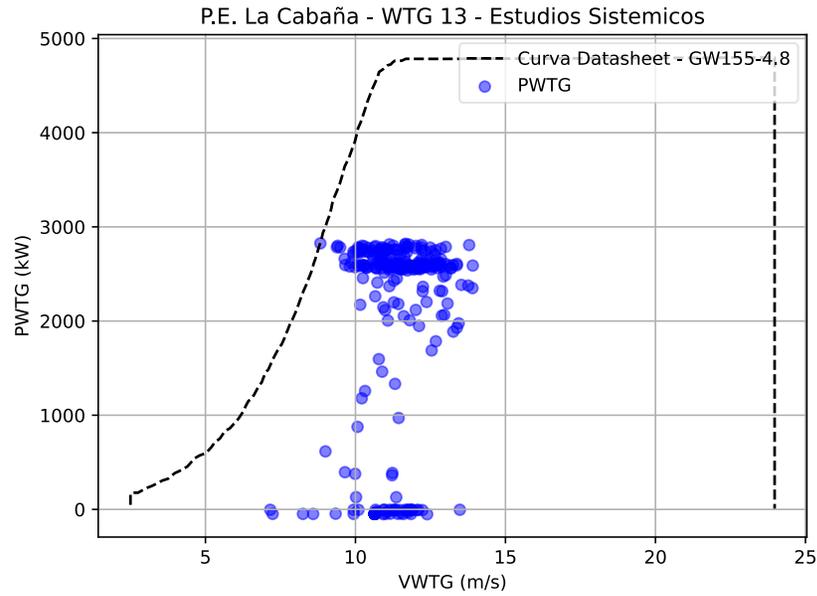


Figura 4-19: Potencia activa en función del viento | WTG_13 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23

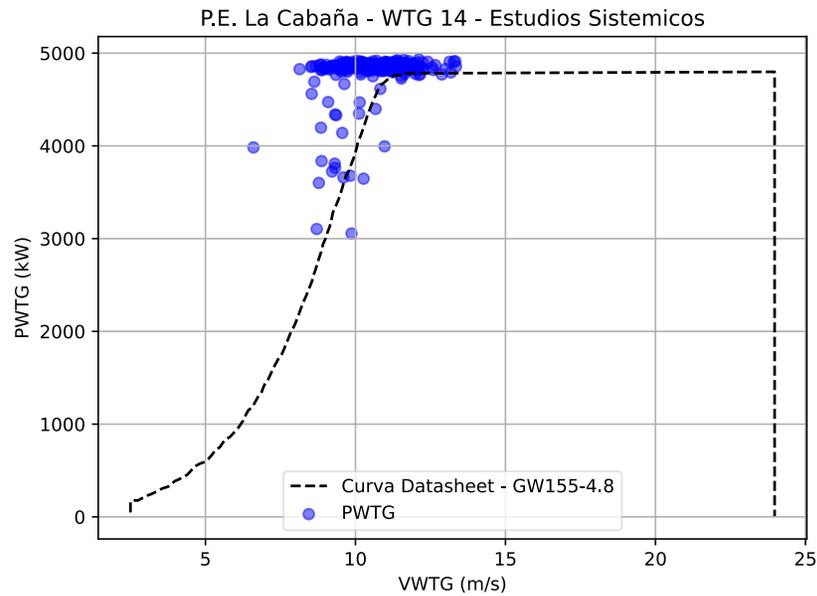
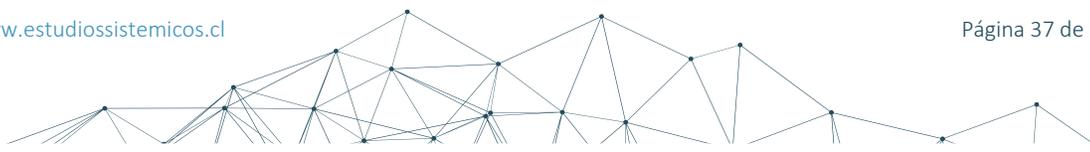


Figura 4-20: Potencia activa en función del viento | WTG_14 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23



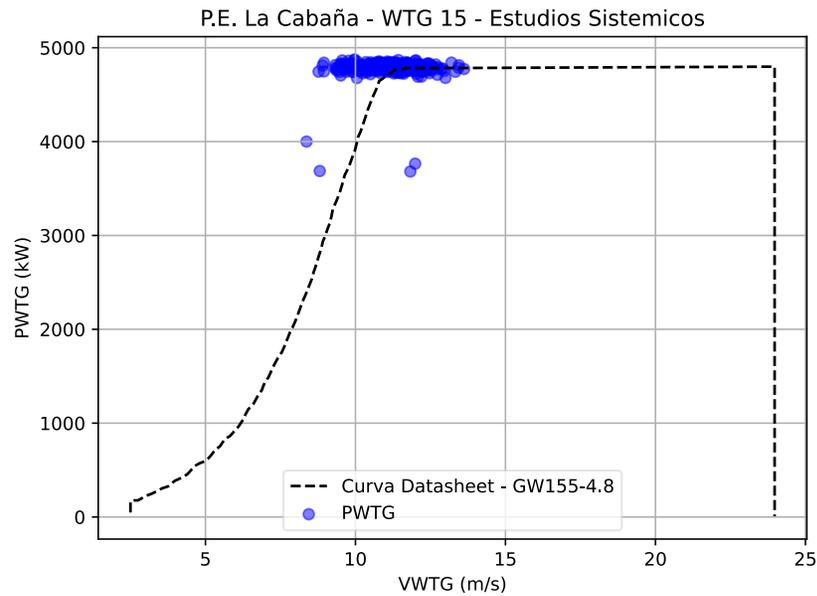


Figura 4-21: Potencia activa en función del viento | WTG_15 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23

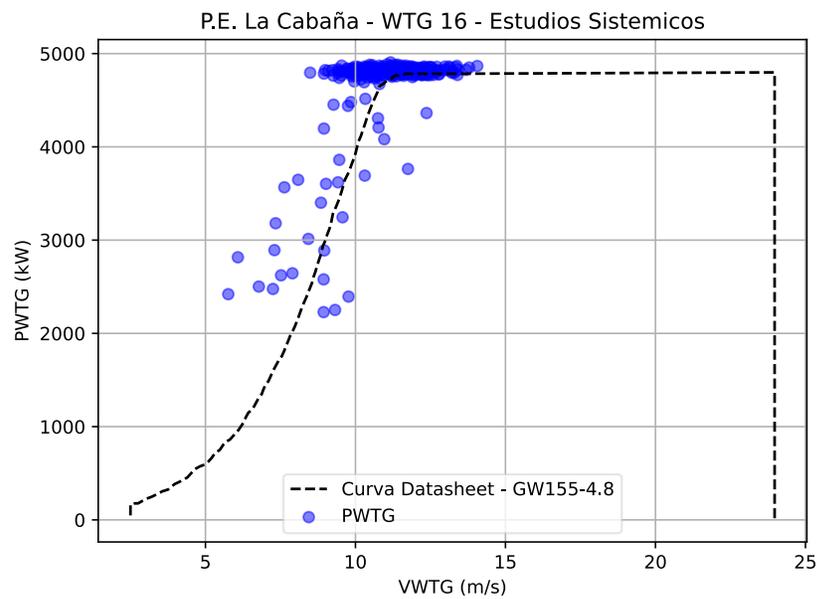
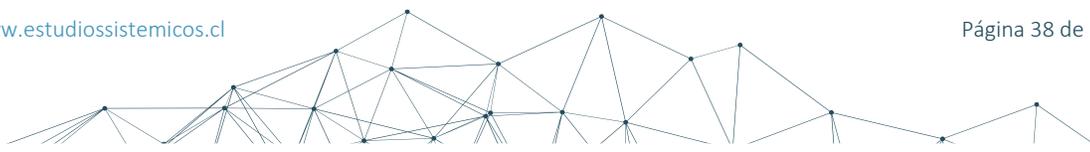


Figura 4-22: Potencia activa en función del viento | WTG_16 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23



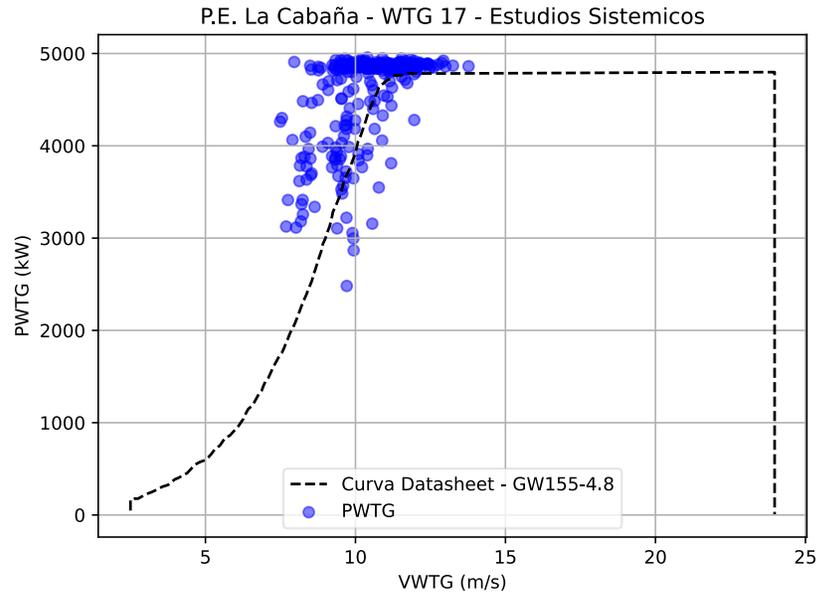


Figura 4-23: Potencia activa en función del viento | WTG_17 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23

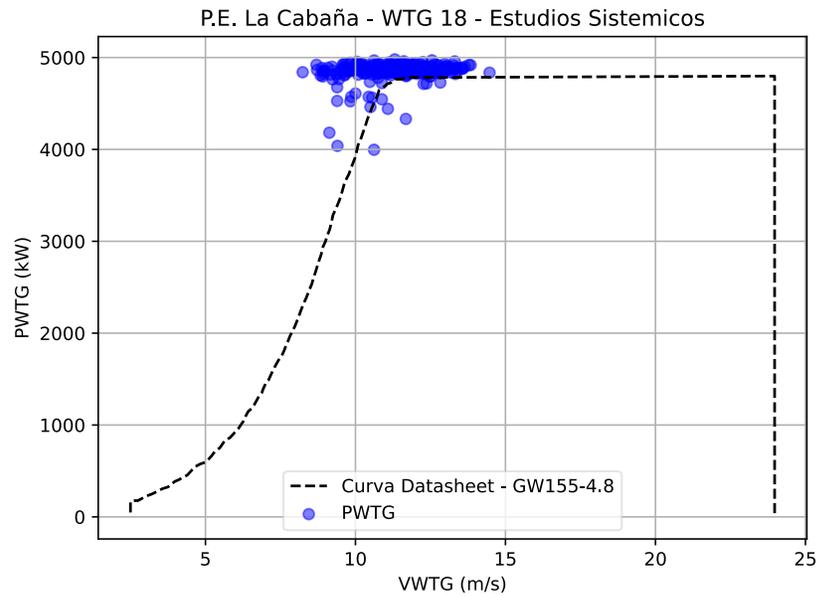
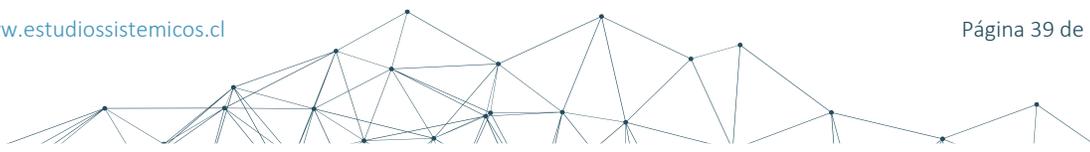


Figura 4-24: Potencia activa en función del viento | WTG_18 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23



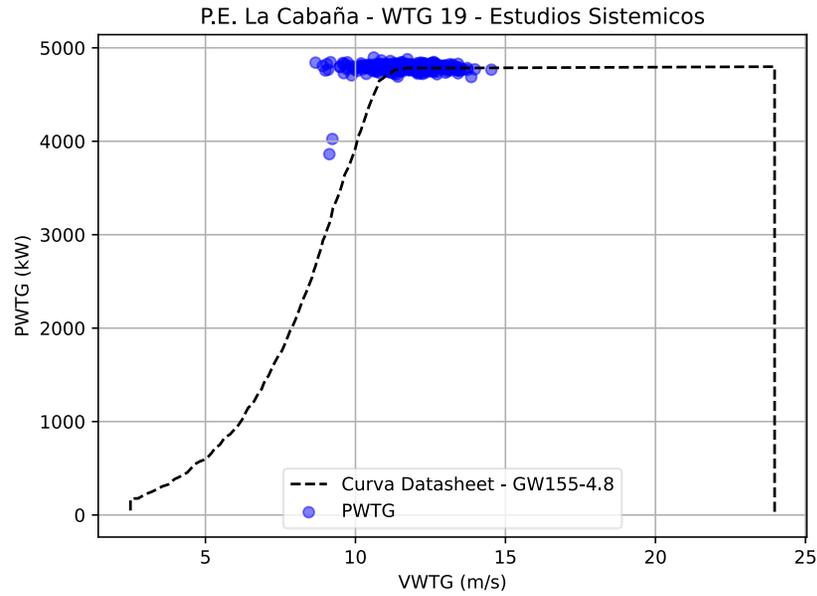


Figura 4-25: Potencia activa en función del viento | WTG_19 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23

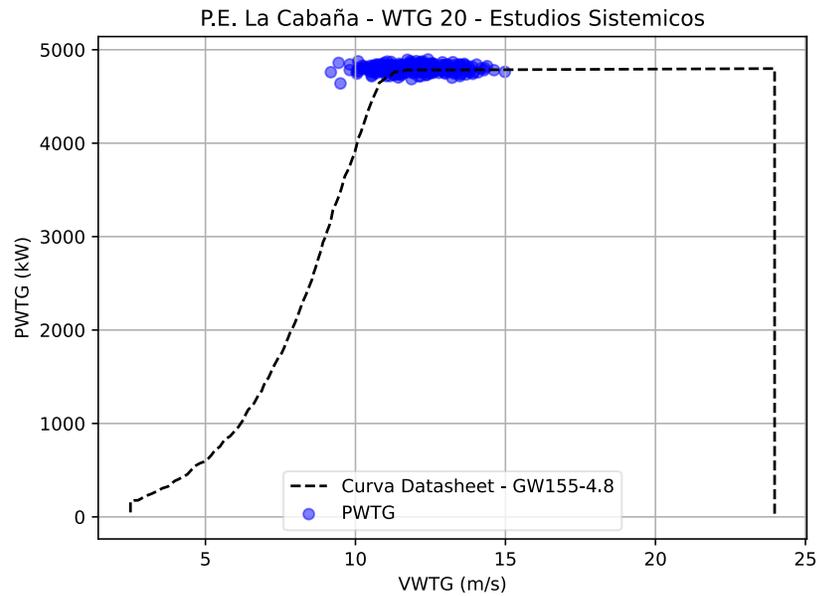
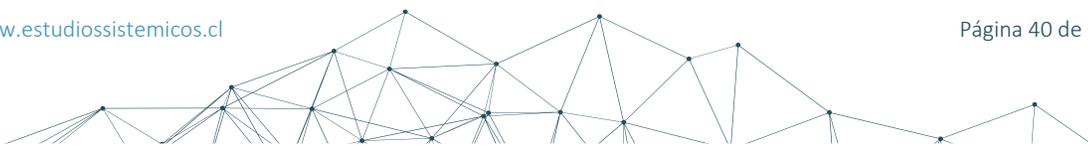


Figura 4-26: Potencia activa en función del viento | WTG_20 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23



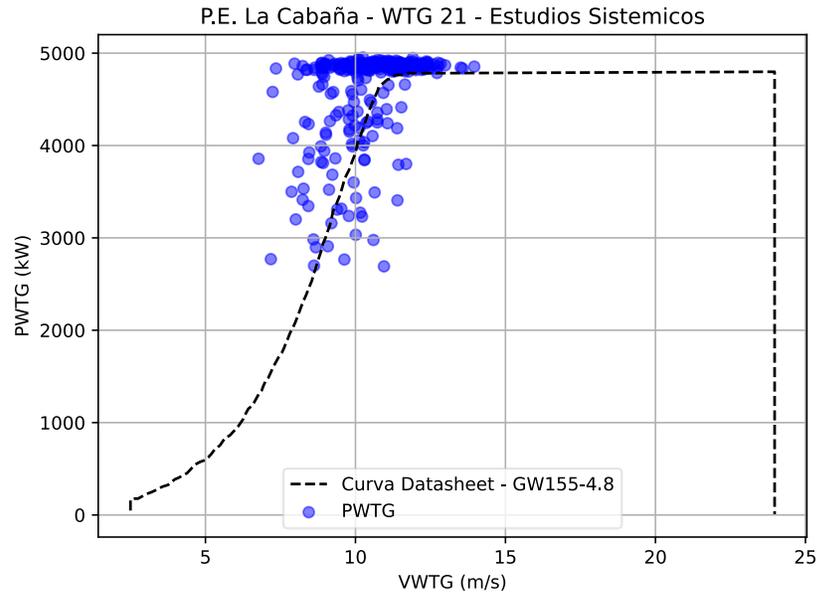


Figura 4-27: Potencia activa en función del viento | WTG_21 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23

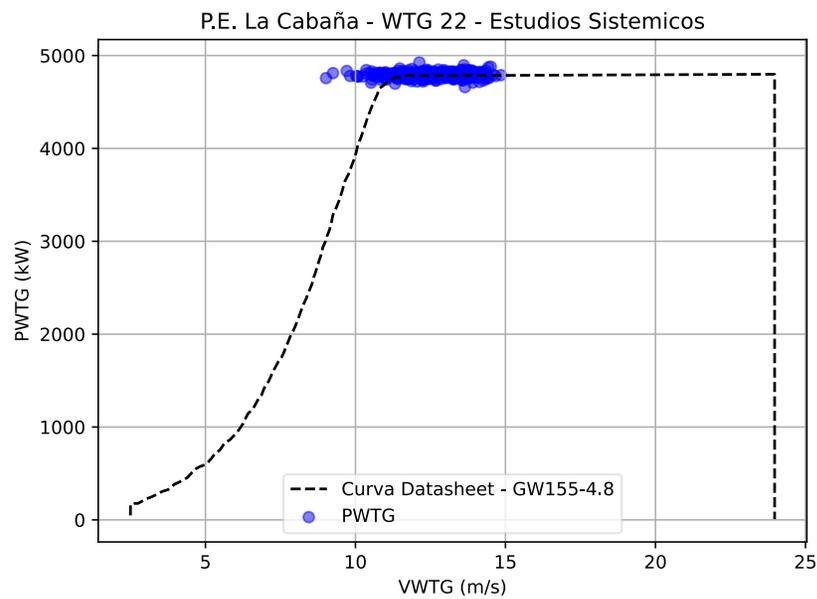
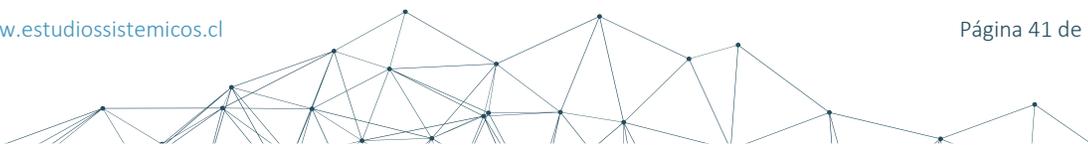


Figura 4-28: Potencia activa en función del viento | WTG_22 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 9/11/23





4.5 Cálculos en condiciones de ensayo – 23 de diciembre del 2023

Debido a que, durante la prueba de potencia máxima del día 9 de noviembre del 2023, el aerogenerador WTG13 contaba con restricciones, se repitió la prueba de potencia máxima. Se buscaron condiciones del recurso por encima del valor nominal y que la totalidad de los aerogeneradores se encontraran en servicio y sin restricciones. La nueva prueba fue realizada el día 23 de diciembre de 2023 entre las 2:00AM a las 4:00AM.

