

Empresa: AES Gener

País: Chile

Proyecto: Parque Fotovoltaico Andes Solar II-A - Etapa 2

Descripción: Informe de Mínimo Técnico

Código de Proyecto: EE-2019-185

Código de Informe: EE-EN-2020-1932

Revisión: A

*Power System Studies, Power Plant Field Testing
and Electrical Commissioning
ISO9001:2008 Certified*



Este documento EE-EN-2020-1932-RA fue preparado para AES Gener por Estudios Eléctricos. Para consultas técnicas respecto del contenido del presente comunicarse con:

Ing. Jaime Prieto
Departamento de Ensayos
jaime.prieto@estudios-electricos.com

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

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

www.estudios-electricos.com

Este documento contiene 23 páginas y ha sido guardado por última vez el 27/10/2020 por Andrés Capalbo, sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Rev	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	27/10/2020	Para presentar.	JP	AC	PR



Índice

1	INTRODUCCIÓN.....	4
1.1	Fecha ensayo y personal auditor	4
1.2	Medidores utilizados.....	4
1.3	Definiciones y Nomenclatura	5
2	ASPECTOS NORMATIVOS	6
3	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	7
3.1	Unifilar de planta.....	7
3.2	Datos de los paneles solares	10
3.3	Datos de los inversores	11
3.4	Datos de los transformadores.....	13
4	DETERMINACIÓN DEL MÍNIMO TÉCNICO	15
4.1	Mediciones y accionamientos.....	15
4.2	Descripción del ensayo.....	16
4.3	Resultados.....	17
4.4	Valores detallados.....	17
5	CONCLUSIONES	18
6	ANEXOS	19
6.1	Certificado de calibración del medidor de energía	19



1 INTRODUCCIÓN

El presente Informe Técnico documenta el procedimiento y los resultados obtenidos al determinar el Mínimo Técnico del Parque Fotovoltaico Andes Solar II-A - Etapa 2 de acuerdo con lo establecido en el “Anexo Técnico: Determinación de Mínimo Técnico en Unidades Generadoras”, cuyos aspectos más relevantes se destacan en la Sección 2.

El Parque Fotovoltaico Andes Solar II-A - Etapa 2 se ubica en la región de Antofagasta, está emplazado en el costado sur del salar de Atacama, y tiene una potencia instalada de 80MW. Su punto de conexión con el sistema eléctrico nacional es mediante el terciario del Transformador N°3 345/220/23kV a la S/E Andes.

Esta segunda etapa se corresponde con una ampliación del parque, compuesta por tres inversores emplazados sobre un mismo sistema colector, la cual eleva la potencia instalada de 68.58MW a 80MW.

1.1 Fecha ensayo y personal auditor

Personal	Fecha de ensayo
Ing. César Colignon	15/10/2020

1.2 Medidores utilizados

Denominación	Marca	Modelo	Precisión	Calibración
Analizador de energía	Janitza	UMG 604	±0.4%	Ver Anexo 6.1

Tabla 1-1 – Equipos utilizados

Además de lo mostrado en la Tabla 1-1, se utilizaron datos adquiridos mediante el SCADA de la central la cual cuenta con una tasa de muestreo de 100 ms.



1.3 Definiciones y Nomenclatura

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

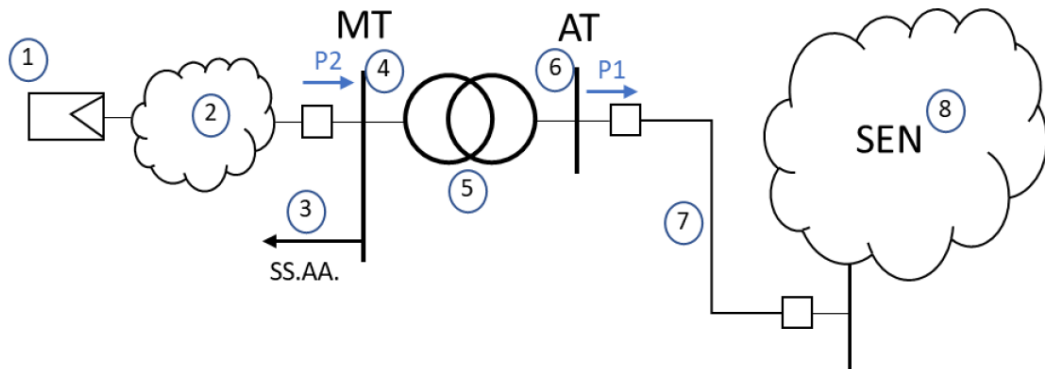


Figura 1.1 – Sistema equivalente parque fotovoltaico.

