




LEBU-TORO
PARQUE EÓLICO-CHILE

INFORME TÉCNICO
DETERMINACIÓN POTENCIA MÁXIMA
PARQUE EÓLICO LEBU - TORO

00	2019-08-02	FBC	OGV	DRS
REVISIÓN	FECHA	ELABORADO	REVISADO	APROBADO

PROPIETARIO  LEBU-TORO PARQUE EÓLICO-CHILE			TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO
ORIGINAL			SIN PROCEDIMIENTO	F.B.001.03
TIPO DE COPIA	TÍTULO. DETERMINACIÓN DE POTENCIA MAXIMA (DDPM)			
UNIDAD O ÁREA	DESCRIPTOR	PÁGINAS		
OPERACIONES	INFORME TURBINA HE WIND AN BONUS VESTAS	16		


	INFORME TÉCNICO DETERMINACIÓN POTENCIA MAXIMA PARQUE EÓLICO - LEBU	CÓDIGO F.B.001.03	
		REV. <input checked="" type="checkbox"/>	FECHA 02-08-2019
		Página 2 de 16	

TABLA DE CONTENIDOS.

INDICE

TABLA DE CONTENIDOS.....	2
1. RESUMEN EJECUTIVO	3
2. DETERMINACIÓN DE POTENCIA MÁXIMA.....	3
3. ANTECEDENTES TÉCNICOS DE DISEÑO PARQUE LEBU- TORO	3
4. LOS AEROGENERADORES QUE CONFORMAN EL PARQUE EÓLICO LEBU TORO.....	4
5. ANTECEDENTES TÉCNICOS DEL DISEÑO DE LOS GENERADORES Y TRASFORMADORES EÓLICO LEBU-TORO. ...	6
TURBINAS AN BONUS 600 KW	6
HEWIND 50/780 KW	8
VESTAS V66/1750 KW	9
HEWIND HW 77/1500 KW	11
6. DESCRIPCIÓN DE COMPORTAMIENTOS	14
7. CÁLCULO DE POTENCIA NETA PARQUE EÓLICO LEBU TORO	15
8. CONCLUSIÓN	16



INFORME TÉCNICO
DETERMINACIÓN POTENCIA MAXIMA
PARQUE EÓLICO - LEBU

CÓDIGO

F.B.001.03

REV.

FECHA

02-08-2019

Página 3 de 16

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe tiene por finalidad establecer el valor de potencia máxima del Parque Eólico Lebu-Toro en función de operación y mediciones de recursos eólicos de acuerdo de criterios establecidos en los anexos: Pruebas de potencia máxima en las unidades generadoras establecidas.

2. DETERMINACIÓN DE POTENCIA MÁXIMA

El Anexo Técnico de Pruebas de Potencia Máxima en unidades generadoras, establece en su Título VIII, Artículo 39, que las unidades generadoras cuya fuente es renovable no convencional sin capacidad de regulación, el valor de Potencia Máxima debe ser obtenido en función de registros de operaciones y mediciones de los recursos naturales que inciden en la operación de esas tecnologías.

El Informe Técnico que respalda el valor de Potencia Máxima, consiste en un documento que debe especificar las metodologías, cálculos utilizados y todos los antecedentes y aspectos técnicos que fueron utilizados para el valor de Potencia Máxima informado.

3. ANTECEDENTES TÉCNICOS DE DISEÑO PARQUE LEBU- TORO

El Parque Eólico Lebu- Toro Este está compuesto por 2 aerogeneradores modelo He-wind de 1500 [kW] de potencia nominal, 3 aerogeneradores modelo He-wind 780 [KW] potencia nominal, 2 aerogeneradores modelo An-Bonus 600[KW] potencia nominal, 2 aerogeneradores modelo Vestas v66 1750 [KW] potencia nominal. Los que totalizan una potencia bruta declarada en planta de 10.040 [KW]. Estos aerogeneradores se vinculan a la red interna del parque de 13,2 [kV] a través de transformadores de 0,69/13,2 [kV] instalados en cada aerogenerador. La red interna del Parque Eólico Lebu-Toro está compuesto por 1 circuito troncal en 13,2 [kV] con dirección a subestación Lebu donde se eleva desde 13,2/66 KV y así evacuando finalmente su energía hacia las empresas de transmisión y distribución de energías correspondiente. El diagrama unilineal da a conocer la distribución de turbinas aerogeneradores eólico y su respectiva ubicación distribución.

4. LOS AEROGENERADORES QUE CONFORMAN EL PARQUE EÓLICO LEBU TORO

Son del tipo asincrónico, doblemente alimentado (DFIG) de 4 polos, de rotor bobinado y anillos rozantes. Además, se cuenta con un equipo convertidor de potencia. El estator se conecta directamente a la red y el rotor a uno de los lados del convertidor (inversor), estando el otro lado (rectificador) conectado a la red. Mediante esta configuración se logra que no existan corrientes peak al momento de la conexión a la red del aerogenerador, existe un control de potencia activa y reactiva continua y el rango de velocidad de funcionamiento es muy amplio, desde velocidades por debajo de la velocidad de sincronismo hasta velocidades por sobre la velocidad de sincronismo.