Para realizar los cálculos de este apartado se utilizarán los valores correspondientes a la fila “PROM” de la Tabla 4-2. Esto quiere decir que los valores obtenidos en este apartado están basados en un promedio de los valores registrados durante el ensayo.

A continuación, se replican los cálculos del apartado 4.4 bajo la condición del nuevo ensayo realizado.

4.5.1 Ensayos realizados

En la Figura 4-29 se presenta el registro del viento, a nivel parque, junto con la potencia activa bruta registrada en el lado de BT de cada aerogenerador. En la Figura 4-30 se presenta la potencia activa neta inyectada, en el POI, durante el periodo del ensayo. Es importante tener en cuenta que cada aerogenerador tiene una velocidad del viento distinta a la mostrada en la Figura 4-29 , la cual fue obtenida como el promedio entre las velocidades del viento de las estaciones meteorológicas de cada aerogenerador. Esta diferencia se debe a que los aerogeneradores presentan diferentes ubicaciones geográficas. En la Figura 4-31 se presenta el registro de temperatura promedio del parque.

Es importante destacar que el sistema de planta encargado de realizar los registros de las variables, de cada aerogenerador y del punto de interconexión, posee una tasa de muestreo de 1 minuto. Debido a la tasa de muestreo y a la variación del recurso primario durante la prueba, se utilizan muestras a la hora de analizar los resultados obtenidos en el ensayo. Estas muestras se toman en intervalos de tiempo donde la potencia se mantiene lo suficientemente estable. Dichas muestras, utilizadas para los cálculos, se encuentran marcadas en color rojo.

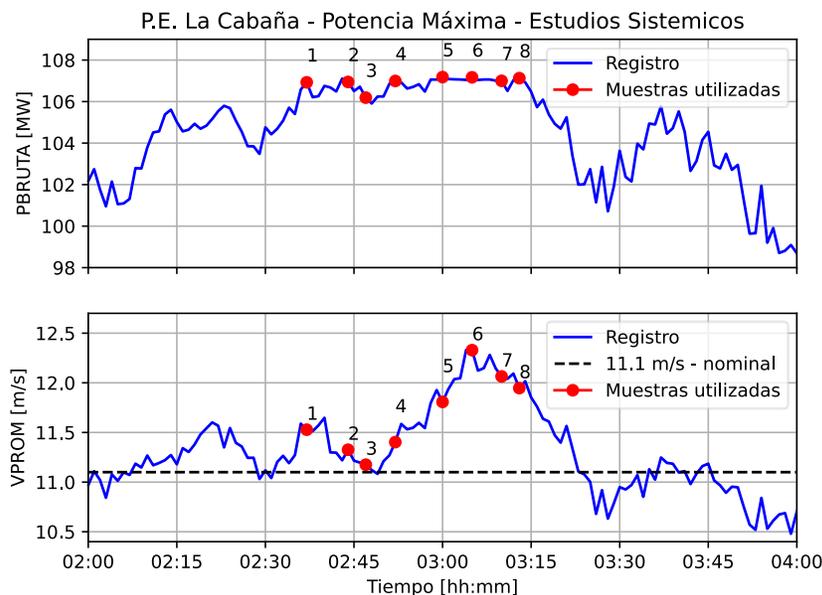


Figura 4-29: Potencia activa bruta y velocidad del viento – Ensayo de Potencia Máxima | Fecha: 23/12/23

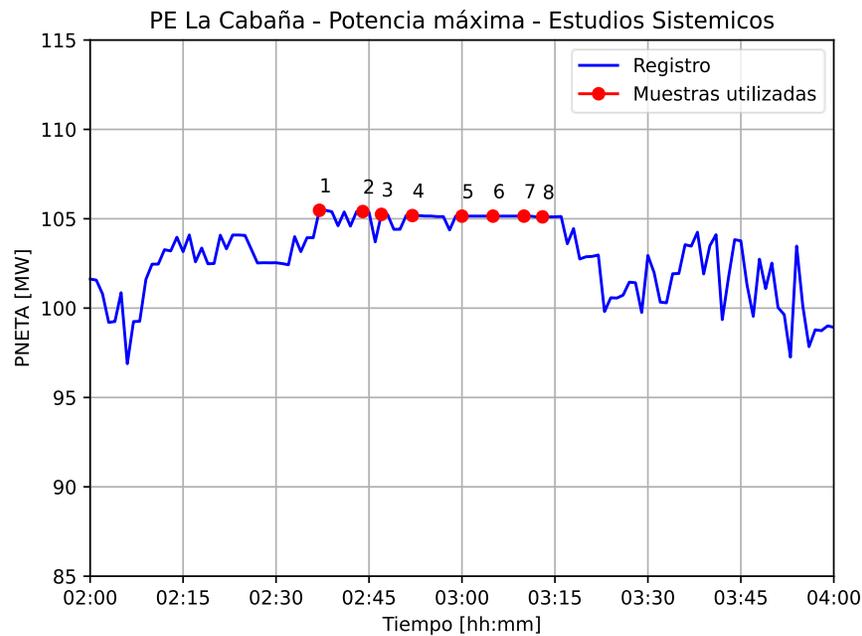


Figura 4-30: Potencia activa neta – Ensayo de Potencia Máxima | Fecha: 23/12/23

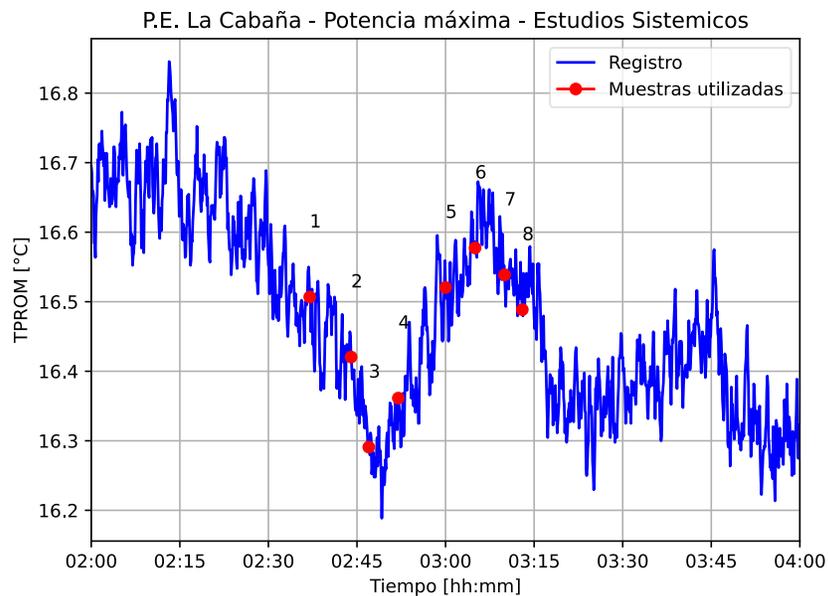


Figura 4-31: Temperatura – Ensayo de Potencia Máxima | Fecha: 23/12/23

En la Tabla 4-2 se resumen los resultados obtenidos, para los intervalos de tiempo donde la potencia se mantuvo lo suficientemente estable. Para cada uno de dichos intervalos se presenta la temperatura, velocidad del viento, potencia bruta y potencia neta.





Tabla 4-2: Promedios de Potencia Máxima | Fecha: 23/12/23

Muestra [N°]	Tiempo	Temperatura [°C]	Velocidad del viento [m/s]	Potencia bruta [MW]	Potencia neta [MW]
1	02:37	16.51	11,53	106,9280	105,4732
2	02:44	16.42	11,33	106,9458	105,4030
3	02:47	16.29	11,18	106,1890	105,2440
4	02:52	16.36	11,40	106,9922	105,1780
5	03:00	16.52	11,81	107,1796	105,1464
6	03:05	16.58	12,33	107,1685	105,1464
7	03:10	16.54	12,06	106,9996	105,1464
8	03:13	16.49	11,95	107,1282	105,1056
PROM	-	16,46	11,70	106.9414	105,2304

Utilizando los valores presentados en la Tabla 4-2 se puede decir que:

- o La temperatura promedio durante el ensayo fue de 16.46 °C. Mientras que el máximo y mínimo valor de temperatura promedio fue de 16.58 °C y 16.29 °C respectivamente. A partir de la información provista por Goldwind (presentada en la Tabla 3-3) y los valores de temperatura observados, se puede concluir que ninguno de los aerogeneradores del parque limitó su inyección de potencia activa debido a la temperatura.
- o La velocidad promedio del viento durante el ensayo fue de $11.70 \frac{m}{s}$. A partir de la información provista por la Figura 4-29, se puede concluir que durante la mayoría del tiempo de la prueba la velocidad del viento se encontró en un valor superior a los $11.1 \frac{m}{s}$ nominales, según se informó en el ANEXO I a partir del documento [2].

Además, los aerogeneradores se encontraban en modo control de reactivo dentro de su curva de capacidad sin limitar la potencia activa de forma de obtener su máxima potencia.





4.5.2 Potencia Neta

La potencia neta es la máxima potencia activa que el parque es capaz de entregar, en el punto de interconexión, durante un tiempo determinado. Como se observa en la Tabla 4-2, la potencia neta promedio inyectada por el parque, a la red, durante el ensayo fue de **105.2304 MW**, por lo tanto:

$$P_{neta}^{ens} = 105.2304 \text{ MW}$$

NOTA: El super índice “ens” indica que el valor fue obtenido a partir de datos del ensayo.

4.5.3 Potencia Bruta

La potencia del ensayo (P^{ens}) representa la sumatoria de la potencia activa de todos los aerogeneradores del parque, del lado de BT, durante el intervalo de tiempo correspondiente al ensayo realizado. Como se observa en la Tabla 4-2, la potencia promedio inyectada por los aerogeneradores, durante el ensayo, fue de 106.9414 MW, por lo tanto:

$$P^{ens} = 106.9414 \text{ MW}$$

A su vez, cada aerogenerador presenta un consumo de servicios auxiliares propio, estos consumos fueron detallados en la Tabla 3-2. Como se observa en la tabla mencionada, el consumo durante la operación de los aerogeneradores es de 41 kW, con lo cual, la potencia bruta en condiciones de ensayo puede calcularse utilizando la siguiente expresión:

$$P_{bruta}^{ens} = P^{ens} + (\text{Consumo}_{aero}^{carga} \times N^{\circ} \text{ aeros})$$
$$P_{bruta}^{ens} = 106.9414 \text{ MW} + (22 \times 41 \text{ kW}) = 107.8434 \text{ MW}$$

De los valores de velocidad del viento presentados en la Tabla 4-2 y de la Figura 4-29 se puede concluir que los aerogeneradores inyectaron su potencia bruta máxima durante gran parte del ensayo. Durante los intervalos de tiempo que los aerogeneradores no inyectaron potencia máxima se puede observar que el recurso se encuentra por debajo del valor nominal.

En la sección 4.5.6 se presenta el comportamiento de la potencia activa de cada uno de los aerogeneradores, en función del viento, durante las pruebas presentadas en esta sección. En las figuras de dicha sección se puede observar que todos los aerogeneradores alcanzaron potencia nominal durante el ensayo.

4.5.4 Consumo de los servicios auxiliares

Para el presente estudio se consideran las pérdidas en carga del transformador de SS.AA., cargas esenciales y críticas en corriente alterna, cargas permanentes en corriente continua y la potencia consumida por los servicios auxiliares de cada aerogenerador, es decir:

$$P_{SSAA,CA} = 50.834 \text{ kW} + 1.2 \text{ kW} = 52.034 \text{ kW}$$

$$P_{SSAA,CC} = 5.02 \text{ kW}$$

$$P_{tr.SSAA} = 3.5 \text{ kW}$$

$$P_{SSAA,aero} = \text{Consumo}_{aero}^{carga} \times N^{\circ} \text{ aeros} = 41 \text{ kW} \times 22 = 902 \text{ kW}$$

El consumo de los servicios auxiliares, en condiciones de ensayo, puede calcularse como:





$$P_{SSAA}^{ens} = P_{SSAA.CA} + P_{SSAA.CC} + P_{tr.SSAA} + P_{SSAA.aero}$$

Reemplazando se obtiene:

$$P_{SSAA}^{ens} = 52.034 \text{ kW} + 5.02 \text{ kW} + 3.5 \text{ kW} + 902 \text{ kW} = \mathbf{962.554 \text{ kW}}$$

4.5.5 Pérdidas en la central

Las pérdidas en la central ($P_{central}$) están compuestas por las pérdidas en el colector ($P_{colector}$) y las pérdidas del transformador de poder del parque ($P_{tr.poder}$), como se indicó en la sección 1.2. Representan a todas las pérdidas del sistema colector, incluyendo conductores, pérdidas de los transformadores de bloque y pérdidas del transformador de poder de la central.

Teniendo en cuenta el diagrama presentado en la Figura 1-1, se puede decir que la diferencia entre P_{bruta} y P_{neta} corresponde a la suma del consumo de los servicios auxiliares (P_{SSAA}) y de las pérdidas de la central ($P_{central}$). Por lo tanto, en condiciones de ensayo, es posible plantear la siguiente ecuación:

$$P_{bruta}^{ens} - P_{neta}^{ens} = P_{SSAA}^{ens} + P_{central}^{ens}$$

Esta ecuación permite expresar el valor de $P_{central}^{ens}$ en función de los valores obtenidos en los apartados previos, a partir de los ensayos realizados, es decir:

$$P_{central}^{ens} = P_{bruta}^{ens} - P_{neta}^{ens} - P_{SSAA}^{ens}$$

Reemplazando se obtiene:

$$P_{central}^{ens} = 107.8434 \text{ MW} - 105.2304 \text{ MW} - 962.554 \text{ kW} = \mathbf{1650.446 \text{ kW}}$$

Estas pérdidas pueden dividirse en aquellas correspondientes a vacío y carga. Las pérdidas de vacío pueden calcularse con la siguiente expresión:

$$P_{vacio} = P_{tr.poder-vacio} + (N^{\circ} \text{ tr. bloque} \times P_{tr.bloque-vacio})$$

En la Tabla 3-4 se indica que las pérdidas, en vacío, de los transformadores de bloque son de 7.14 kW. En la Tabla 3-5 se indica que las pérdidas, en vacío, del transformador de poder son de 50.04 kW. Mientras que las pérdidas, en vacío, del transformador de servicios auxiliares son de 0.6 kW, como se indica en la Tabla 3-6. Entonces las pérdidas en vacío pueden calcularse como:

$$P_{vacio} = 50.04 \text{ kW} + (22 \times 7.14 \text{ kW}) + 0.6 \text{ kW} = \mathbf{207.720 \text{ kW}}$$

A partir del resultado obtenido se pueden calcular las pérdidas en carga para las condiciones del ensayo como:

$$P_{central-carga}^{ens} = P_{central}^{ens} - P_{vacio}$$

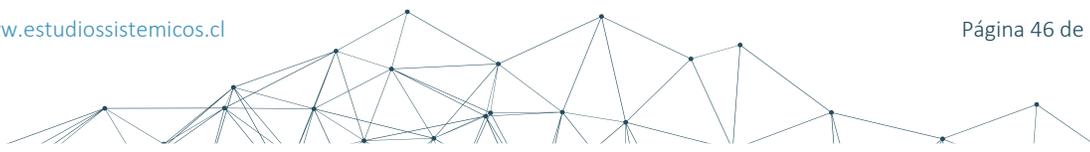
$$P_{central-carga}^{ens} = 1650.446 \text{ kW} - 207.720 \text{ kW}$$

$$P_{central-carga}^{ens} = \mathbf{1442.726 \text{ kW}}$$

Las pérdidas en carga de la central están compuestas por las pérdidas en la red colectora y por las pérdidas en el transformador de poder, es decir:

$$P_{central}^{ens} = P_{colector}^{ens} + P_{tr.poder}^{ens}$$

Para el cálculo de $P_{tr.poder}^{ens}$ se utilizan las pérdidas en carga de 388.34 kW indicadas en la Tabla 3-5, las cuales están referidas a una potencia nominal de 150 MVA. La potencia bruta promedio del





ensayo fue de 106.9414 MW, por ello se corrige el consumo del transformador de poder a este valor de potencia utilizando la siguiente ecuación:

$$P_{tr.poder-carga}^{ens} = P_{tr.poder-carga}^{placa} \times \left(\frac{P_{bruta}^{ens}}{S_{tr.poder}^{placa}} \right)^2$$

Reemplazando obtenemos:

$$P_{tr.poder-carga}^{ens} = 388.34 \text{ kW} \times \left(\frac{106.9414 \text{ MW}}{150 \text{ MVA}} \right)^2 = \mathbf{197.388 \text{ kW}}$$

Entonces, las pérdidas del transformador de poder resultan de la suma de las pérdidas en carga, para la situación ensayada, más las pérdidas de vacío del mismo, es decir:

$$P_{tr.poder}^{ens} = P_{tr.poder-carga}^{ens} + P_{tr.poder-vacio}$$
$$P_{tr.poder}^{ens} = 197.388 \text{ kW} + 50.04 \text{ kW} = \mathbf{247.428 \text{ kW}}$$

A partir de este valor es posible obtener $P_{colector}^{ens}$ a partir de la siguiente ecuación:

$$P_{colector}^{ens} = P_{central}^{ens} - P_{tr.poder}^{ens}$$
$$P_{colector}^{ens} = 1650.446 \text{ kW} - 247.428 \text{ kW}$$
$$P_{colector}^{ens} = \mathbf{1403.018 \text{ kW}}$$

Las mismas contienen las pérdidas de los transformadores de bloque (en vacío y carga) y las pérdidas de los conductores de la red colector de media tensión.