- 1) **Generador equivalente:** Corresponde a la suma de los aportes distribuidos de potencia activa alterna de cada inversor del parque fotovoltaico.
- 2) **Pérdidas en sistema colector del parque (Pcolector):** Corresponde a las pérdidas del sistema colector del parque fotovoltaico, principalmente en cables de baja y media tensión, y en los transformadores colectores que elevan de baja a media tensión.
- 3) **Servicios Auxiliares de la central (SS.AA).**
- 4) **Barra de media tensión (MT):** Corresponde a la tensión en el lado de baja tensión del transformador de poder del parque fotovoltaico.
- 5) **Transformador de Poder:** Equipo elevador presente en la subestación de salida del parque fotovoltaico.
- 6) **Barra de alta tensión (AT):** Corresponde a la tensión en el lado de alta tensión del transformador de poder del parque fotovoltaico.
- 7) **Línea dedicada de la central:** Línea de alta tensión que vincula el parque fotovoltaico con el sistema eléctrico.
- 8) **Sistema Eléctrico Nacional (SEN).**

A partir de las definiciones anteriores, el presente informe considera la siguiente nomenclatura:

- ✓ **P1:** Potencia activa inyectada en la barra de alta tensión (AT) del parque [MW].
- ✓ **P2:** Potencia activa inyectada en la barra de media tensión (MT) del parque [MW].
- ✓ **Ptrafo:** Pérdidas activas en el transformador de poder del parque [kW].
- ✓ **SS.AA.:** Servicios Auxiliares del parque [kW].
- ✓ **Pcolector:** Pérdidas en el sistema colector del parque [kW].



2 ASPECTOS NORMATIVOS

El “**Anexo Técnico**: Determinación de Mínimo Técnico en Unidades Generadoras” establece cómo determinar e informar la potencia activa bruta mínima con la cual una unidad puede operar en forma permanente, segura y estable inyectando energía al sistema. Este mínimo deberá obedecer sólo a restricciones técnicas de operación de la unidad.



3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El Parque Fotovoltaico Andes Solar II-A - Etapa 2 está constituido por 21 unidades de conversión, cada una con capacidad de 4.368MVA @ 35°C / 3.913MVA @ 50°C.

Las características generales de operación a nivel PPC se aprecia en la Tabla 3-1.

Datos de planta	
Punto de conexión (POI)	Terciario del Transformador N°3 345/220/23 kV S/E Andes
Potencia desde el PPC	80MW como referencia máxima de potencia activa desde el PPC
	0MW como referencia mínima de potencia activa desde el PPC
Inversores	21 x GPTech, modelo 3MWD3-V620
Paneles solares	28 paneles por string. Marca AstroTwins. Modelos CHSM72M(DGT)/F-BH 380 y CHSM72M(DGT)/F-BH 385

Tabla 3-1 Características generales de planta según documentación del PPC

3.1 Unifilar de planta

La red interna de media tensión (MT) del parque se encuentra compuesta de 21 unidades de conversión, cada una de las cuales cuenta con un transformador de bloque (de relación 23/0.62 kV). A la barra de MT de 23 kV llegan 7 líneas, cada línea se obtiene de la unión de 3 unidades de conversión lo cual resulta en 11.394MVA por cada línea.

Esto es lo que se muestra en la Figura 3.1, Figura 3.2.