Con respecto al convertidor electrónico de potencia, éste garantiza en todo momento un modo de funcionamiento síncrono con respecto a la red. La tensión y frecuencia inducida en el estator coinciden en todo momento con las mismas variables de la red. Si la tensión o frecuencia de línea varían, las del estator del generador lo hacen en el mismo sentido y proporción con el comportamiento del convertidor en su conexión con la red.

También contamos con 5 generadores con motores síncronos que su principal funcionamiento, es crear tensión inducida en el circuito del estator, debemos crear un campo magnético en el rotor o circuito de campo, esto lo lograremos alimentando el rotor, este campo magnético inducirá una tensión en el devanado de armadura por lo que tendremos una corriente fluyendo a través de él, en nuestro caso es suministrada por la aplicación de un torque y por la rotación del eje de la misma, una fuente de energía mecánica en la turbina eólica.

Uno de los generadores eólicos de velocidad variable es utilizado es el generador de inducción doblemente alimentado (DFIG). Más adelante se presenta un esquema de control del DFIG. El convertidor de potencia del lado de la red es modelado y controlado usando el vector de tensión orientado a los ejes, lo que garantiza que con la componente del eje de la corriente se pueda controlar la potencia activa y, por consiguiente, la tensión del bus DC. La componente del eje "q" es forzada a cero para mantener un factor de potencia unitario. En el convertidor del lado del rotor se utiliza un control orientado al flujo del estator. Para la sincronización con la red se utiliza un método novedoso basado en el método GDSC-PLL.