Durante el ensayo la totalidad de los aerogeneradores se encontraban a potencia nominal, con lo cual las pérdidas en carga de los transformadores de bloque coinciden con las presentadas en la Tabla 3-4 (35.8 kW). Con lo cual, a partir de la siguiente ecuación, es posible calcular las pérdidas en carga de los transformadores de bloque:

$$P_{tr.bloque-carga}^{ens} = N^{\circ} \text{ tr. bloque} \times P_{tr.bloque-carga}$$

Reemplazando se obtiene:

$$P_{tr.bloque-carga}^{ens} = 22 \times 35.8 \text{ kW} = \mathbf{787.600 \text{ kW}}$$

Entonces, las pérdidas de los transformadores de bloque resultan de la suma de las pérdidas en carga, para la situación ensayada, más las pérdidas de vacío de los mismos, es decir:

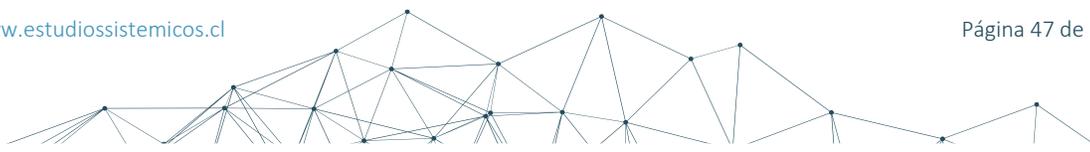
$$P_{tr.bloque}^{ens} = P_{tr.bloque-carga}^{ens} + (N^{\circ} \text{ tr. bloque} \times P_{tr.bloque-vacio})$$
$$P_{tr.bloque}^{ens} = 787.600 \text{ kW} + (22 \times 7.14 \text{ kW}) = \mathbf{944.680 \text{ kW}}$$

A partir del valor de las pérdidas en el colector y de las perdidas en los transformadores de bloque, es posible calcular las pérdidas propias de los conductores:

$$P_{conductores}^{ens} = P_{colector}^{ens} - P_{tr.bloque}^{ens}$$

Reemplazando obtenemos:

$$P_{conductores}^{ens} = 1403.018 \text{ kW} - 944.680 \text{ kW} = \mathbf{458.338 \text{ kW}}$$



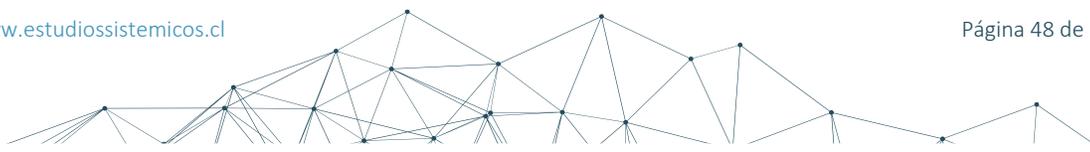


4.5.6 Potencia en aerogeneradores

En las siguientes figuras se presentan las curvas de potencia en función del viento, registrado por la estación meteorológica propia de cada uno de los aerogeneradores, durante el periodo del ensayo de potencia máxima del 23/12/23 para el Parque Eólico La Cabaña.

La Figura 4-6 presenta un resumen de todos los aerogeneradores, mientras que en las restantes figuras se muestra en forma individual el comportamiento de cada uno de los aerogeneradores.

En línea **negra** a trazos se presenta la curva del fabricante, mientras que en color **azul** se muestran los registros obtenidos durante el ensayo. El eje y representa la potencia activa en kW, mientras que el eje x representa la velocidad del viento en $\frac{m}{s}$.



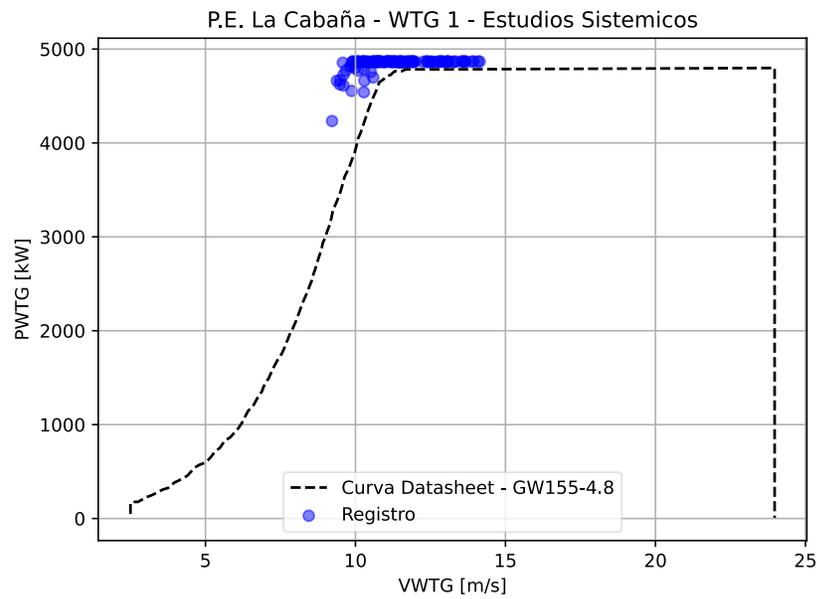


Figura 4-32: Potencia activa en función del viento | WTG_1 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23

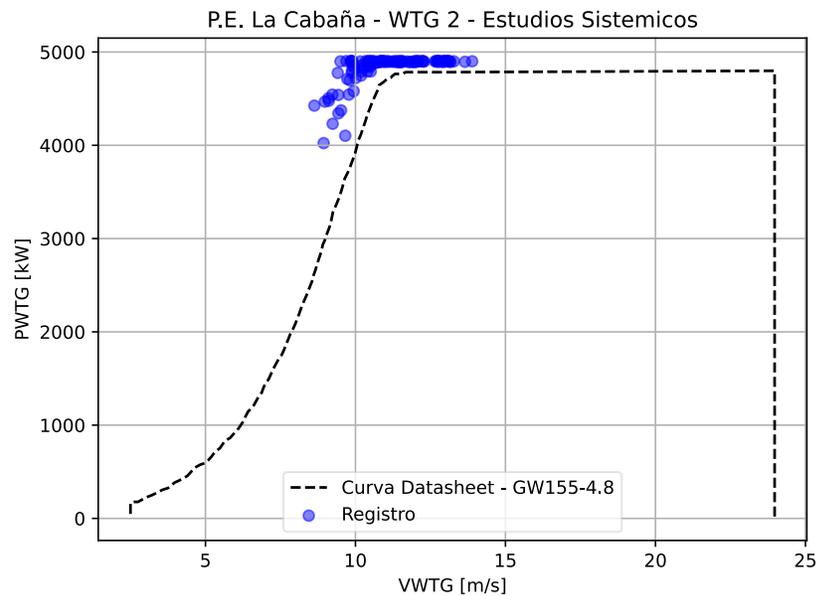
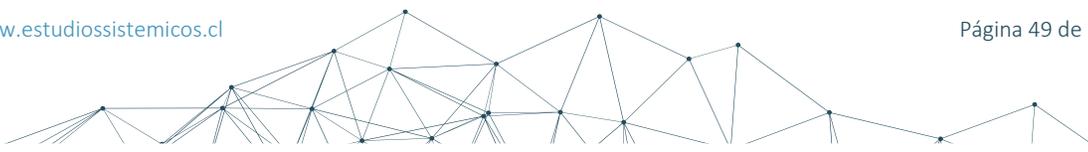


Figura 4-33: Potencia activa en función del viento | WTG_2 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23



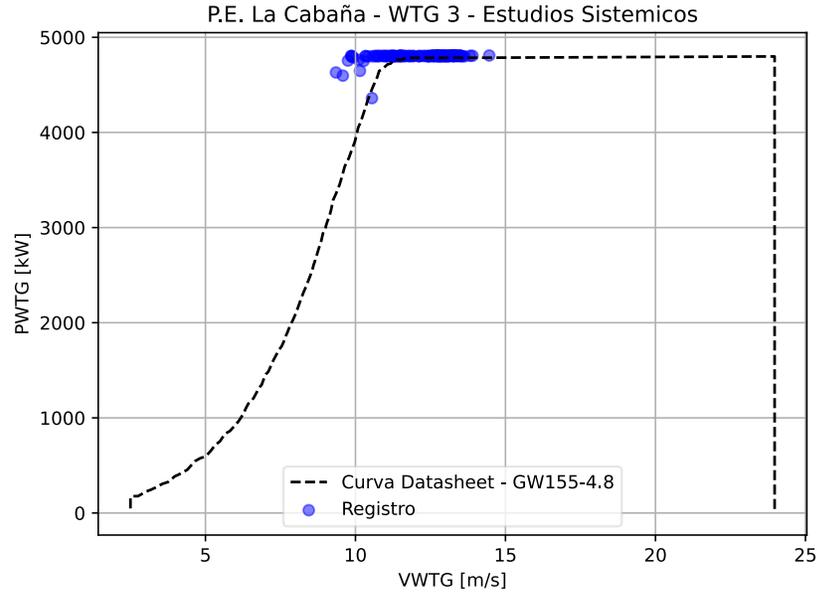


Figura 4-34: Potencia activa en función del viento | WTG_3 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23

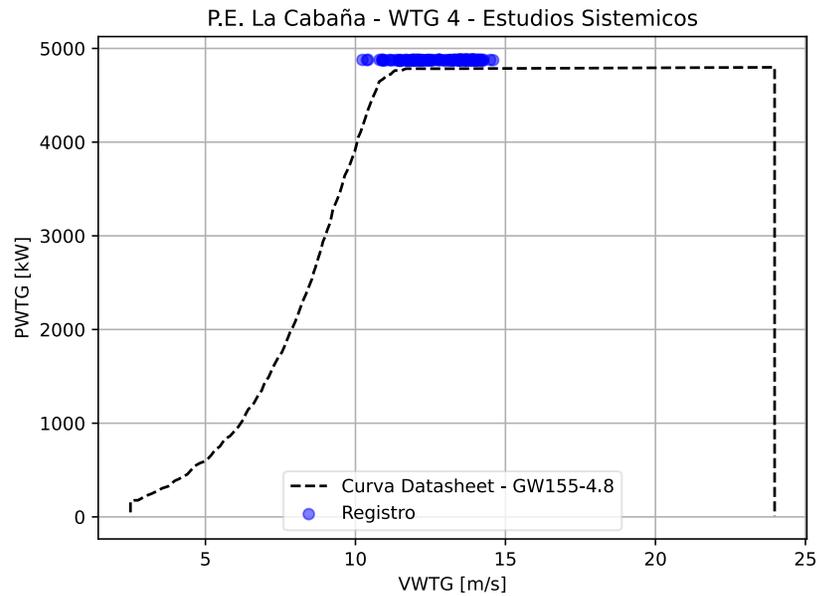
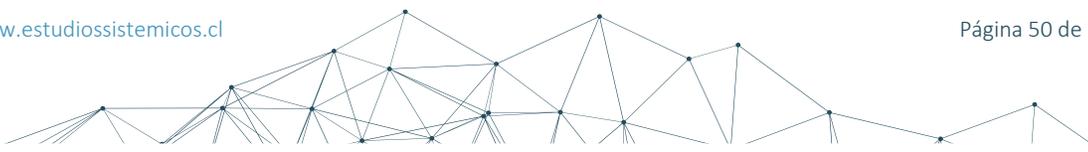


Figura 4-35: Potencia activa en función del viento | WTG_4 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23



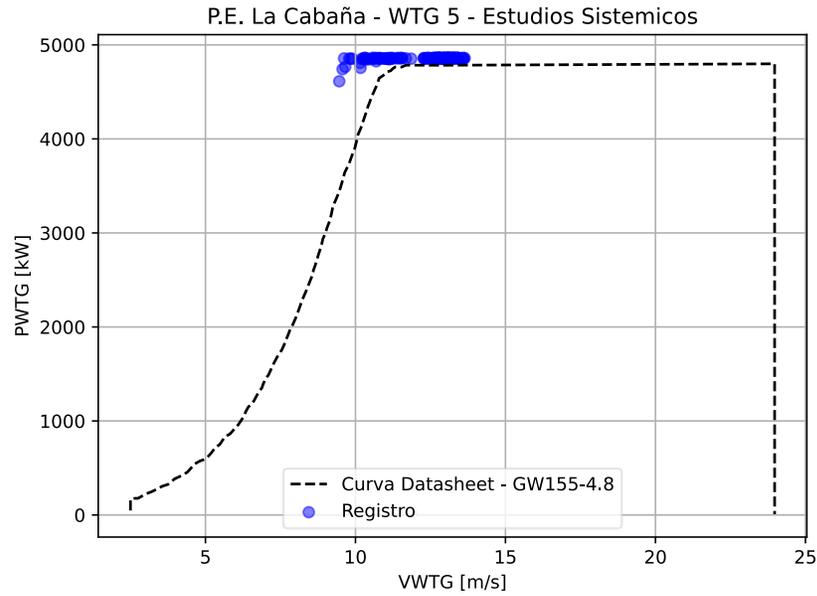


Figura 4-36: Potencia activa en función del viento | WTG_5 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23

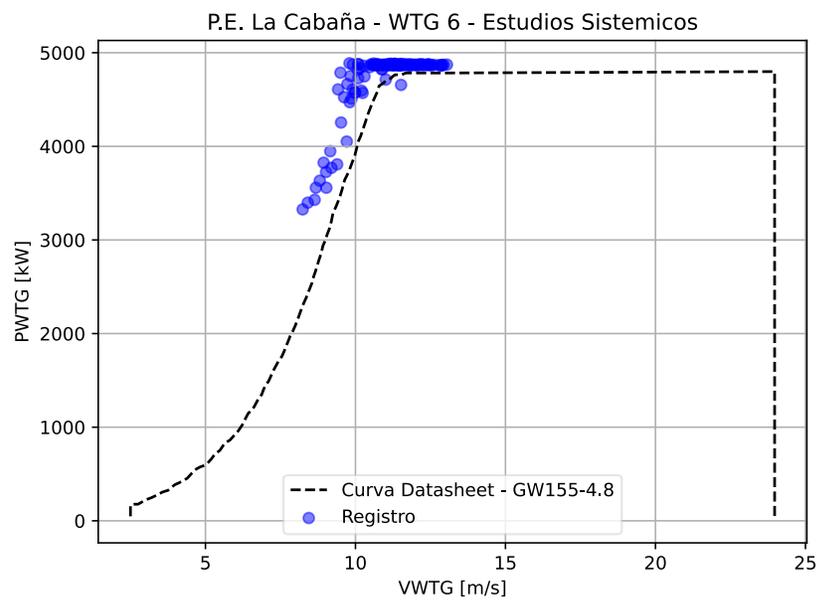
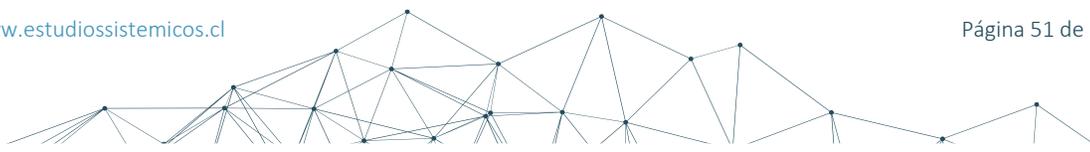


Figura 4-37: Potencia activa en función del viento | WTG_6 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23



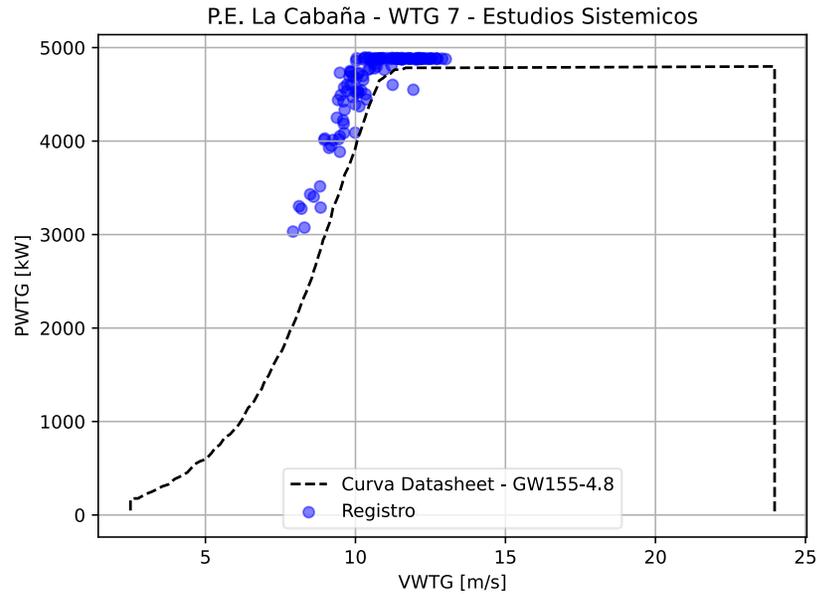


Figura 4-38: Potencia activa en función del viento | WTG_7 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23