=SWITCHGEAR GIS ZX0.2

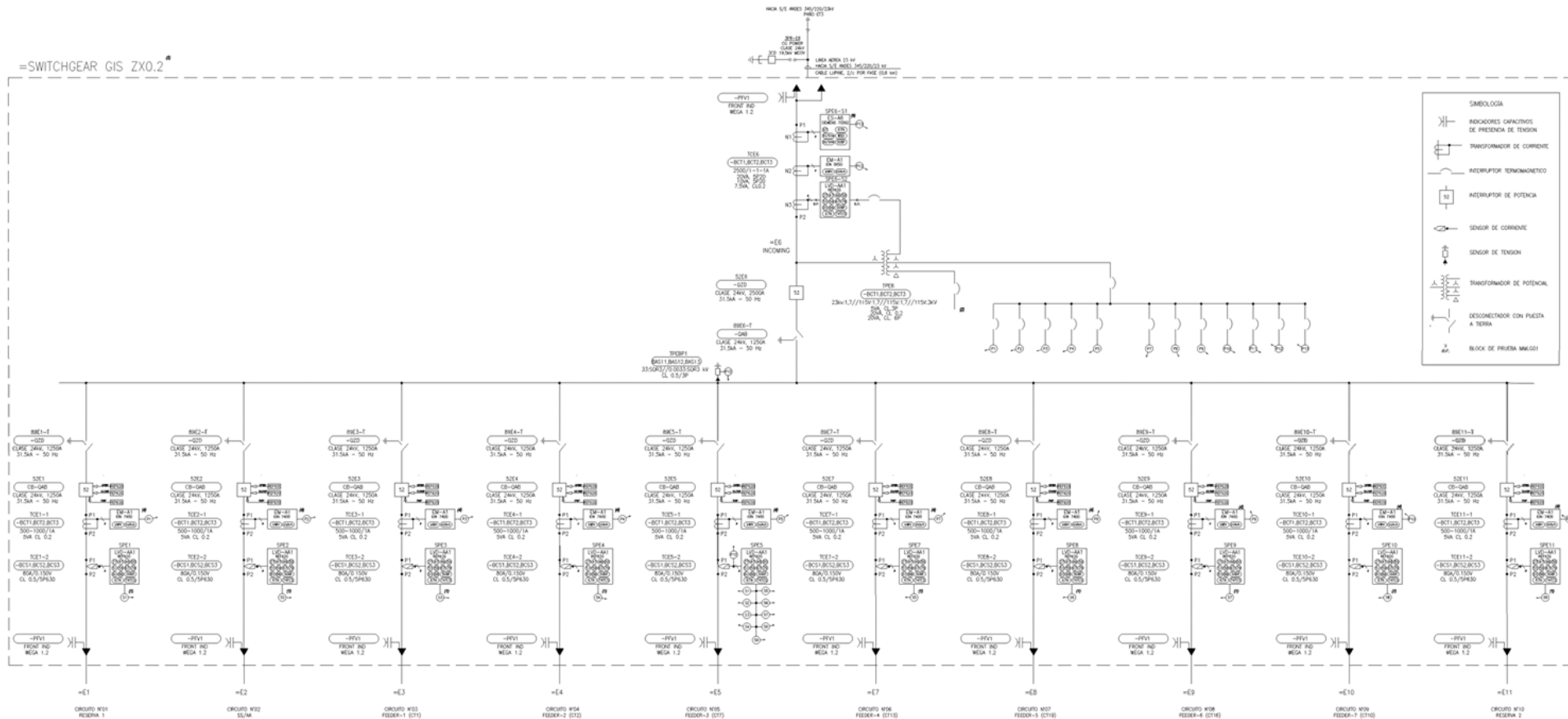


Figura 3.1 – Diagrama unifilar de media tensión - Parque Fotovoltaico Andes Solar II-A.