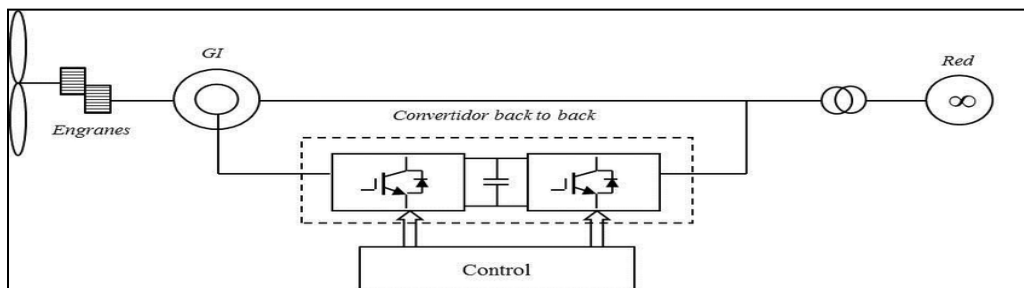


Figura N° 1: Método GDSC-PLL

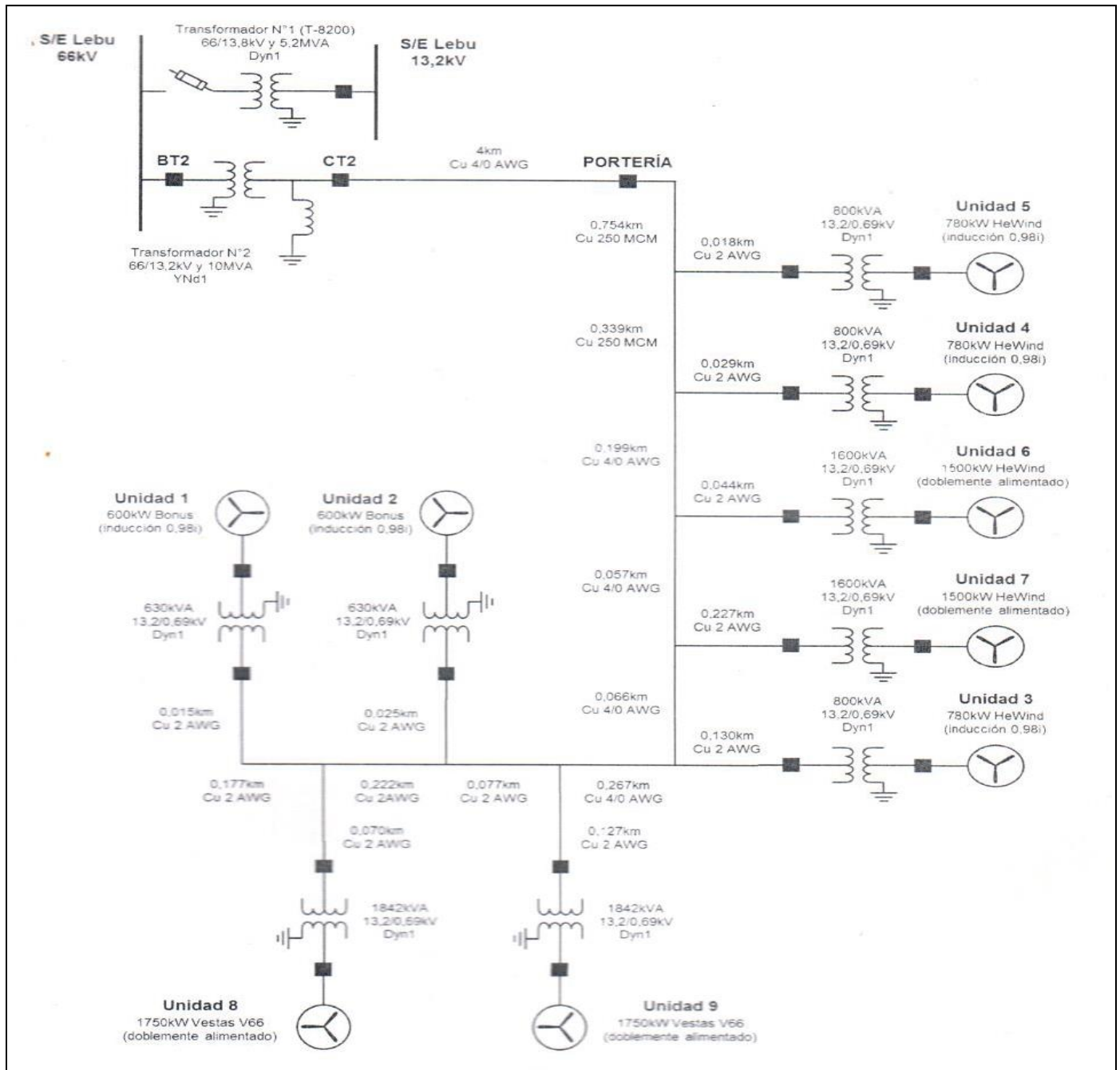


Figura N° 2: Diagrama unilineal de la distribución proyectada en el parque Eólico Lebu

5. ANTECEDENTES TÉCNICOS DEL DISEÑO DE LOS GENERADORES Y TRASFORMADORES EÓLICO LEBU-TORO.

TURBINAS AN BONUS 600 KW

El parque eólico Lebu-Toro está compuesto por 2 aerogeneradores AN Bonus 600 KW, con una inducción de 0,988 (i) y un transformador individual de 630KVA 13,2/0,69KV Dyn1

Es un generador asíncrono de tipo jaula de ardilla con doble bobinado, con buena estabilidad en generación tanto en vientos bajos como en vientos altos en su nominal en corriente 124/557 A.

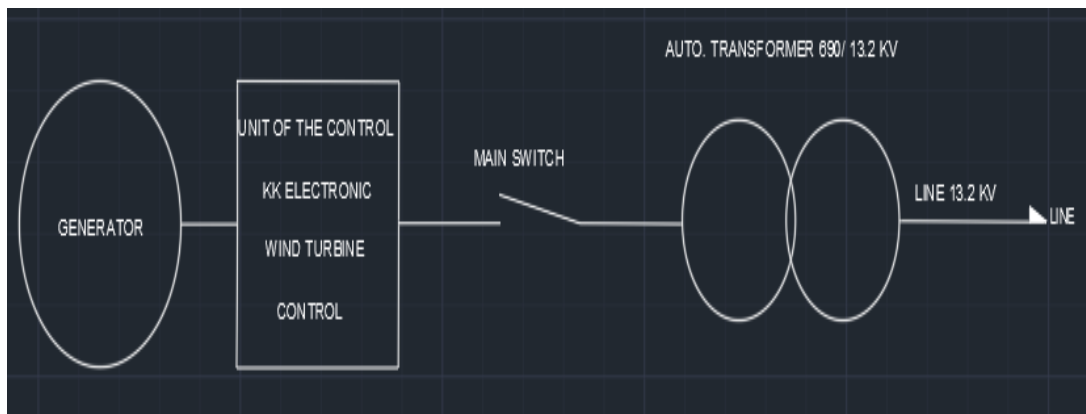


Figura N° 3: Esquema de generación AN BONUS.

Tabla 1: Tabla de datos Generador AN BONUS

Tipo:	Asíncronos
Numero por generador:	1
Velocidad, máx.:	1,500.0 U/min
Voltaje:	690.0 V
Conexión a la red	Thyristor
Frecuencia de la red:	50 Hz
Fabricante:	ABB M2BG 400 XL 4/6