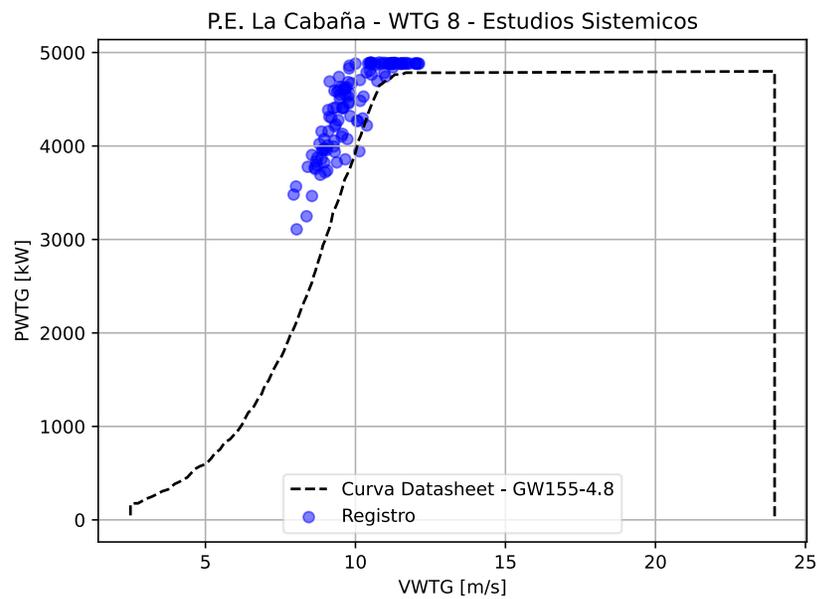


Figura 4-39: Potencia activa en función del viento | WTG_8 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23



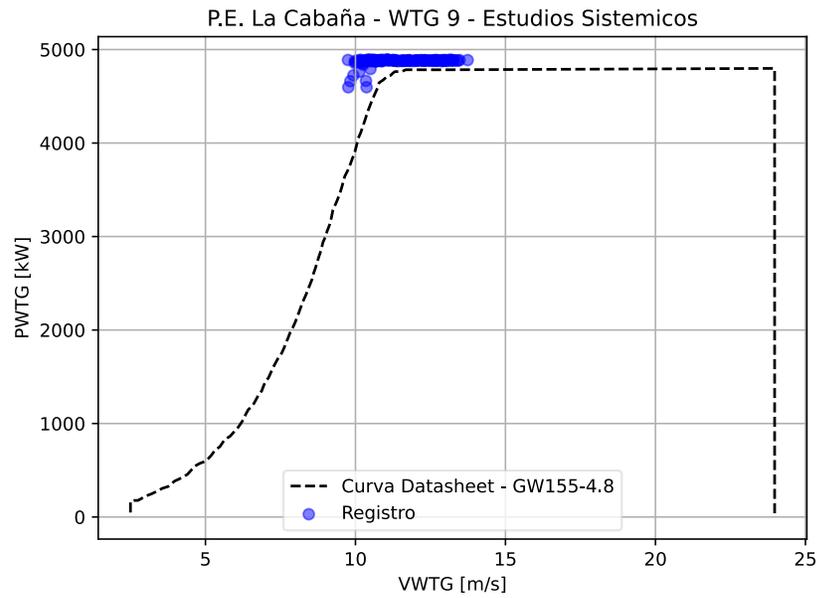


Figura 4-40: Potencia activa en función del viento | WTG_9 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23

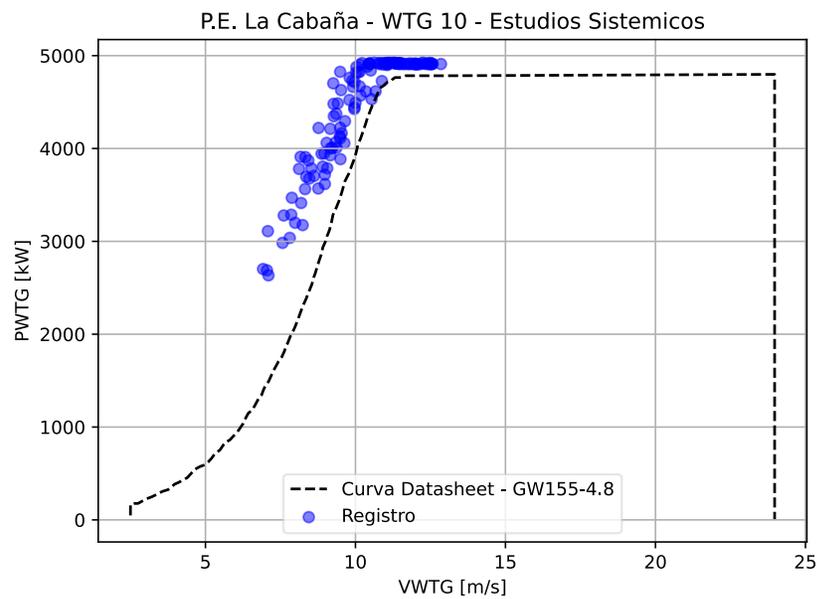
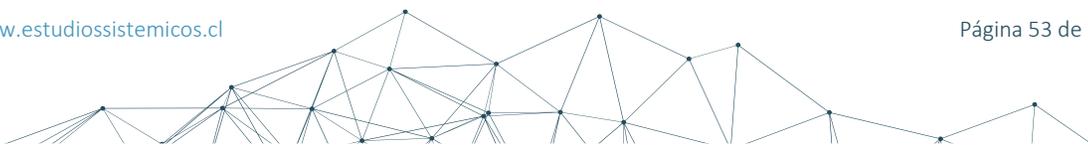


Figura 4-41: Potencia activa en función del viento | WTG_10 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23



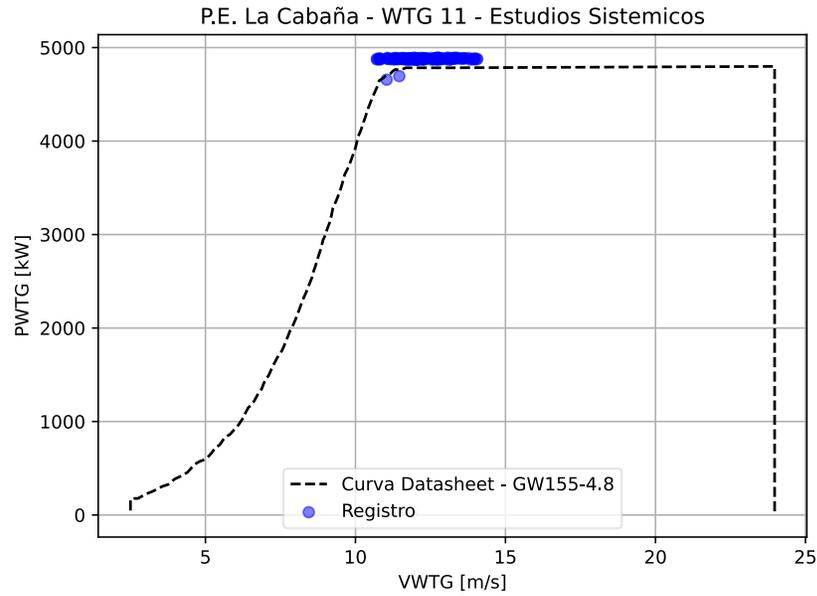


Figura 4-42: Potencia activa en función del viento | WTG_11 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23

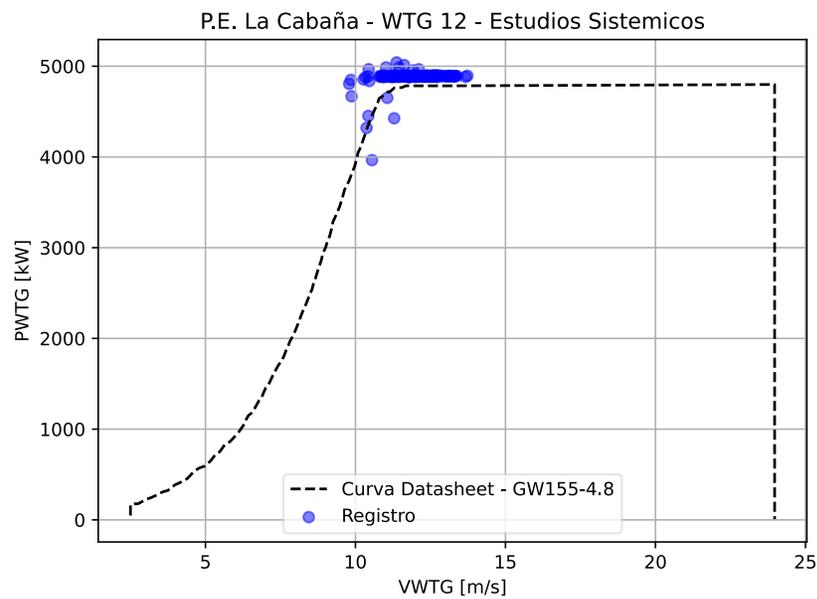
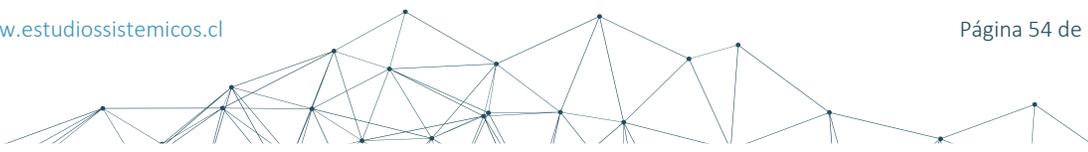


Figura 4-43: Potencia activa en función del viento | WTG_12 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23



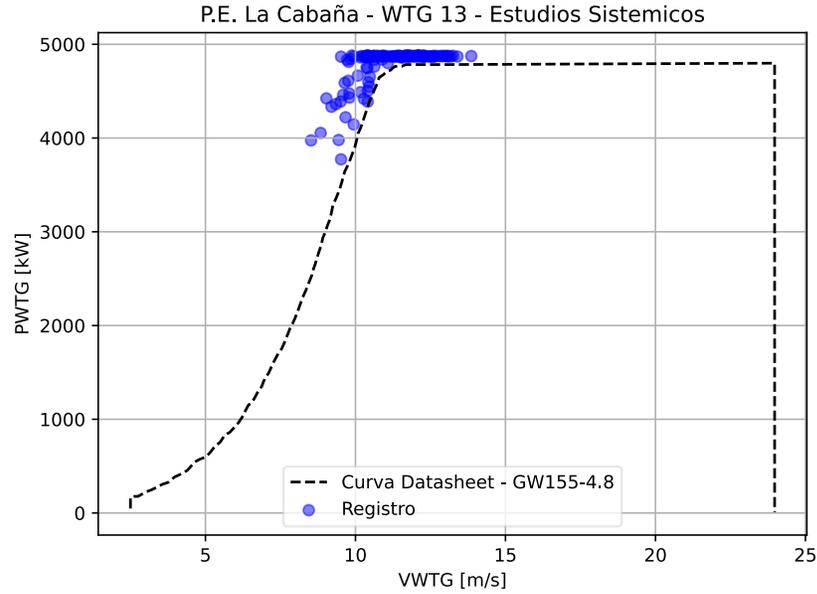


Figura 4-44: Potencia activa en función del viento | WTG_13 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23

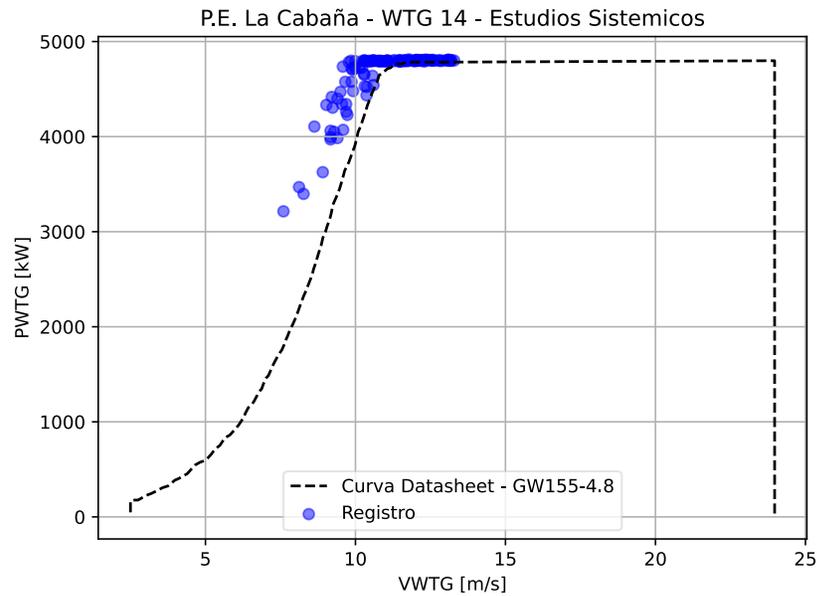
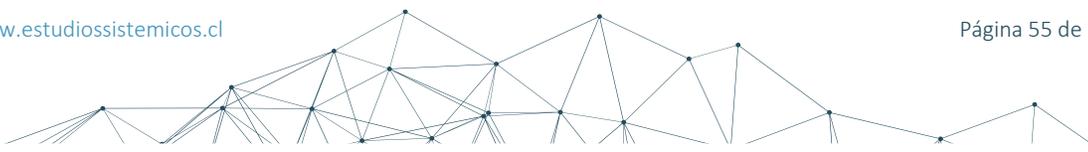


Figura 4-45: Potencia activa en función del viento | WTG_14 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23



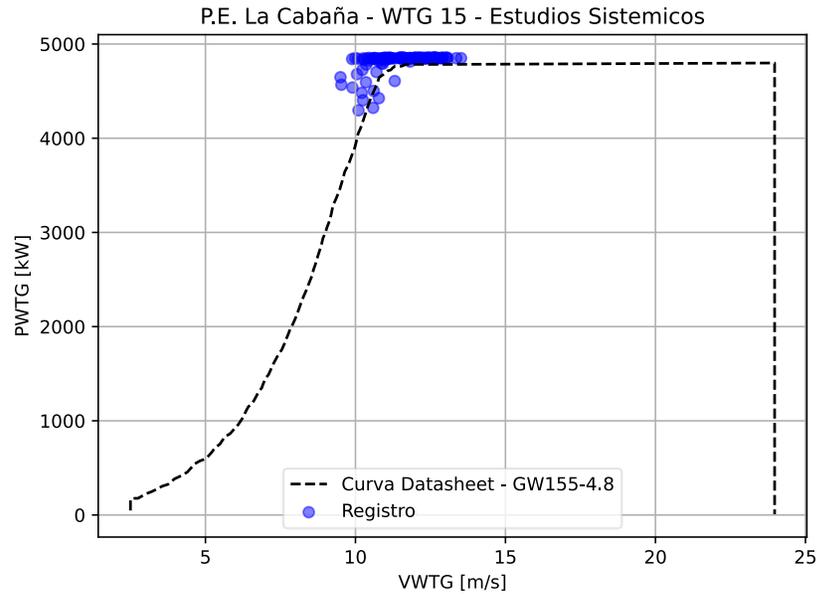


Figura 4-46: Potencia activa en función del viento | WTG_15 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23

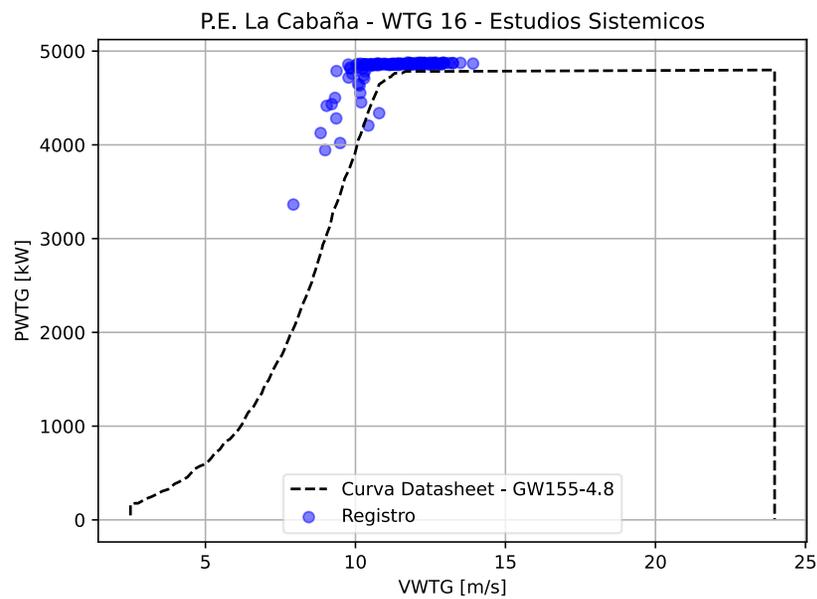
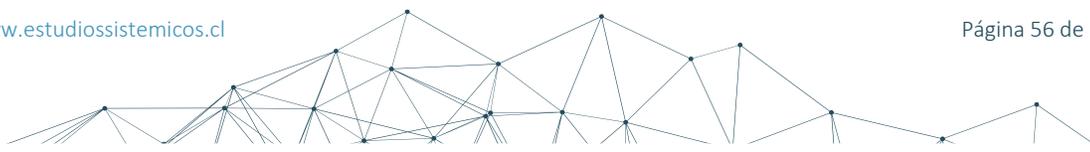


Figura 4-47: Potencia activa en función del viento | WTG_16 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23