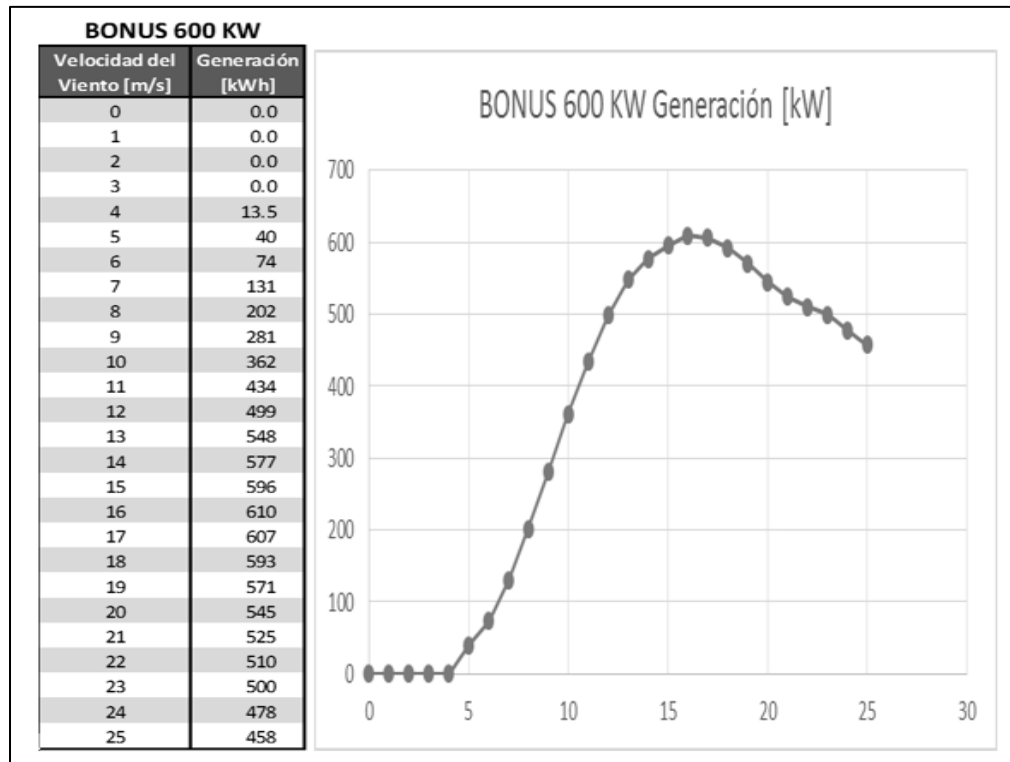


Figura N° 4: Gráfico de generación de AN BONUS

HEWIND 50/780 KW

El parque eólico Lebu-Toro está compuesto por 3 aerogeneradores Hewind 50/ 780 KW, con una inducción de 0,98 (i) y un transformador individual de 800KVA 13,2/0,69KV Dyn1

Es un generador asíncrono de tipo jaula de ardilla con doble bobinado, con buena estabilidad en generación en vientos fijos.

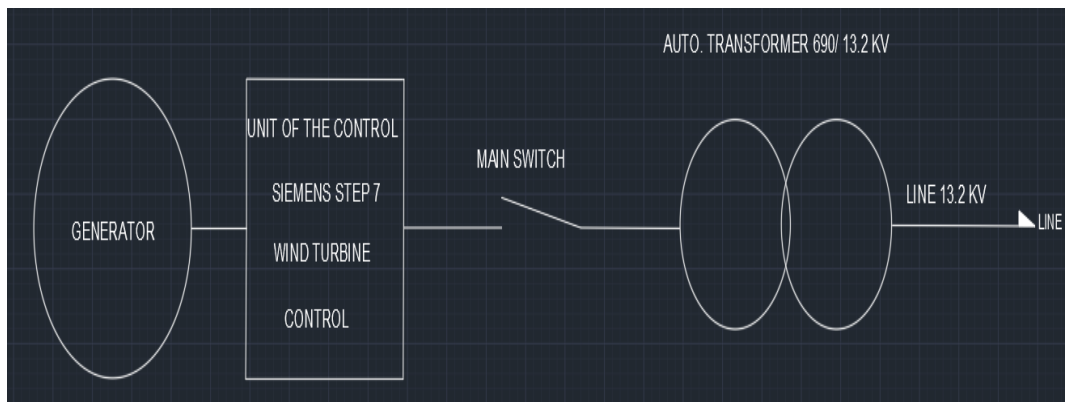


Figura N° 5: Esquema de generación He wind 50/780kw

Tabla 2: Tabla de datos Generador He wind 50/780 kw

Fabricación	Hewind china
Turbina	Hw50780 KW
Potencia	780 KW
Diámetro	50m
Clase de viento	IEC Ia
Área de barrido	1964 m ²
Densidad de potencia	2,52 m ² /W
Limitación de Potencia	Stall