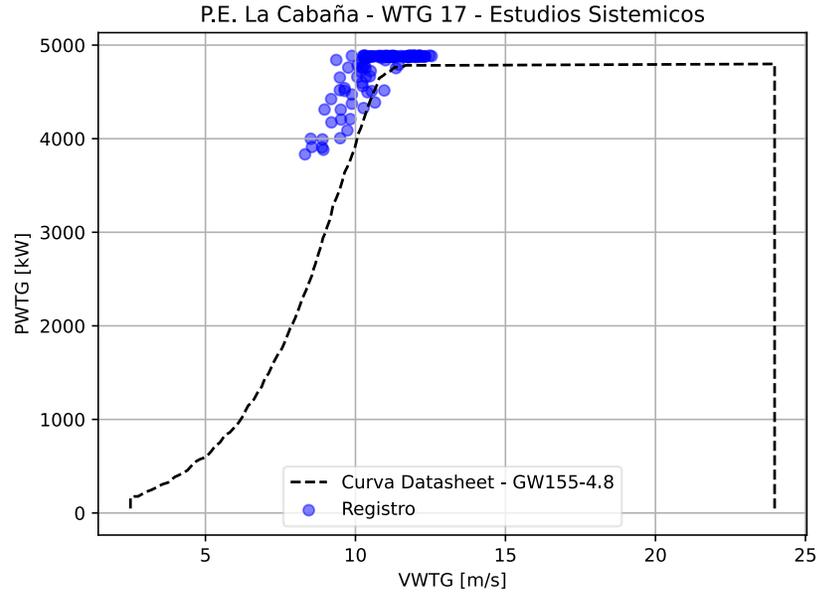


Figura 4-48: Potencia activa en función del viento | WTG_17 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23

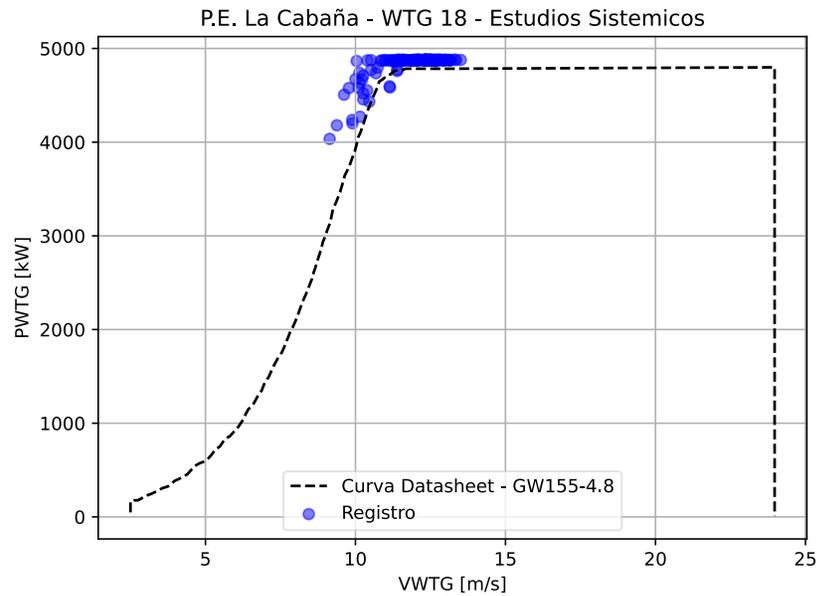
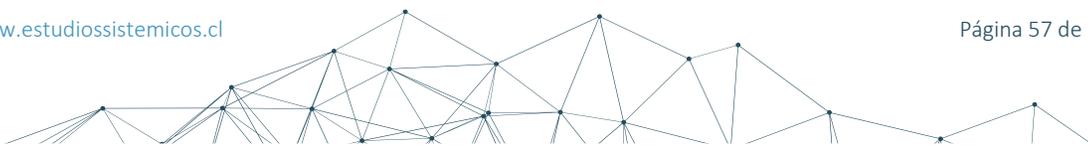


Figura 4-49: Potencia activa en función del viento | WTG_18 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23



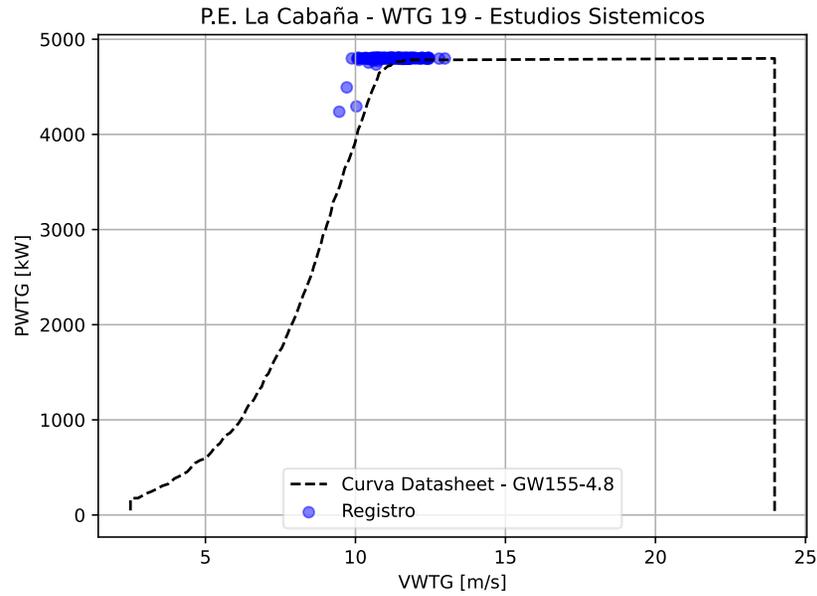


Figura 4-50: Potencia activa en función del viento | WTG_19 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23

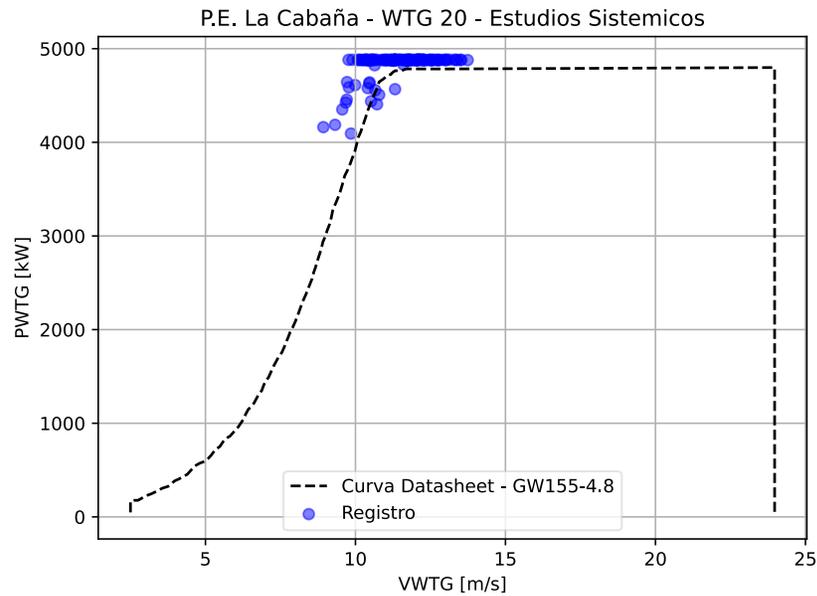
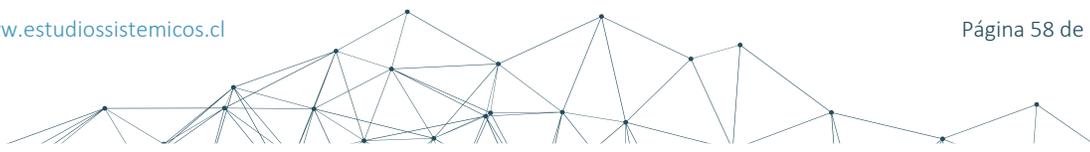


Figura 4-51: Potencia activa en función del viento | WTG_20 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23



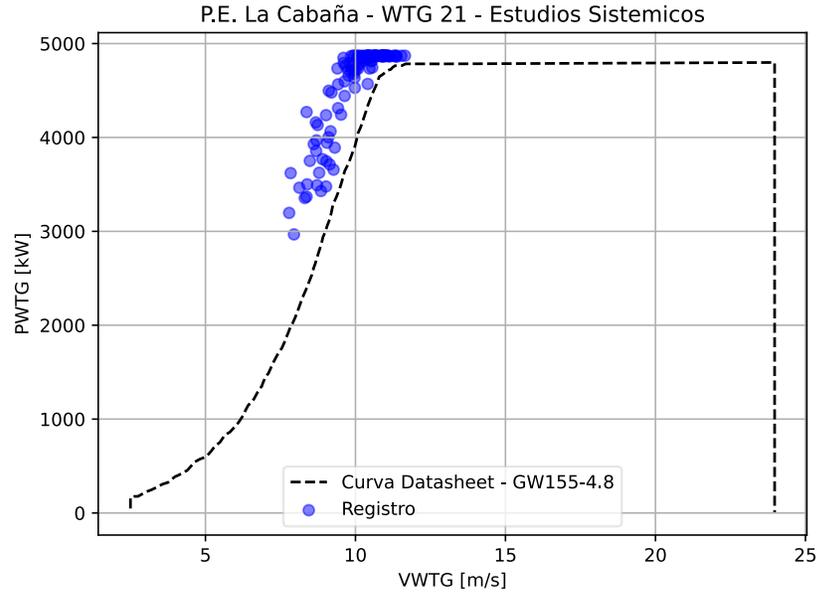


Figura 4-52: Potencia activa en función del viento | WTG_21 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23

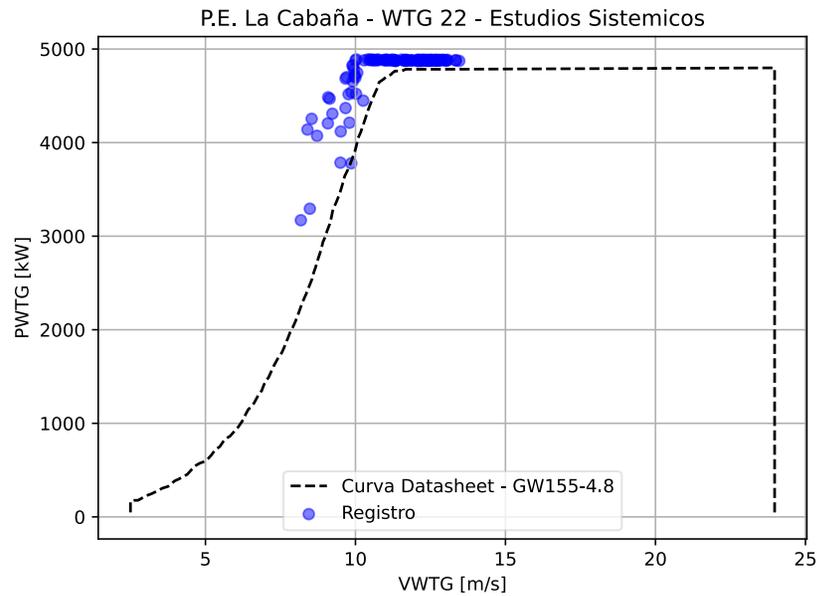
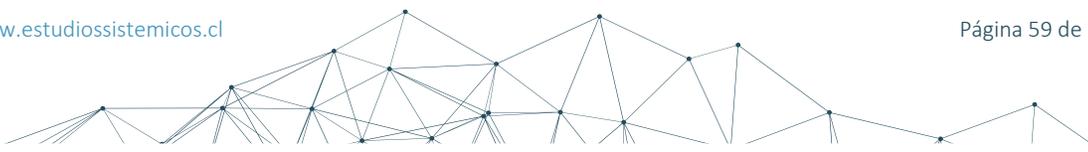


Figura 4-53: Potencia activa en función del viento | WTG_22 | Parque Eólico La Cabaña | Fecha: 23/12/23





4.5.7 Potencia neta por etapa

A partir del modelo desarrollado en DigSILENT, presentado en el informe “22095-INF-EGP-047- Informe_Validación_PE_La_Cabaña” [7], y habiendo realizado el cálculo de los valores de pérdidas en las secciones anteriores, los cuales resultaron iguales al modelo presentado en el informe de VMD, es posible obtener la potencia máxima neta de cada una de las etapas del parque.

4.5.7.1 Etapa 1

La etapa 1 está compuesta por el circuito N°1, N°2 y N°3. Dichos circuitos contienen a los aerogeneradores WTG1, WTG2, WTG3, WTG4, WTG5, WTG6B, WTG6, WTG7, WTG8 y WTG21. Para la realización de estos cálculos la etapa 2 se encuentra fuera de servicio, como se muestra en la Figura 4-54.

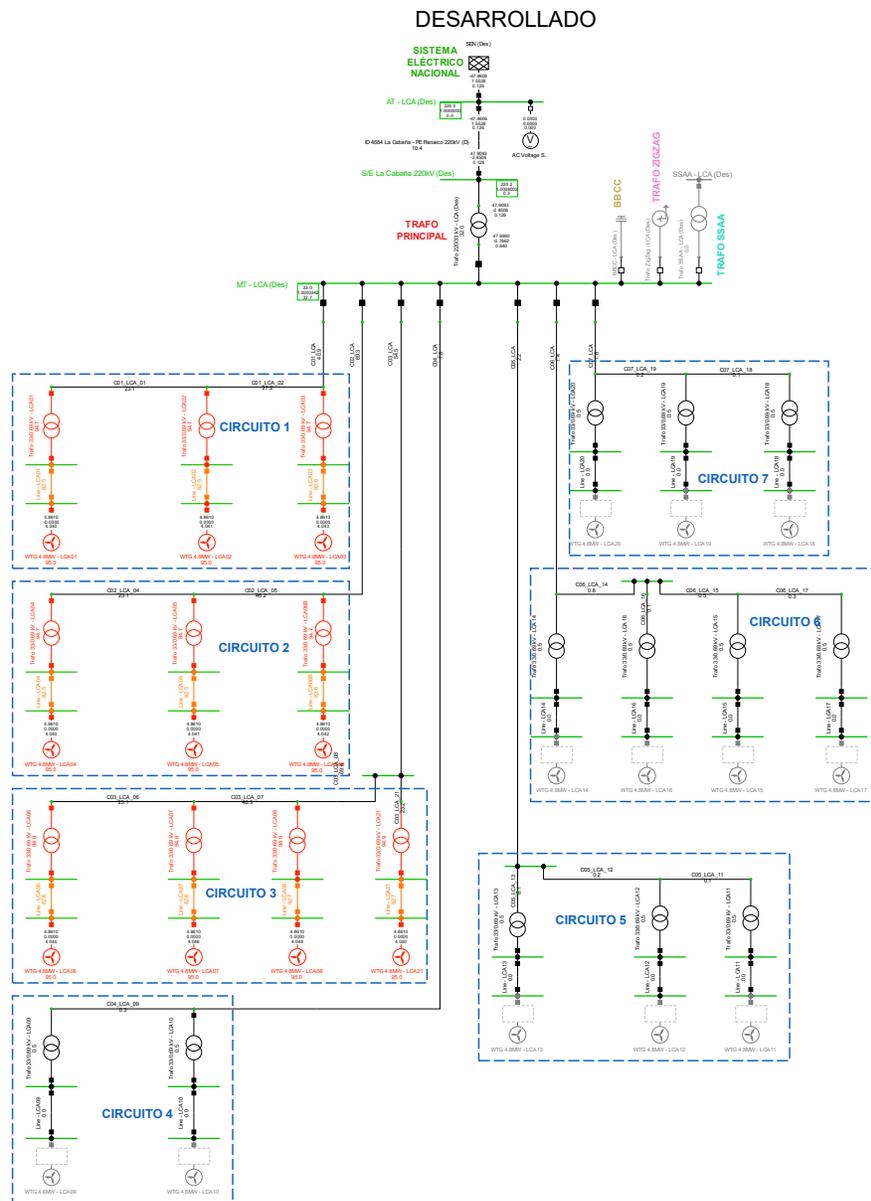


Figura 4-54: Etapa 1 – Potencia Máxima



Se despachan los 10 aerogeneradores de la etapa 1 a la potencia bruta promedio, registrada durante el ensayo de máxima carga del 23 de diciembre de 2023. Dicho valor es:

$$P_{bruta.prom}^{max} = \frac{106.9414 \text{ MW}}{N^{\circ} \text{ aeros}} = \frac{106.9414 \text{ MW}}{22} = 4.8610 \text{ MW}$$

A partir de dicha simulación se obtiene la potencia neta entregada por la etapa 1, en el lado de AT del transformador de poder. El resultado obtenido es de 47.8113 MW, es decir:

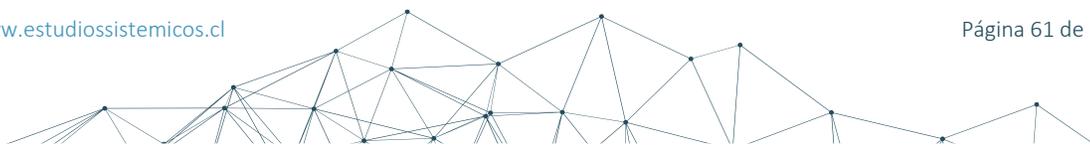
$$P_{neta.etapa1}^{max} = 47.9093 \text{ MW}$$

4.5.7.2 Etapa 2

La etapa 2 está compuesta por el circuito N°4, N°5, N°6 y N°7. Dichos circuitos contienen a los aerogeneradores WTG9, WTG10, WTG11, WTG12, WTG13, WTG14, WTG15, WTG16, WTG17, WTG18, WTG19 y WTG20.

Es posible calcular la potencia neta máxima, de la etapa 2, como la diferencia entre los valores obtenidos durante el ensayo de potencia máxima del 23 de diciembre de 2023(*) y los resultados de la simulación realizada para la etapa 1. Es decir:

$$P_{neta.etapa2}^{max} = P_{neta}^{max (*)} - P_{neta.etapa1}^{max}$$
$$P_{neta.etapa2}^{max} = 105.2304 \text{ MW} - 47.9093 \text{ MW} = 57.3211 \text{ MW}$$





5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En esta sección se resumen los principales resultados y se exponen las conclusiones referidas a las pruebas de potencia máxima del Parque Eólico La Cabaña en su totalidad (Etapa 1 + Etapa 2), propiedad de ENEL GREEN POWER S.A.

Para la realización de las pruebas de potencia máxima se deshabilitó el control primario de frecuencia a fin de evitar variaciones en la potencia activa. Además, se mantuvieron operativos solo los servicios auxiliares esenciales para la operación de las unidades. La consigna configurada en el PPC a la hora de realizar el ensayo fue de 105.6 MW, es decir, potencia bruta nominal, a fin de poder obtener la mayor potencia neta posible en función del recurso primario (viento) disponible.