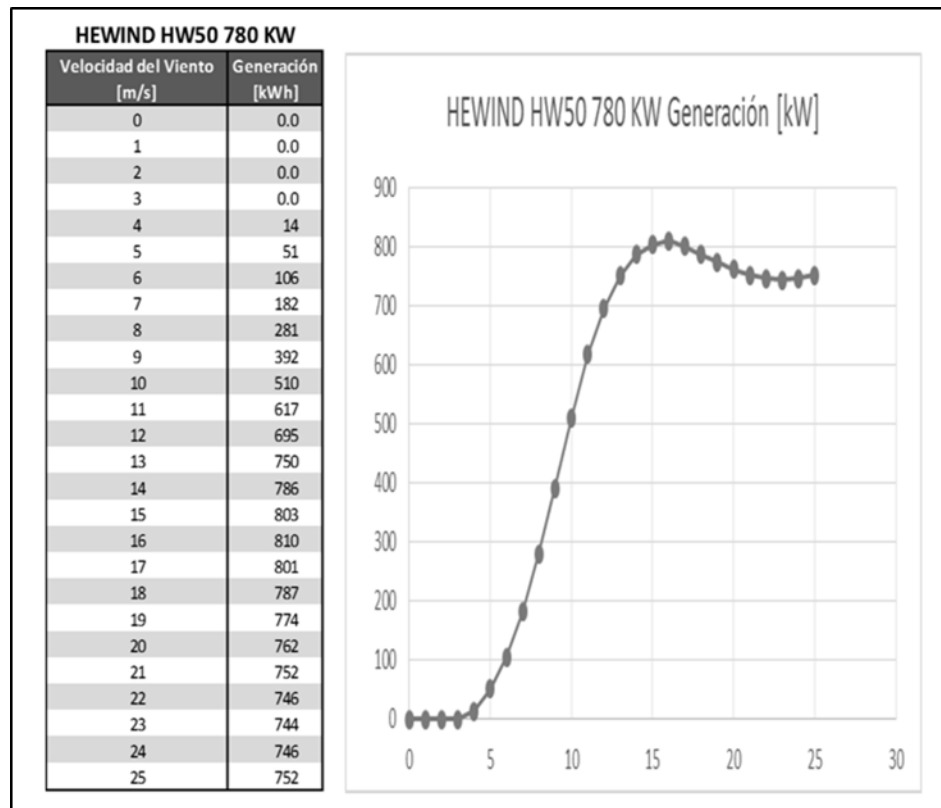
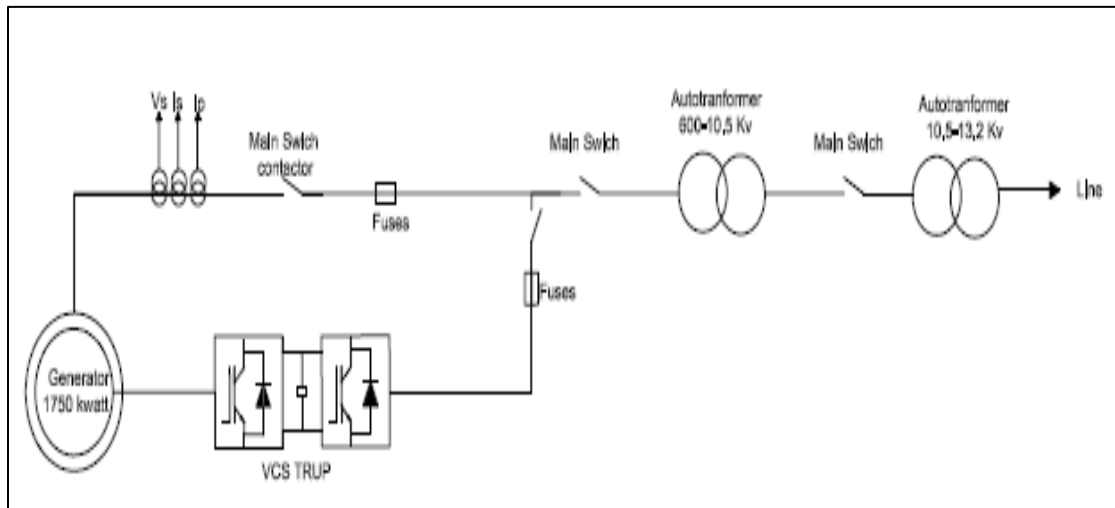


Figura N° 6: Gráfico de generación de He wind 50/780kw

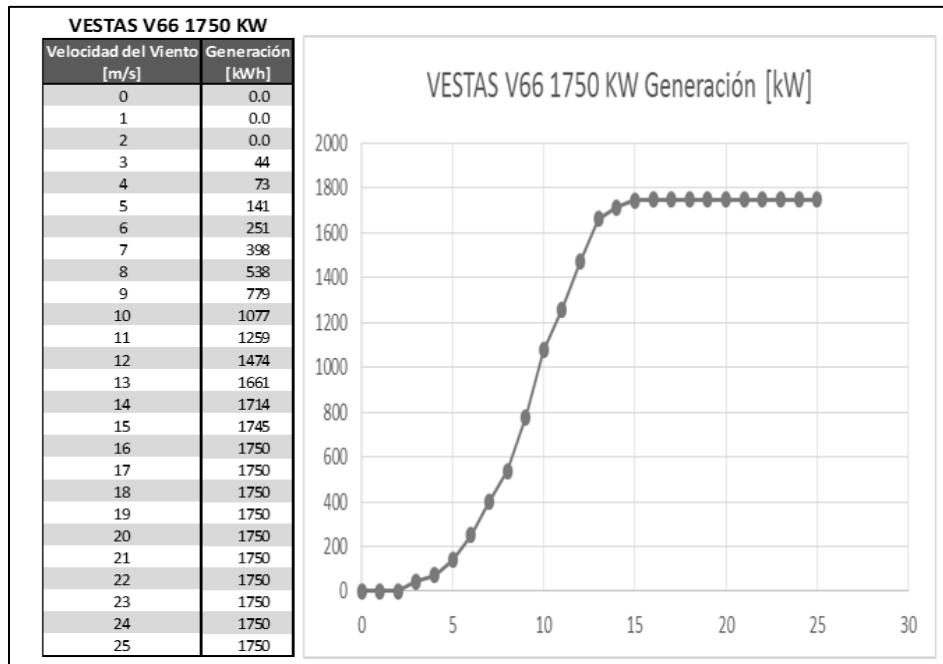
VESTAS V66/1750 KW

El parque eólico Lebu-Toro está compuesto por 2 aerogeneradores Vestas V66/1750 KW doblemente alimentado, con una inducción de 0,98 (i) y un transformador individual de 1842KVA 13,2/0,69KV Dyn1

Es un generador de inducción de rotor bobinado con conexión directa a la red, al igual así el estator con función de regulación de potencia por un sistema de ángulos regulables por pitch.

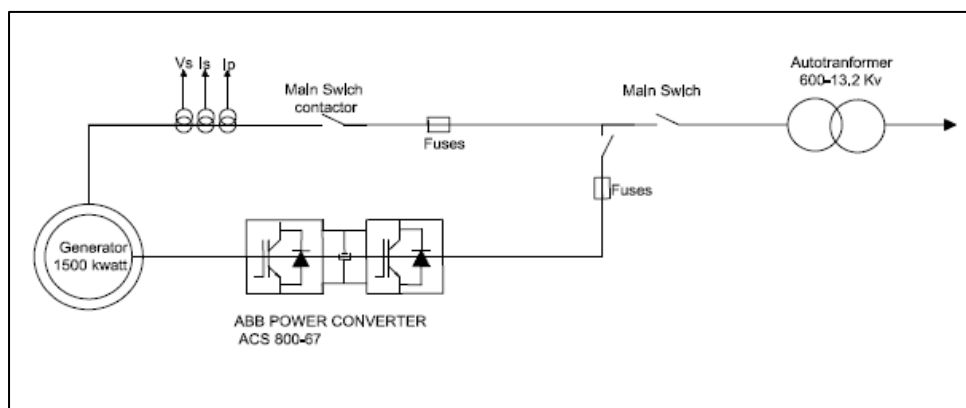

Figura N° 7: Esquema de generación Vestas V66/1750 KW
Tabla 3: Tabla de datos Generador Vestas V66/1750 KW

Tipo generador Leroy Sommer	IND Tención 690 V
Diámetro	66 m
Puesta en marcha	1999
Área barrida	3421.2 m ²
Densidad de potencia	1.95 m ² / kW
Velocidad máxima	24,4 rd / min.
Potencia nominal	1750 kW


Figura N° 8: Gráfico de generación de Vestas V66/1750 KW

HEWIND HW 77/1500 KW

El parque eólico Lebu-Toro está compuesto por 2 aerogeneradores Hewind HW 77/1500 KW doblemente alimentado, con una inducción de 0,98 (i) y un transformador individual de 1842KVA 13,2/0,69KV Dyn1, con regulación de pitch variable.


Figura N° 9: Esquema de generación de He wind 1500 KW

GENERADOR	
Type Description	Double fed asynchronous with wound rotor, slip rings and converter control
Rated Power (PN)	1550 Kw
Frequency	50 Hz
Voltage, Generator	690 Vac
Voltage, Converter	690 Vac
Number of Poles	4
Winding Type (Stator/Rotor)	Form/Form
Winding Connection, Stator	Star/Delta
Rated Efficiency (generator only)	96.5 %
Power Factor, default (cos)	1.0
Weight	About 7400 kg
Generator Bearing - Temperature	2 Pt100 sensors
Per phase in the hot spots of the stator	2 Pt100 sensors
Cooling air outlet	1 Pt100 sensors
Space heater	Yes

Figura N° 10: Características de generador He wind 1500 KW

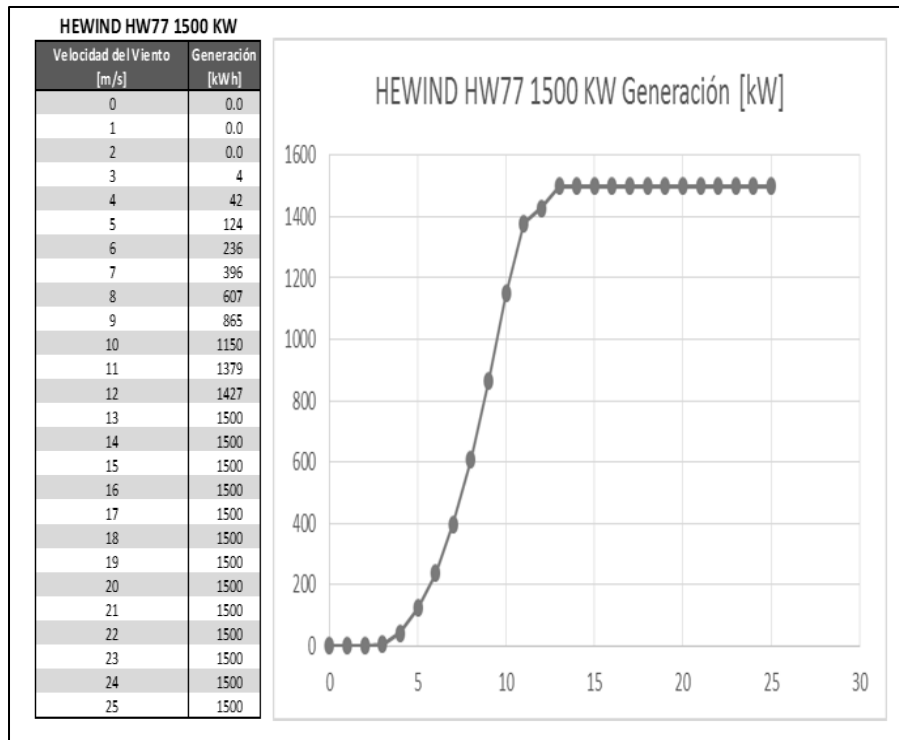
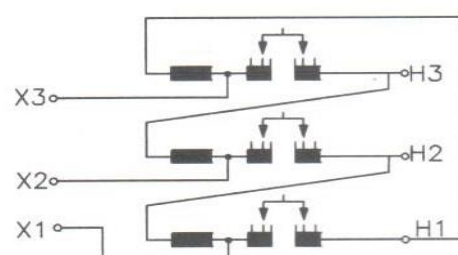
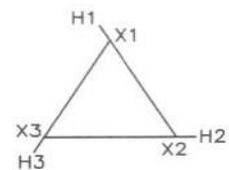