Durante la realización del ensayo de potencia máxima, del día 9 de noviembre de 2023, se contó con 21 aerogeneradores sin restricciones y 1 aerogenerador (WTG13) limitado a la mitad de su potencia nominal (debido a tareas de mantenimiento). La potencia bruta registrada durante este ensayo fue de **103.6014 MW**, alcanzando una potencia neta, en el POI, de **101.9482 MW**. La velocidad promedio del viento durante la prueba fue de **11.82 m/s**.

Debido a que durante la prueba realizada en el mes de noviembre no se contó con la totalidad de los aerogeneradores sin restricciones, se repitió el ensayo de potencia máxima con todos los aerogeneradores en servicio y sin limitaciones. Esta nueva prueba fue realizada el día 23 de diciembre del 2023.

Durante la prueba del 23 de diciembre de 2023 se alcanzó una potencia bruta de **106.9414 MW** y una potencia neta, en el POI, de **105.2304 MW**. La velocidad promedio del viento durante esta prueba fue de **11.70 m/s** y la temperatura promedio fue de **16.46 °C**. Debido a que los aerogeneradores se encontraban en modo control de reactivo (operando dentro de su curva de capacidad), con velocidades de viento mayores a la nominal y temperaturas que no limitaban su generación, fue posible obtener la máxima potencia activa a cada uno de ellos sin la necesidad de aplicar factores de corrección.

A partir de los resultados obtenidos en el ensayo del 23 de diciembre, se calculó la potencia neta de cada una de las etapas, del parque, de forma individual. El resultado obtenido fue de **47.4030 MW** para la etapa 1 y **57.8274 MW** para la etapa 2.

En ambas pruebas, de potencia máxima, la velocidad del viento presentó grandes variaciones. Debido a que las velocidades registradas se encontraban muy cercanas a la nominal (11.1 m/s), se observan variaciones de potencia activa durante ambos ensayos. Utilizando las velocidades del viento, registradas durante ambas pruebas, se verificó que los aerogeneradores cumplan con la curva de potencia en función del viento establecida por Goldwind.

En la Tabla 5-1 se resumen los resultados obtenidos a partir del ensayo de potencia máxima, del Parque Eólico La Cabaña, realizado el día 23 de diciembre de 2023.

Tabla 5-1: Resumen de resultados PMAX – Parque Eólico La Cabaña – Ensayo 23 de diciembre del 2023

Central/Unidad	Potencia Máxima Bruta [MW]	SS/AA [MW]	Pérdidas en la central ⁽¹⁾ [MW]	Potencia Máxima Neta ⁽²⁾ [MW]
P.E. La Cabaña (E1 + E2)	107,8434	0,9626	1,6504	105,2304

(1) Este valor incluye las pérdidas del sistema colector de media tensión (MW) y del transformador de poder (MW).

(2) Inyectada en la barra de alta tensión (220 kV) del transformador de potencia de la S/E La Cabaña.





6. ANEXOS

ANEXO I HOJA DE DATOS DE AEROGENERADORES

En el siguiente anexo se presentan las hojas de datos para los aerogeneradores Goldwind modelo GW155-4.8 de 4.8 MW, se indican en **rojo** los valores correspondientes al mismo.

No.	Component	Unit	Technical parameters			
1	Data of wind turbine					
1.1	Type		GW155-4.5 GW155-4.5-HS GW155-4.5-OS	GW155-4.5(4.6) GW155-4.5-HS(4.6) GW155-4.5-OS(4.6)	GW155-4.5(4.7) GW155-4.5-HS(4.7) GW155-4.5-OS(4.7)	GW155-4.5(4.8) GW155-4.5-HS(4.8) GW155-4.5-OS(4.8)
1.2	Rated power	kW	4500	4600	4700	4800
1.3	Power regulation method		Variable-pitch variable-speed			
1.4	Wind wheel diameter	m	155			
1.5	Hub height	m	110, 95, based on project need			
1.6	Applicable wind class		IEC S			
1.7	Cut-in wind speed	m/s	2.5			
1.8	Rated wind speed (steady, standard air density)	m/s	10.8	10.9	11	11.1

Figura 6-1 Hoja de datos de los aerogeneradores - Goldwind GW155-4.8 [2].

En función de dichos parámetros y partiendo de las ecuaciones de energía cinética de un aerogenerador, se obtiene una curva de potencia en función del viento con la siguiente forma:

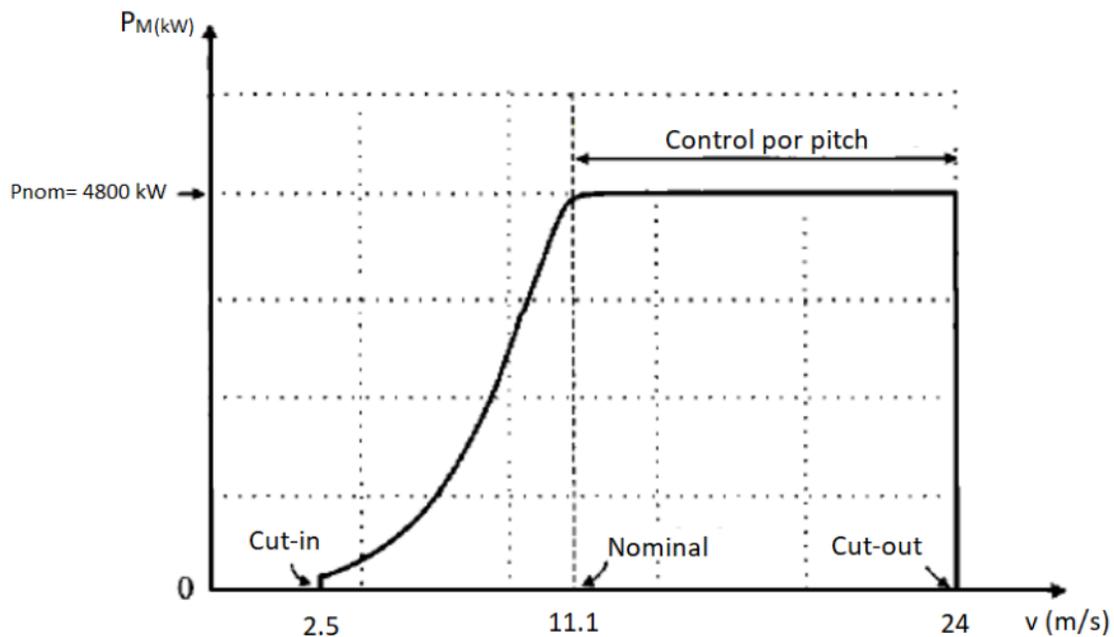


Figura 6-2 Curva Potencia vs Viento de los aerogeneradores – Goldwind GW155-4.8.



En la misma se observa que el aerogenerador comienza a generar potencia activa a partir de una velocidad del viento de 2.5 m/s. La potencia generada aumenta hasta que el viento alcanza una velocidad nominal de 11.1 m/s. El incremento de potencia activa del aerogenerador responde al cubo de la velocidad del viento. Al alcanzar su potencia nominal (11.1 m/s), el aerogenerador, comienza a realizar regulación de potencia activa mediante el control de pitch de sus aspas. Esto último lo realiza cuando la velocidad del viento se encuentra entre 11.1 y 24 m/s, ya que luego de dicho valor alcanza la velocidad de “Cut-out”, en la cual se activa la protección del propio aerogenerador.

ANEXO II HOJA DE DATOS DE LOS TRANSFORMADORES DE BLOQUE BT/MT

En la Figura 6-3 se presenta la hoja de datos de los transformadores de bloque de los aerogeneradores Goldwind GW155-4.8. Los valores correspondientes al tipo GW155-4.8 se indican en rojo.

electrical data	Value			
Type of transformer	Dry type transformer			
WTG power	4.5 MW	4.6 MW	4.7 MW	4.8 MW
Rated capacity of transformer	5.0 MVA			5.1 MVA
Rated frequency	50 or 60 Hz			
Rated voltage at MV side	10kV or 22kV or 33kV or 35kV or others			
Rated voltage at LV side	690 V			
Number of phases	3			
Range of tap changer	$\pm 2 \times 2.5\%$			
Tap changer type	off-circuit tap changer			
Ratio error of tap changer	$\leq 0.5\%$			
Positive sequence impedance	8% ($\pm 10\%$)			
Vector group	Dyn11			
Star point of LV side of the equipment	grounded			
No load current	$\leq 0.5\%$			
No load loss	7 kW			7.14 kW
Load loss	35.1 kW			35.8 kW
Total loss deviation	$\leq 10\%$			
Sound power level	≤ 78 dB			
Insulation class	$\geq H$			
Average winding temperature rise	≤ 100 K			
Cooling type	AF/AFWF			

Figura 6-3: Hoja de datos de los transformadores de bloque de los aerogeneradores - Goldwind GW155-4.8 [8].





ANEXO III HOJA DE DATOS DEL TRANSFORMADOR DE PODER MT/AT

En la Figura 6-4 se muestra una foto de la placa del transformador elevador de MT/AT. En la Figura 6-5 se presenta una página correspondiente a las pruebas FAT del mismo, donde se observan los valores de pérdidas en vacío y carga respectivamente (indicados en rojo).

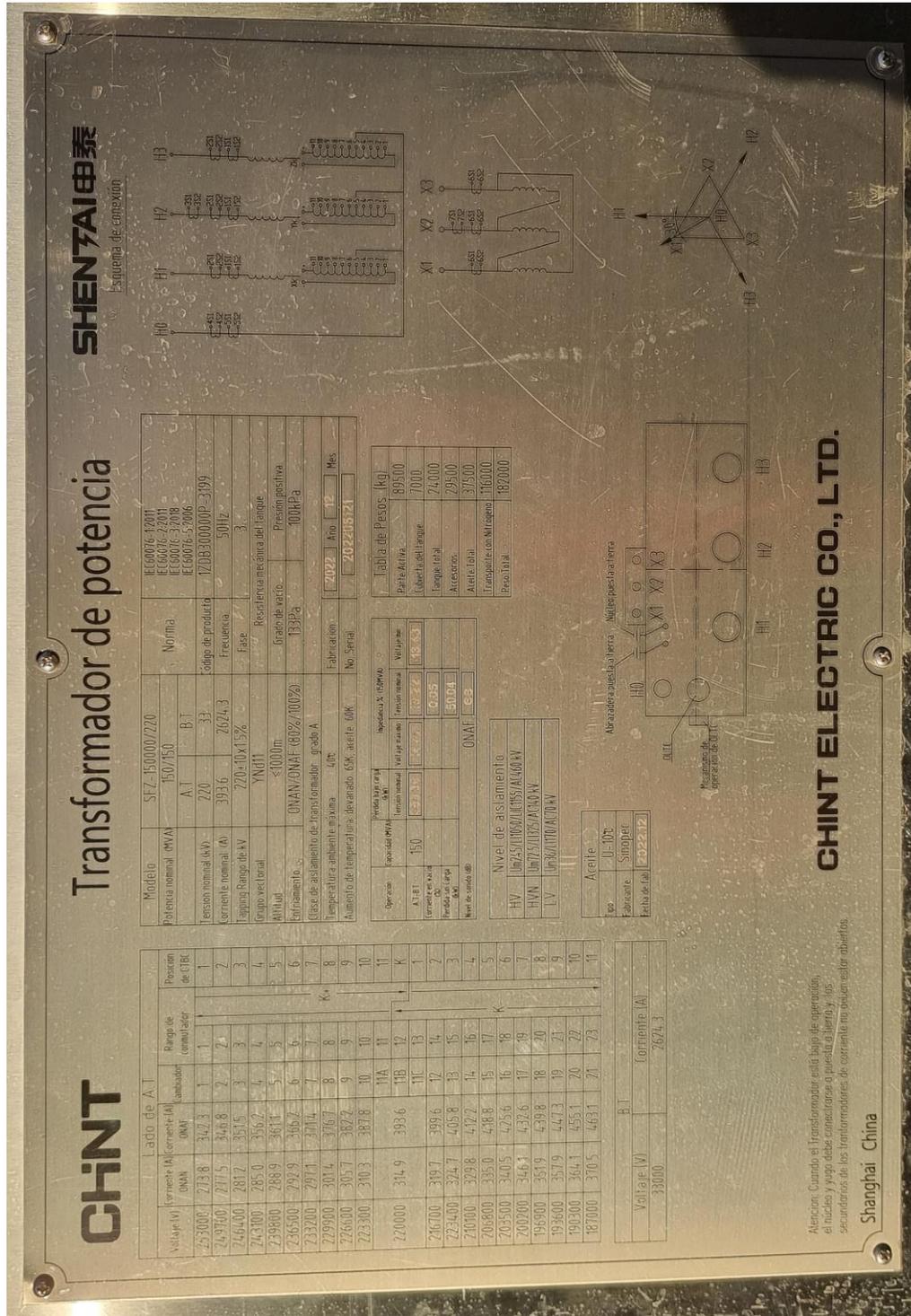


Figura 6-4 Fotografía de placa del transformador de poder MT/AT - Parque Eólico La Cabaña.



正泰电气股份有限公司变压器实验室 CHINT Electric Co., Ltd. Transformer Laboratory		产品型号 Product type	SFZ-150000/220	
		产品编号 Product No.	202206121	
		报告编号 Report No.	2022-BY-381	
检测项目及结果 Test items and results				
序号 No.	检测项目 Test item	标准值 (委托要求) Standard value (Commission required)	实测结果 Measured results	结论 Result
6	绕组对地和绕组间电容测量(例行试验) Measurement of capacitance windings-to-earth and between windings (Routine test)	提供实测数据 Provide measured data	见第 17 页 See page 17	/
7*	套管电容量及介质损耗因数 (tan δ) 测量(特殊试验) Measurement of capacitances and dissipation factor of bushings (Special test)	提供实测数据 Provide measured data	见第 17 页 See page 17	/
8	空载损耗和空载电流测量 (例行试验) Measurement of no-load loss and current (Routine test)	100%Ur	P ₀ (kW): ≤51 50.04kW 见第 18 页 See page 18	符合要求 Meet the requirements
			I ₀ (%): 0.12 0.05% 见第 18 页 See page 18	符合要求 Meet the requirements
		110%Ur	P ₀ (kW) : 提供实测数据 Provide measured data 70.01kW 见第 18 页 See page 18	/
			I ₀ (%): 提供实测数据 Provide measured data 0.11% 见第 18 页 See page 18	/
		90%Ur	P ₀ (kW) : 提供实测数据 Provide measured data 38.62kW 见第 18 页 See page 18	/
			I ₀ (%): 提供实测数据 Provide measured data 0.04% 见第 18 页 See page 18	/
9	短路阻抗和负载损耗测量 (例行试验) Measurement of short-circuit impedance and load loss (Routine test)	负载损耗 Load loss P _{K65} (kW): ≤390 388.34kW 短路阻抗 Impedance Z _{K65} (%): 13.0 (1±7.5%) 13.22% 见第 19 页 See page 19	符合要求 Meet the requirements	

Figura 6-5: Hoja 5 de 54 correspondiente a las pruebas FAT del transformador de poder MT/AT [9] - Parque Eólico La Cabaña.





ANEXO IV HOJA DE DATOS DEL TRANSFORMADOR DE SSAA

En la Figura 6-6 se muestra una foto de la placa del transformador de SSAA. En la Figura 6-7 se presenta una página correspondiente a la hoja de datos del mismo, donde se observan los valores de pérdidas en vacío y carga respectivamente (indicadas en rojo).

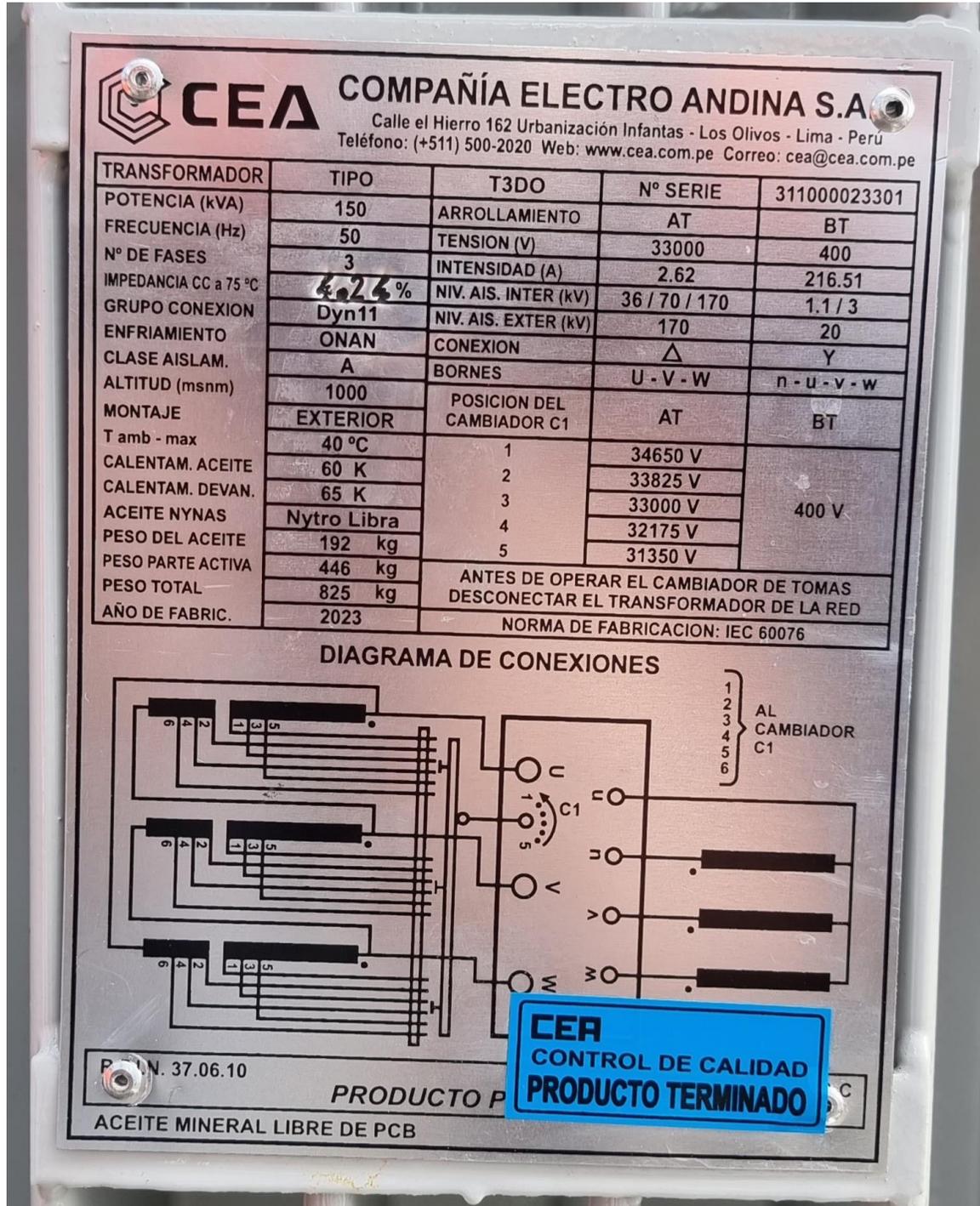


Figura 6-6: Fotografía de placa del transformador de SSAA - Parque Eólico La Cabaña.