Figura N° 11: Gráfico de generación de He wind 1500 KW

TRANSFORMADOR

N° DE SERIE	<input type="text" value="77796"/>	FRECUENCIA	<input type="text" value="50 HZ"/>
DISEÑO	<input type="text" value="3.2100.ATB1"/>	TENSION PRIMARIA	<input type="text" value="10750 V"/>
AÑO DE FABRICACION	<input type="text" value="2014"/>	TENSION SEC. EN VACIO	<input type="text" value="13200 V"/>
KVA	<input type="text" value="2100"/>	CORRIENTE PRIM. (ONAN)	<input type="text" value="112,8 A"/>
REFRIGERACION	<input type="text" value="ONAN"/>	CORRIENTE SEC. (ONAN)	<input type="text" value="91,9 A"/>
ELEV. TEMP.	<input type="text" value="65 °C"/>	CONEXION	<input type="text" value="DELTA EXTENDIDA"/>
ALTITUD (M.S.N.M.)	<input type="text" value="1000"/>	IMPEDANCIA A 75 °C	<input type="text" value=""/>
FASES	<input type="text" value="3"/>	BIL (MT/AT)	<input type="text" value="110/110 KVp"/>
AISLANTE	<input type="text" value="ACEITE"/>		





NOTA : _ENROLLADOS DE COBRE

CAMB. POS.	SECUNDARIO VOLTS	2100 KVA AMPERES
1	13860	87,5
2	13530	89,6
3	13200	91,9
4	12870	94,2
5	12540	96,7

PESO NUCLEO Y BOBINAS	<input type="text" value="1100 KG."/>
PESO ESTANQUE Y ACCES.	<input type="text" value="570 KG."/>
PESO ACEITE	<input type="text" value="530 KG."/>
VOLUMEN ACEITE	<input type="text" value="605 LTS."/>
PESO TOTAL	<input type="text" value="2200 KG."/>

SCHAFFNER S.A.

SANTIAGO - CHILE

Figura N° 12: Placa especificaciones técnicas, transformadores implementados en cada unidad de aerogenerador.

6. DESCRIPCIÓN DE COMPORTAMIENTOS

Con respecto a la curva de viento potencia del aerogenerador An- bonus 600 y Hewind 780, dado el emplazamiento del parque, se distinguen curvas viento potencia, dada una estacionalidad diferente entre la constancia de viento en que la densidad del aire varía ligeramente. Para el caso de condiciones, los aerogeneradores con sistema de *tips* función fija, la generación es más inestable considerando un valor de densidad de aire de $1,292 \text{ Kg/m}^3$, mientras que en condiciones con el sistema *pich controller*, en los diagramas se muestran las curvas de viento potencia de los aerogenerador Vesta V66 / He-wind 1500, en los cuales el aerogenerador comienza a generar energía a partir de una velocidad de viento de 3 [m/s] , lo cual corresponde a una potencia mínima de 24 [kW] . De 3 a 4 [m/s] llega a una mayor estabilidad de generación manteniéndose en sistema constante.

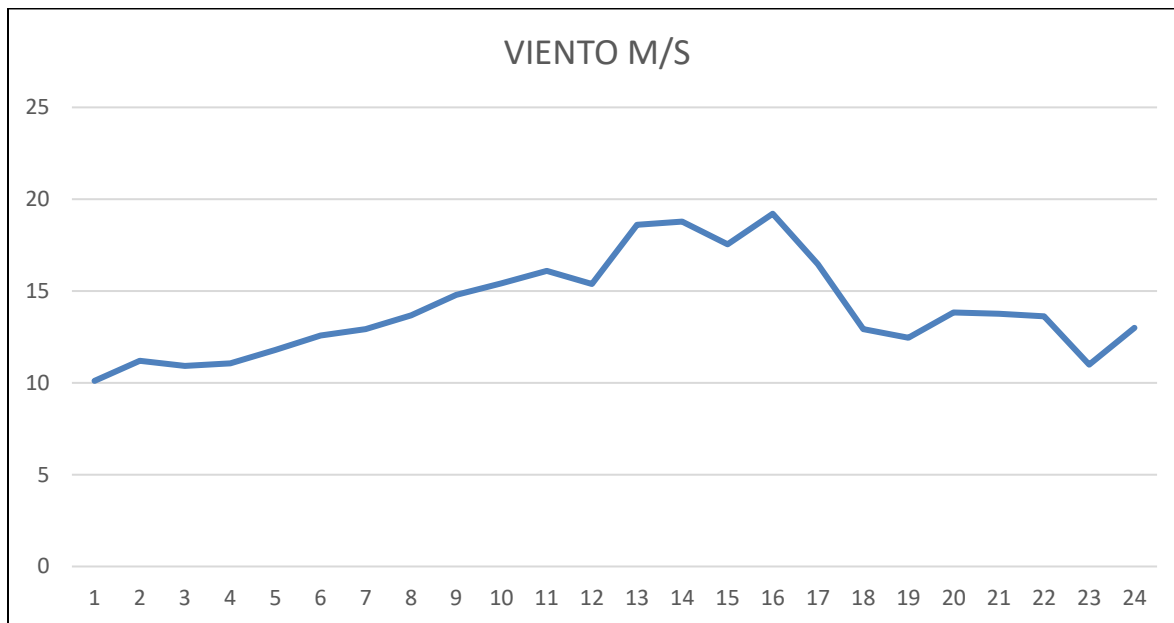


Figura N° 13: Gráfico viento m/s durante 24 hrs (Como ejemplo se toma el día 20-07-19)

7. CÁLCULO DE POTENCIA NETA PARQUE EÓLICO LEBU TORO

Consumos propios de los aerogeneradores, considerando un factor de planta del 26%, se estima un promedio de 1,5[kW] por aerogenerador, totalizando un consumo sistémico de 13,5 [kW], lo que representa el 0.04% de la potencia bruta de la planta. Por otro lado, la potencia activa total de consumos de S.S.A.A corresponden a 105 [kW], totalizando de esta manera un consumo propio de 118,5 [kW] lo que corresponde al 0.08% de la potencia bruta del parque. Adicionalmente, las pérdidas óhmicas en cables y transformadores del parque se estiman en aproximadamente 20 [kW]. De esta manera, la potencia neta máxima del parque eólico Lebu - Toro en el punto de conexión al sistema corresponde al siguiente valor:

- **Potencia bruta Máxima: 10.040 [kW]**
- **Potencia total de consumo: 118,5 [kW] (-)**
- **Total, de pérdidas óhmicas: 20 [kW] (-)**
- **Potencia total neta: 9.901 [kW]**

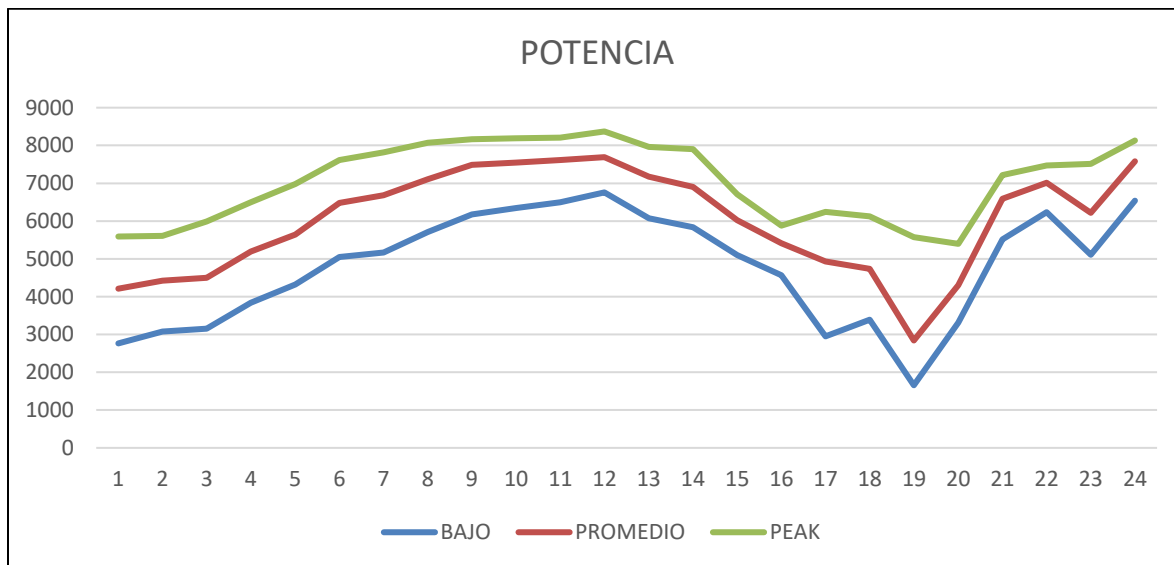


Figura N° 14: Gráfico peak de potencia máxima durante las 24 hrs. (Día 20-07-19)



8. CONCLUSIÓN

De acuerdo a lo expuesto en el presente informe, se concluye que el parámetro de potencia máxima bruta del parque Eólico Lebu Toro es de 10.040[kW], mientras que la potencia máxima neta del parque Eólico Lebu Toro es de 8.772 [kW] registrada. Los principales resultados se presentan en la siguiente tabla:

Parámetro Parque Eólico	Potencia Máxima Bruta 10.040 [kW]
Consumos SSAA	381 [kW]
Potencia Máxima Neta Punto de Conexión	8.772 [kW]

Tabla 4: Tabla de promedio respecto a los meses del año 2018

MES	PROMEDIO
Enero	8,4
Febrero	6,4
Marzo	6,9
Abril	6,8
Mayo	5,7
Junio	5,9
Julio	6,5
Agosto	5,7
Septiembre	7,5
Octubre	6
Noviembre	7,1
Diciembre	6,8

Pro. Viento anual 2018

6,6