 Engineering & Construction				GRE CODE GRE.EEC.R.99.CL.W.13763.16.123.02
				PAGE 4 di/of 8
HOJAS DE DATOS GARANTIZADOS TRANSFORMADOR SS/AA				
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ESPECIFICADO	OFRECIDO
C.9	Características – Secundario:			
C.9.1	Tensión Nominal	V	400	400
C.9.2	Tensión aislamiento	kV	1,1	1.1
C.9.3	Conexión Neutro a Tierra	-	Sólidamente aterrizado	Sólidamente aterrizado
C.10	Pérdidas			
C.10.1	En vacío (a voltaje y frecuencia nominal)	kW	Por Fabricante	0.6
C.10.2	En carga (a potencia nominal, 75°C)	kW	Por Fabricante	2.9
C.10.3	Total (a potencia nominal, 75°C)	kW	Por Fabricante	3.5
C.11	Elevación de Temperatura			
C.11.1	Del aceite	K	60	60
C.11.2	Del enrollado	K	65	65
C.12	Nivel de ruido	dB(A)	Por Fabricante	60
C.13	Color	-	RAL 7035 o similar	7035
C.14	Tipo de aceite			
C.14.1	Tipo	-	Mineral	Mineral
C.14.2	Método de Refinación	-	Misto (Nafténico y parafínico)	Naftenico
C.14.3	Densidad	g/l	Por Fabricante	0.89x10 ⁻⁶ kg/mm ³
C.14.4	Libre de DBDS	Sí / No	Sí	Sí
C.14.5	No inhibido	Sí / No	Sí	Sí
D	CAMBIADOR DE DERIVACIÓN			
D.1	Marca	-	Por Fabricante	CEPT
D.2	Tipo	-	Por Fabricante	C1
D.3	Modelo	-	Por Fabricante	36kV
D.4	N.º de fases	-	3	3
D.5	Corriente nominal	-	Por Fabricante	60A
D.6	Posiciones (taps)	-	-5 / -2.5 / 0 / +2.5 / +5	+2X2.5%
D.7	Tipo de mecanismo de comando	-	Manual	Manual
E	BUSHINGS Y TERMINALES			
E.1	Primario:			
E.1.1	Marca	-	Por Fabricante	ELKOM
E.1.2	Tipo/Modelo	-	Para terminaciones termo retráctiles	30NF-250 (BIL 170Kv)
E.1.3	Corriente nominal	-	Por Fabricante	250A
E.1.4	Distancia de fuga mínima	mm	900	900
E.1.5	Material aislador	-	Porcelana	Porcelana
E.1.6	Color del Aislador	-	Marrón	Marrón
E.1.7	Tipo/Modelo del terminal	-	Por Fabricante	Varrilla

Figura 6-7: Especificaciones del transformador de SSAA (página 4 de 8 del documento [10]) - Parque Eólico La Cabaña.





ANEXO V CONSUMOS DE SERVICIOS AUXILIARES

En la Figura 6-8 y Figura 6-9 se encuentra el resumen de las potencias consumidas en cargas esenciales, no esenciales y críticas, en el Parque Eólico La Cabaña. Dichas potencias son de Corriente Alterna (CA). En la Figura 6-10 se observan las cargas permanentes en Corriente Continua (CC).

				GRE CODE GRE.EEC.C.99.CL.W.13763.16.096.01																																																																																																																																																																																																																																																														
Engineering & Construction				PAGE 4 di/of 10																																																																																																																																																																																																																																																														
<p>4. ESTIMACIÓN DE CARGAS DE SS/AA EN C.A.</p> <p>Los servicios auxiliares de CA están clasificados en servicios esenciales, no esenciales y cargas críticas.</p> <p>Los servicios auxiliares esenciales, para efectos de respaldo, disponen de un grupo generador de emergencia, de tal manera que sea capaz de asumir estas cargas cuando exista una interrupción en la red normal de alimentación (transformador SSAA). En este caso, el generador de emergencia entrará en funcionamiento de forma inmediata mediante un sistema de transferencia automática.</p> <p>Las cargas críticas, son cargas en corriente alternada donde no pueden tener interrupciones en su alimentación, por eso si utiliza uno inversor CC/CA conectado a al sistema de alimentación de SS/AA de corriente continua, garantiendo la continuidad de servicio en caso de falla de la red.</p> <p>Los servicios no esenciales no tienen cualquier respaldo.</p> <p>Se considera un margen de reserva de 15% para futuras ampliaciones.</p>																																																																																																																																																																																																																																																																		
<p>4.1 CARGAS SS/AA CA NO ESENCIALES</p>																																																																																																																																																																																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ítem</th> <th>Fases</th> <th>Cant.</th> <th>Pot. unit. [W]</th> <th>Factor utilización (FU)</th> <th>Factor Potencia (FP)</th> <th>Pot. Total c/ FU y FP (VA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="7">EQUIPOS AT</td> </tr> <tr> <td>Calefacción y alumbrado - Interruptor</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1 110</td> <td>0,50</td> <td>1,00</td> <td>555</td> </tr> <tr> <td>Calefacción y alumbrado - Desconectador</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>45</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Calefacción y alumbrado - Desconectador tierra</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>45</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Calefacción - Caja de agrupamiento TC</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>60</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Calefacción - Caja de agrupamiento TP</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>60</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td colspan="7">EQUIPOS MT</td> </tr> <tr> <td>Calefacción y enchufe Celda MT</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>200</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>Calefacción y enchufe - Banco Condensadores</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>200</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td colspan="7">CONTROL, PROTECCIONES y COMUNICACIONES</td> </tr> <tr> <td>Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Protección Línea</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>300</td> <td>0,50</td> <td>1,00</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Protección transformador</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>300</td> <td>0,50</td> <td>1,00</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Control y Medida Paño</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>300</td> <td>0,50</td> <td>1,00</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Telecomunicaciones</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>300</td> <td>0,50</td> <td>1,00</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Comunicaciones MT y Control SA</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>300</td> <td>0,50</td> <td>1,00</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario SCADA (SDI)</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>250</td> <td>0,50</td> <td>1,00</td> <td>125</td> </tr> <tr> <td>Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Control Remoto Trafo</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>300</td> <td>0,50</td> <td>1,00</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario SCADA WF</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>300</td> <td>0,50</td> <td>1,00</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td colspan="7">EQUIPOS BT</td> </tr> <tr> <td>Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario CCTV SE</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>250</td> <td>0,50</td> <td>1,00</td> <td>125</td> </tr> <tr> <td>Enchufes - Sala Celdas MT</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>660</td> <td>0,50</td> <td>0,90</td> <td>733</td> </tr> <tr> <td>Enchufes - Sala Celdas MT</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>5 265</td> <td>0,50</td> <td>0,90</td> <td>2 925</td> </tr> <tr> <td>Enchufes - Sala Control y Protecciones</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>660</td> <td>0,50</td> <td>0,90</td> <td>1 100</td> </tr> <tr> <td>Enchufes - Sala SSAA</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>660</td> <td>0,50</td> <td>0,90</td> <td>1 100</td> </tr> <tr> <td>Enchufes - Sala Baterías</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>660</td> <td>0,50</td> <td>0,90</td> <td>367</td> </tr> <tr> <td>Enchufes - Sala SCADA</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>660</td> <td>0,50</td> <td>0,90</td> <td>1 467</td> </tr> <tr> <td>Aire acondicionado - Sala Celdas MT</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>4 000,0</td> <td>0,70</td> <td>0,85</td> <td>3 294</td> </tr> <tr> <td>Aire acondicionado - Sala Control y Protecciones</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>4 000,0</td> <td>0,70</td> <td>0,85</td> <td>3 294</td> </tr> <tr> <td>Aire acondicionado - Sala SSAA</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3 000,0</td> <td>0,70</td> <td>0,85</td> <td>2 471</td> </tr> <tr> <td>Aire acondicionado - Sala Baterías</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3 000,0</td> <td>0,70</td> <td>0,85</td> <td>2 471</td> </tr> <tr> <td>Aire acondicionado - Sala SCADA</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3 000,0</td> <td>0,70</td> <td>0,85</td> <td>2 471</td> </tr> <tr> <td>Calefacción tablero TGCC</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>60</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Alimentación Tablero Almacén (QP1-CA)</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>8 875</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>8 875</td> </tr> <tr> <td colspan="6">TOTAL [VA]</td> <td>44 568</td> </tr> <tr> <td colspan="6">TOTAL CON MARGEN DE RESERVA (15%) [VA]</td> <td>51 254</td> </tr> </tbody> </table>							Ítem	Fases	Cant.	Pot. unit. [W]	Factor utilización (FU)	Factor Potencia (FP)	Pot. Total c/ FU y FP (VA)	EQUIPOS AT							Calefacción y alumbrado - Interruptor	1	1	1 110	0,50	1,00	555	Calefacción y alumbrado - Desconectador	1	1	45	1,00	1,00	45	Calefacción y alumbrado - Desconectador tierra	1	1	45	1,00	1,00	45	Calefacción - Caja de agrupamiento TC	1	1	60	1,00	1,00	60	Calefacción - Caja de agrupamiento TP	1	1	60	1,00	1,00	60	EQUIPOS MT							Calefacción y enchufe Celda MT	1	1	200	1,00	1,00	600	Calefacción y enchufe - Banco Condensadores	1	1	200	1,00	1,00	200	CONTROL, PROTECCIONES y COMUNICACIONES							Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Protección Línea	1	1	300	0,50	1,00	150	Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Protección transformador	1	1	300	0,50	1,00	150	Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Control y Medida Paño	1	1	300	0,50	1,00	150	Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Telecomunicaciones	1	1	300	0,50	1,00	150	Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Comunicaciones MT y Control SA	1	1	300	0,50	1,00	150	Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario SCADA (SDI)	1	1	250	0,50	1,00	125	Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Control Remoto Trafo	1	1	300	0,50	1,00	150	Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario SCADA WF	1	1	300	0,50	1,00	150	EQUIPOS BT							Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario CCTV SE	1	1	250	0,50	1,00	125	Enchufes - Sala Celdas MT	1	2	660	0,50	0,90	733	Enchufes - Sala Celdas MT	1	1	5 265	0,50	0,90	2 925	Enchufes - Sala Control y Protecciones	1	3	660	0,50	0,90	1 100	Enchufes - Sala SSAA	1	3	660	0,50	0,90	1 100	Enchufes - Sala Baterías	1	1	660	0,50	0,90	367	Enchufes - Sala SCADA	1	4	660	0,50	0,90	1 467	Aire acondicionado - Sala Celdas MT	1	1	4 000,0	0,70	0,85	3 294	Aire acondicionado - Sala Control y Protecciones	1	1	4 000,0	0,70	0,85	3 294	Aire acondicionado - Sala SSAA	1	1	3 000,0	0,70	0,85	2 471	Aire acondicionado - Sala Baterías	1	1	3 000,0	0,70	0,85	2 471	Aire acondicionado - Sala SCADA	1	1	3 000,0	0,70	0,85	2 471	Calefacción tablero TGCC	1	1	60	1,00	1,00	60	Alimentación Tablero Almacén (QP1-CA)	1	1	8 875	1,00	1,00	8 875	TOTAL [VA]						44 568	TOTAL CON MARGEN DE RESERVA (15%) [VA]						51 254
Ítem	Fases	Cant.	Pot. unit. [W]	Factor utilización (FU)	Factor Potencia (FP)	Pot. Total c/ FU y FP (VA)																																																																																																																																																																																																																																																												
EQUIPOS AT																																																																																																																																																																																																																																																																		
Calefacción y alumbrado - Interruptor	1	1	1 110	0,50	1,00	555																																																																																																																																																																																																																																																												
Calefacción y alumbrado - Desconectador	1	1	45	1,00	1,00	45																																																																																																																																																																																																																																																												
Calefacción y alumbrado - Desconectador tierra	1	1	45	1,00	1,00	45																																																																																																																																																																																																																																																												
Calefacción - Caja de agrupamiento TC	1	1	60	1,00	1,00	60																																																																																																																																																																																																																																																												
Calefacción - Caja de agrupamiento TP	1	1	60	1,00	1,00	60																																																																																																																																																																																																																																																												
EQUIPOS MT																																																																																																																																																																																																																																																																		
Calefacción y enchufe Celda MT	1	1	200	1,00	1,00	600																																																																																																																																																																																																																																																												
Calefacción y enchufe - Banco Condensadores	1	1	200	1,00	1,00	200																																																																																																																																																																																																																																																												
CONTROL, PROTECCIONES y COMUNICACIONES																																																																																																																																																																																																																																																																		
Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Protección Línea	1	1	300	0,50	1,00	150																																																																																																																																																																																																																																																												
Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Protección transformador	1	1	300	0,50	1,00	150																																																																																																																																																																																																																																																												
Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Control y Medida Paño	1	1	300	0,50	1,00	150																																																																																																																																																																																																																																																												
Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Telecomunicaciones	1	1	300	0,50	1,00	150																																																																																																																																																																																																																																																												
Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Comunicaciones MT y Control SA	1	1	300	0,50	1,00	150																																																																																																																																																																																																																																																												
Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario SCADA (SDI)	1	1	250	0,50	1,00	125																																																																																																																																																																																																																																																												
Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario Control Remoto Trafo	1	1	300	0,50	1,00	150																																																																																																																																																																																																																																																												
Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario SCADA WF	1	1	300	0,50	1,00	150																																																																																																																																																																																																																																																												
EQUIPOS BT																																																																																																																																																																																																																																																																		
Calefacción, alumbrado y enchufe - Armario CCTV SE	1	1	250	0,50	1,00	125																																																																																																																																																																																																																																																												
Enchufes - Sala Celdas MT	1	2	660	0,50	0,90	733																																																																																																																																																																																																																																																												
Enchufes - Sala Celdas MT	1	1	5 265	0,50	0,90	2 925																																																																																																																																																																																																																																																												
Enchufes - Sala Control y Protecciones	1	3	660	0,50	0,90	1 100																																																																																																																																																																																																																																																												
Enchufes - Sala SSAA	1	3	660	0,50	0,90	1 100																																																																																																																																																																																																																																																												
Enchufes - Sala Baterías	1	1	660	0,50	0,90	367																																																																																																																																																																																																																																																												
Enchufes - Sala SCADA	1	4	660	0,50	0,90	1 467																																																																																																																																																																																																																																																												
Aire acondicionado - Sala Celdas MT	1	1	4 000,0	0,70	0,85	3 294																																																																																																																																																																																																																																																												
Aire acondicionado - Sala Control y Protecciones	1	1	4 000,0	0,70	0,85	3 294																																																																																																																																																																																																																																																												
Aire acondicionado - Sala SSAA	1	1	3 000,0	0,70	0,85	2 471																																																																																																																																																																																																																																																												
Aire acondicionado - Sala Baterías	1	1	3 000,0	0,70	0,85	2 471																																																																																																																																																																																																																																																												
Aire acondicionado - Sala SCADA	1	1	3 000,0	0,70	0,85	2 471																																																																																																																																																																																																																																																												
Calefacción tablero TGCC	1	1	60	1,00	1,00	60																																																																																																																																																																																																																																																												
Alimentación Tablero Almacén (QP1-CA)	1	1	8 875	1,00	1,00	8 875																																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL [VA]						44 568																																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL CON MARGEN DE RESERVA (15%) [VA]						51 254																																																																																																																																																																																																																																																												
<p>4.1 CARGAS SS/AA CA ESENCIALES</p>																																																																																																																																																																																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ítem</th> <th>Cant.</th> <th>Fases</th> <th>Pot. unit. [W]</th> <th>Factor utilización (FU)</th> <th>Factor Potencia (FP)</th> <th>Pot. Total c/ FU y FP (VA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="7">EQUIPOS AT</td> </tr> <tr> <td>Caja control refrigerado - Trafo poder</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3 550</td> <td>1,00</td> <td>0,90</td> <td>3 944</td> </tr> <tr> <td>Caja control OLTC - Trafo poder</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2 250</td> <td>1,00</td> <td>0,90</td> <td>2 500</td> </tr> <tr> <td colspan="7">CONTROL, PROTECCIONES y COMUNICACIONES</td> </tr> </tbody> </table>							Ítem	Cant.	Fases	Pot. unit. [W]	Factor utilización (FU)	Factor Potencia (FP)	Pot. Total c/ FU y FP (VA)	EQUIPOS AT							Caja control refrigerado - Trafo poder	1	1	3 550	1,00	0,90	3 944	Caja control OLTC - Trafo poder	1	1	2 250	1,00	0,90	2 500	CONTROL, PROTECCIONES y COMUNICACIONES																																																																																																																																																																																																																															
Ítem	Cant.	Fases	Pot. unit. [W]	Factor utilización (FU)	Factor Potencia (FP)	Pot. Total c/ FU y FP (VA)																																																																																																																																																																																																																																																												
EQUIPOS AT																																																																																																																																																																																																																																																																		
Caja control refrigerado - Trafo poder	1	1	3 550	1,00	0,90	3 944																																																																																																																																																																																																																																																												
Caja control OLTC - Trafo poder	1	1	2 250	1,00	0,90	2 500																																																																																																																																																																																																																																																												
CONTROL, PROTECCIONES y COMUNICACIONES																																																																																																																																																																																																																																																																		

Figura 6-8: Cargas de servicios auxiliares esenciales y no esenciales (página 4 de 10 del documento [5]) - Parque Eólico La Cabaña.



<p>Engineering & Construction</p>				<p>GRE CODE GRE.EEC.C.99.CL.W.13763.16.096.01</p> <p>PAGE 5 di/of 10</p>		
Alimentación - Armario ICT CORP	1	1	10 000	0,30	1,00	3 000
Alimentación - Armario ICT SCADA	1	1	10 000	0,30	1,00	3 000
EQUIPOS BT						
Alimentación auxiliar Generador	1	1	660	0,50	1,00	330
Cargador Baterías 1	1	1	13 750	1,00	0,80	17 188
Cargador Baterías 2	1	1	13 750	1,00	0,80	17 188
Alumbrado - Sala Celdas MT	1	8	65	0,70	1,00	364
Alumbrado - Sala Control y Protecciones	1	6	65	0,70	1,00	273
Alumbrado - Sala SSAA	1	2	65	0,70	1,00	91
Alumbrado - Sala Baterías	1	2	65	0,70	1,00	91
Alumbrado - Sala SCADA	1	4	65	0,70	1,00	182
Alumbrado exterior - Patio/Edificio	1	15	235	0,70	1,00	2 468
Alumbrado exterior - Patio	1	20	235	0,70	1,00	3 290
Alumbrado exterior - Perímetro C1	1	24	22	0,70	1,00	361
Alumbrado exterior - Perímetro C2	1	12	22	0,70	1,00	181
Inversor 125 VCC / 220 VCA	1	1	2 000	0,60	1,00	1 200
Bomba de Agua	1	1	3 000	0,50	0,90	1 667
Alimentación Tablero Control (QP2-CA)	1	1	1 191	1,00	1,00	1 191
TOTAL [VA]						59 699
TOTAL CON MARGEN DE RESERVA (15%) [VA]						68 654
4.2 CARGAS SS/AA CA CRITICAS						
Ítem	Cant.	Fases	Pot. unit. [W]	Factor utilización (FU)	Factor Potencia (FP)	Pot. Total c/ FU y FP (VA)
CONTROL, PROTECCIONES y COMUNICACIONES						
Alimentación HMI - Armario SCADA (SDI)	1	1	1 000	0,50	1,00	500
EQUIPOS BT						
CCTV e Intrusión - Subestación	1	1	500	1,00	1,00	500
Central de incendios	1	1	200	1,00	1,00	200
TOTAL [VA]						1 200
TOTAL CON MARGEN DE RESERVA (15%) [VA]						1 380
4.3 RESUMEN DE CARGAS SS/AA CA						
CUADRO RESUMEN CARGAS CA						TOTAL [VA]
Cargas no esenciales						44 568
Cargas esenciales						59 699
Cargas críticas						1 200
TOTAL						105 467
TOTAL CON MARGEN DE RESERVA (15%)						121 288

Figura 6-9: Cargas de servicios auxiliares esenciales y no esenciales (página 5 de 10 del documento [5]) - Parque Eólico La Cabaña.





 Engineering & Construction		GRE CODE	GRE.EEC.C.99.CL.W.13763.16.096.01		
		PAGE	6 di/of 10		

5. ESTIMACIÓN DE CARGAS DE SS/AA EN C.C.
 El sistema de alimentación de servicios auxiliares corriente continua considera un sistema con dos (2) Baterías 125 VCC, alimentadas cada una con un (1) Cargador de Baterías, a 380 VCA trifásicos de entrada y 125 VCC de salida, y dos (2) Inversores de 125 VCC de entrada y 220 VCA de salida.
 Todos los equipos de control, protecciones, concentradores de datos, armarios SCADA y switches de comunicaciones se alimentarán en 125 VCC.
 Se dimensionan los bancos de baterías con un factor de envejecimiento de 25% para compensar el decaimiento de capacidad por la vida útil los mismos y una margen de diseño de 10% para desviaciones con respecto a los consumos estimados.
 Se considera que los bancos de baterías se descargaran a corriente constante según la carga estimada en ocho (8) horas.

5.1 CARGAS PERMANENTES
 Los consumos permanentes corresponden a consumos que requieren corrientes del banco durante todo su ciclo obligado de descarga.

Item	Cant.	Pot. unit. [W]	Factor utilización (FU)	Pot. Total c/ FU (W)
EQUIPOS PAÑO T5 220 kV				
Caja control refrigeración – Transformador de poder	1	150	1,00	150
Caja control OLTC - Transformador de poder	1	150	1,00	150
EQUIPOS MT				
Control y Protecciones MT - Celdas MT	14	80	1,00	1120
CONTROL, PROTECCIONES y COMUNICACIONES				
Alimentación - Armario Protección Línea	1	250	1,00	250
Alimentación - Armario Protección Trafo	1	250	1,00	250
Alimentación - Armario Control y Medida Paño	1	250	1,00	250
Alimentación - Armario Telecomunicaciones	1	250	1,00	250
Alimentación - Armario Comunicaciones MT y Control SA	1	250	1,00	250
Alimentación - Armario SCADA (SDI)	1	600	1,00	600
Alimentación - Armario Control Remoto Trafo	1	250	1,00	250
Alimentación - Armario SCADA WF	1	300	1,00	300
Inversor 125 VCC / 220 VCA	1	2 000	1,00	1 200
TOTAL [W]				5 020

5.2 CARGAS MOMENTÁNEAS
 Los consumos de tiempo momentáneo corresponden a consumos impuestos al banco por tiempos menores que un segundo, pero evaluadas como si duraran un minuto. Ejemplos:

- Apertura y cierre de Interruptores
- Carga de resortes en interruptores y Desconectores

Se considera el caso de la carga simultánea de los motores de los interruptores MT, como consumo máximo momentáneo.

Item	Cant.	Pot. unit. [W]	Factor utilización (FU)	Pot. Total c/ FU (W)
Motor interruptor Celda MT	14	300	1	4 200
TOTAL [W]				4 200

5.3 DIMENSIONAMIENTO DE LOS BANCOS DE BATERÍAS
 Una vez obtenidas las potencias por cada tipo de consumo, se dimensiona la capacidad que debe proveer el banco de batería existente. El ciclo de trabajo (duty cycle) de cada banco de baterías se representa en el siguiente gráfico.

Figura 6-10: Resumen de cargas en corriente continua (página 6 de 10 del documento [5]) - Parque Eólico La Cabaña.





ANEXO VI BANCO DE CONDENSADORES

En la Figura 6-11 se presenta la hoja de datos del banco de condensadores. Los parámetros nominales de capacidad del mismo se marcan en rojo.

				GRE CODE GRE.EEC.R.99.CL.W.13763.16.125.00
				PAGE 4di/of9
GUARANTEED DATA SHEETS CAPACITOR BANK				
	DESCRIPTION	UNIT	SPECIFIED	OFFERED
C.4	Power frequency withstand voltage	kV rms	70	70
C.5	Lightning impulse voltage (BIL)	kV rms	170	170
C.6	Three-phase short circuit (at 36 kV)	kA/s	31.5 / 1	31.5 / 1
C.7	Total reactive power (at 33 kV)	MVAR	25	25
C.8	Number of stages	-	two	2
C.9	Reactive power per stage	MVAR	12.5	12.5
C.10	Setting	-	double star	double star
D CAPACITORS				
D.1	Unit Rated Power	-	By Manufacturer	563kvar
D.2	Unit Rated Voltage	-	By Manufacturer	9.9kV
D.3	Quantity (per stage)	-	By Manufacturer	24
D.4	Protection	-	internal fuse	internal fuse
D.5	Dielectric		polypropylene film	polypropylene film
D.6	liquid dielectric		Non-toxic and biodegradable (no PCB).	Non-toxic and biodegradable (no PCB).
D.7	Insulator		Porcelain	Porcelain
D.8	internal discharge device	Otherwise	Yes	Yes
D.9	discharge time	minutes	75V/10min	75V/10min
D.10	dielectric losses	W/kVAR	< 0.2	< 0.2
D.11	capacity tolerance	MVAR	-5 to 10%	-5 to 10%
D.12	Over Current Permanent	-	1.3 In	1.3 In
D.12 Overvoltage in 24h				
D.13.1	12h in 24h	-	1.1 A	1,1 Un
D.13.2	30m in 24h	-	1.15 A	1,15 Un
D.13.3	5m in 24h	-	1.20 A	1,20 Un
D.13.4	1m in 24h	-	1.30 A	1,30 Un
AND COUPLING REACTANCE				
E.1	Quantity (per stage)	-	3	3
E.2	Brand	-	By Manufacturer	• TBD
E.3	Model	-	By Manufacturer	CKDK-33kV-228A-0.15mH
E.4	short withstand current duration [kA/1s]	-	> 1.43	5.7
F SWITCH FOR CAPACITIVE LOADS				
F.1	Quantity (per stage)	each	1	1
F.2	Brand	-	By Manufacturer	TBD

Figura 6-11: Hoja de datos del banco de condensadores (página 4 de 12 del documento [6]) - Parque Eólico La Cabaña.



ANEXO VII TRANSFORMADOR ZIGZAG

En la Figura 6-12 se presentan las características principales del transformador ZigZag del Parque Eólico La Cabaña. Las mismas fueron extraídas del documento “GRE.EEC.R.99.CL.W.13763.16.124.03_CTG_ZigZag - CEA (Rev Final)” [11].

C	CARACTERÍSTICAS GENERALES			
C.1	Tensión Nominal de Servicio	kV	33	33
C.2	Tensión Máxima de Servicio	kV	36	36
C.3	Tensión Máxima, 50 Hz, 1 min., Seco	kV	70	70
C.4	Tensión de Impulso atmosférico (BIL)	kV	170	170
C.5	Fases	-	3	3
C.6	Frecuencia	Hz	50	50
C.7	Líquido aislante y refrigerante			
C.7.1	Tipo	-	Aceite mineral	Aceite Mineral
C.7.2	Método de Refinación	-	Misto (Nafténico y parafínico)	Nafténico
C.7.3	Densidad	-	Por Fabricante	0.84 g/cm3 (20°C)
C.7.4	Libre de DBDS	-	Sí	Si
C.7.5	Libre de azufres corrosivos	-	Sí	Si
C.7.6	No inhibido	-	Sí	Si
C.8	Conexión Enrollados	-	Zig Zag	ZN

		GRE CODE	GRE.EEC.R.99.CL.W.13763.16.124.03	
		PAGE 4 di/of 7		
HOJAS DE DATOS GARANTIZADOS TRANSFORMADOR ZIGZAG				
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ESPECIFICADO	OFRECIDO
C.9	Material de los enrollados	-	Aluminio o Cobre	Cobre
C.10	Corriente de cortocircuito a soportar 10s (3I ₀)	A	400	400
C.11	Potencia continua de neutro (Continua)	kVA	229	228.6
C.12	Potencia térmica de neutro (Temporária)	kVA	7621	7621
C.13	Reactancia de secuencia cero (X ₀)	Ω/fase	140,8	143
C.14	Impedancia Máxima a 75°C	%	Por Fabricante	N.A.

Figura 6-12: Características principales del transformador ZigZag. Documento [11]





ANEXO VIII ACTA DE PRUEBAS

En el siguiente anexo se incluyen las actas de pruebas de potencia máxima del Parque Eólico La Cabaña. En la Figura 6-13 se presenta el día 8 y 9, mientras que en la Figura 6-14 la continuación del día 9 de noviembre del 2013, donde durante las 04:10AM se realiza la prueba de potencia máxima, durante la misma se aclara que el aerogenerador WTG13 se encuentra limitado a media carga, debido a una restricción operativa.

 ESTUDIOS SISTEMICOS <small>POR UN MUNDO MAS RENOVABLE</small>		INFORME DIARIO DE ENSAYOS	
		EMPRESA: ENEL GREEN POWER	PAÍS: Chile
		CENTRAL: P.E. La Cabaña	FECHA: 08 y 09/11/23
06:00 Hs	Ingreso a planta		
06:05 Hs	Traslado a aerogenerador WTG08		
06:20 Hs	Conexión del equipo de medición en el aerogenerador WTG08		
06:50 Hs	Inicio de pruebas, en media carga (2,4MW), sobre el aerogenerador WTG08		
07:30 Hs	Desconexión del equipo de medición del aerogenerador WTG08		
08:00 Hs	Traslado al aerogenerador WTG18		
08:20 Hs	Conexión del equipo de medición en el aerogenerador WTG18		
11:00 Hs	Inicio de pruebas, en baja carga (0,7 MW), sobre el aerogenerador WTG18		
11:30 Hs	Inicio de pruebas, en media carga (2,4 MW), sobre el aerogenerador WTG18		
12:00 Hs	Desconexión del equipo de medición del aerogenerador WTG18		
12:15 Hs	Almuerzo		
13:15 Hs	Conexión del equipo de medición sobre el PPC		
13:20 Hs	Inicio de pruebas, en baja carga, sobre el PPC. Control de Q, V y FP		
15:00 Hs	Se detienen las pruebas por oscilaciones en la potencia activa. Se acuerda continuar con las pruebas a las 21Hs de acuerdo con el pronóstico del viento		
16:00 Hs	Salida de planta		
21:00 Hs	Ingreso a planta		
21:15 Hs	Conexión del equipo de medición sobre el PPC		
21:50 Hs	Inicio de pruebas, en baja carga (21 MW), sobre el PPC. Control de V, FP y RPF		
23:45 Hs	Pruebas, en alta carga (85 MW), sobre el PPC. Control de Q		

RESPONSABLES ESTUDIOS SISTÉMICOS Firma y Aclaración Emiliano Chiapponi 	RESPONSABLE EMPRESA Firma y Aclaración  DANIEL RÍOS
---	--

Figura 6-13: Acta de pruebas del día 8 y 9 correspondientes al Parque Eólico La Cabaña.





 ESTUDIOS SISTEMICOS POR UN MUNDO MAS RENOVABLE	INFORME DIARIO DE ENSAYOS	
	EMPRESA: ENEL GREEN POWER	PAÍS: Chile
	CENTRAL: P.E. La Cabaña	FECHA: 09/11/23
00:00 Hs	Inicio de pruebas, en alta carga (85 MW), sobre el PPC. Control de FP, V y RPF	
01:50 Hs	Curva PQ inyección de reactivo (+35 MVar)	
02:15 Hs	Pruebas, en media carga (55 MW), sobre el PPC. Control de V, FP, Q y RPF	
04:00 Hs	Curva PQ absorción de reactivo (-35 MVar)	
04:10 Hs	Prueba de Potencia Máxima (100 MW). Durante la prueba el aerogenerador WTG13 se encontraba limitado a media carga (2,4 MW) debido a una restricción operativa.	
04:46 Hs	Prueba de partida y detención a nivel planta	
05:00 Hs	Desconexión del equipo de medición del PPC	
05:10 Hs	Traslado al aerogenerador WTG08	
06:00 Hs	Pruebas, en alta carga (4,3 MW), sobre el aerogenerador WTG08	
06:20 Hs	CurvaPQ sobre el aerogenerador WTG08	
06:30 Hs	Toma y bajada de carga sobre el aerogenerador WTG08	
06:40 Hs	Finalización de las pruebas sobre el aerogenerador WTG08. Desconexión del equipo de medición del aerogenerador WTG08	
07:00 Hs	Traslado al aerogenerador WTG18	
07:20 Hs	Conexión del equipo de medición sobre el aerogenerador WTG18	
07:40 Hs	Pruebas, en alta carga (4,3 MW), sobre el aerogenerador WTG18	
08:20 Hs	Finalización de las pruebas sobre el aerogenerador WTG18. Desconexión del equipo de medición del aerogenerador WTG18	
08:40 Hs	Se acuerda continuar con las pruebas restantes el día 10/11/23 alrededor de las 14 Hs de acuerdo con el pronóstico del tiempo. Salida de planta	
RESPONSABLES ESTUDIOS SISTÉMICOS		RESPONSABLE EMPRESA
Firma y Aclaración		Firma y Aclaración
Emiliano Chiapponi 		 DANIEL RÍOS

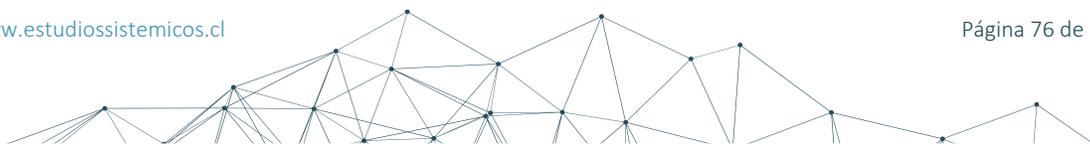
Figura 6-14: Acta de pruebas del día 9 correspondientes al Parque Eólico La Cabaña.





7. REFERENCIAS

- [1] COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA, «ANEXO TÉCNICO: Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras».
- [2] Goldwind, GW-08FW.1316_Goldwind 4MW(S) WTGs Grid Connection Performance_A.
- [3] GoldWind, Consumo aerogeneradores - GW-08FA.0601 GW155-4.8 V40R02C100 Wind Turbine Own Consumption Technical Description.
- [4] GoldWind, GW-08CP.0138-Goldwind GW155-4.5(4.64.74.8) Wind Turbines.
- [5] CJR, Consumo servicios auxiliares - GRE.EEC.C.99.CL.W.13763.16.096.01.
- [6] CJR, Banco de condensadores - GRE.EEC.R.99.CL.W.13763.16.125.00.
- [7] E. Sistémicos, Informe de VMD - 22095-INF-EGP-047-Informe_Validación_PE_La_Cabaña, 2023.
- [8] Goldwind, GW-08CP.0139 GOLDWIND GW155-4.5(4.6_4.7_4.8).
- [9] CHNT, Transformador principal - ID3580 - Anexo 3 Ensayos FAT.
- [10] CEA, Transformador de SSAA - GRE.EEC.R.99.CL.W.13763.16.123.02.
- [11] CJR, GRE.EEC.R.99.CL.W.13763.16.124.03_CTG_ZigZag - CEA (Rev FInal).





FIN DEL DOCUMENTO



ESTUDIOS
SISTÉMICOS
POR UN MUNDO MAS RENOVABLE

www.estudiossistemicos.cl

Email: contacto@estudiossistemicos.cl

Fono: +562 3307 6960

Móvil: +569 7898 7194

Oficina Central
Padre Mariano Chaparro 3598, Macul,
Santiago – Chile.