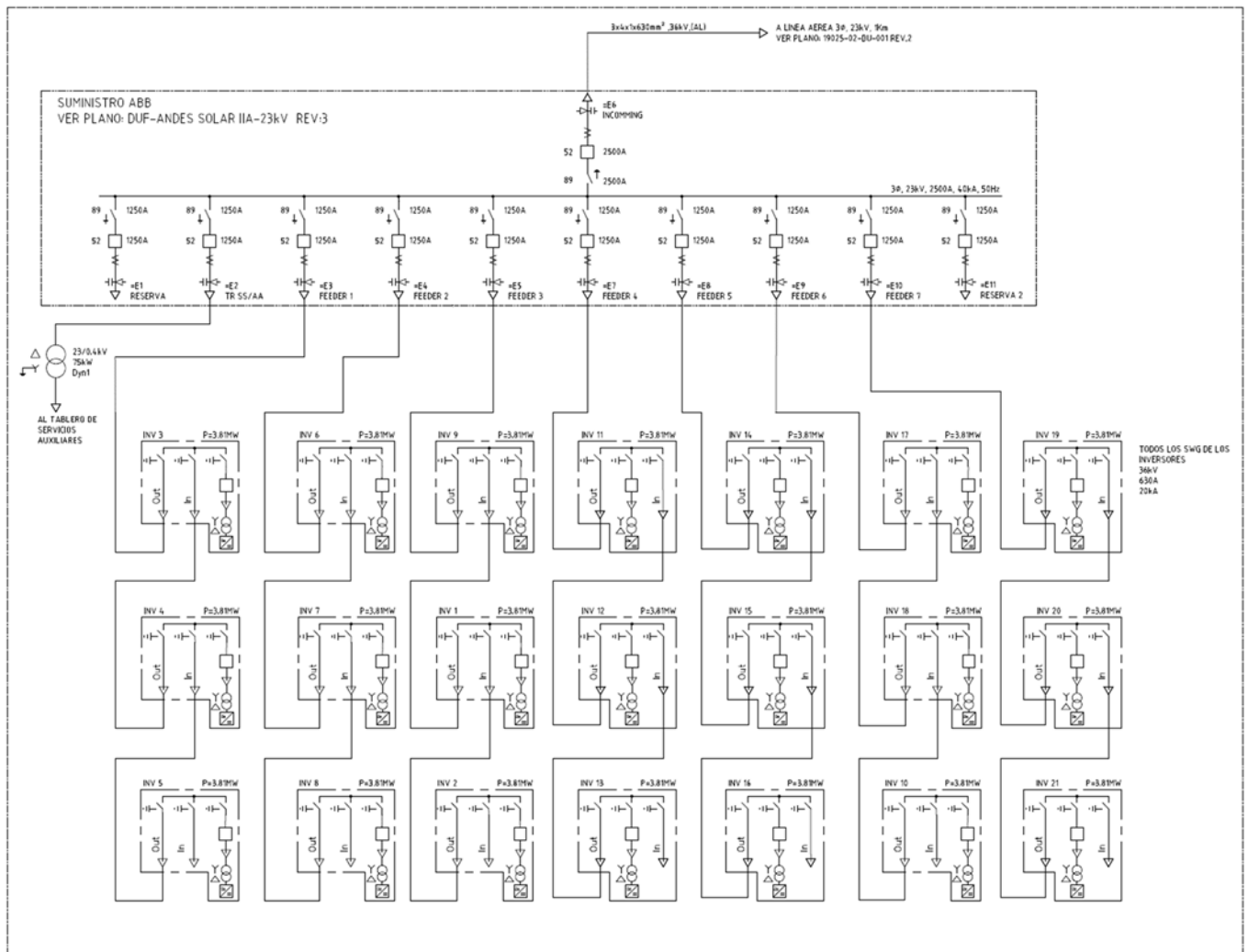


Figura 3.2: Red Colectora – Circuitos 1 a 7.



3.2 Datos de los paneles solares

Cada unidad de conversión cuenta con 28 paneles por string, marca AstroTwins, modelos CHSM72M(DGT)/F-BH 380 y CHSM72M(DGT)/F-BH 385. Sus características se presentan en la Figura 3.3.

ELECTRICAL SPECIFICATIONS										
Power rating (front)	370 Wp		375 Wp		380 Wp		385 Wp		390 Wp	
Testing Condition	Front	Back	Front	Back	Front	Back	Front	Back	Front	Back
STC rated output (P_{mpp}/Wp)*	370	278	375	281	380	285	385	289	390	293
Rated voltage (V_{mpp}/V) at STC	39.71	40.25	39.94	40.48	40.26	40.80	40.49	41.06	40.72	41.28
Rated current (I_{mpp}/A) at STC	9.32	6.90	9.39	6.95	9.44	6.99	9.51	7.03	9.58	7.09
Open circuit voltage (V_{oc}/V) at STC	47.64	46.21	47.89	46.45	48.18	46.73	48.45	47.00	48.72	47.26
Short circuit current (I_{sc}/A) at STC	9.80	7.25	9.88	7.31	9.95	7.36	10.02	7.41	10.09	7.45
Module efficiency	18.4%	13.8%	18.6%	14.0%	18.9%	14.2%	19.1%	14.3%	19.4%	14.5%
Temperature coefficient (P_{mpp})	- 0.376%/°C									
Temperature coefficient (I_{sc})	+0.043%/°C									
Temperature coefficient (V_{oc})	- 0.282%/°C									
Normal operating cell temperature (NOCT)	46±2°C									
Maximum system voltage (IEC/UL)	1500V _{DC}									
Number of diodes	3									
Junction box IP rating	IP 68									
Maximum series fuse rating	20 A									

* Measurement tolerance +/- 3%
 STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, AM=1.5

ELECTRICAL SPECIFICATIONS (Integrated power)					
P_{mpp} gain	P_{mpp}	V_{mpp}	I_{mpp}	V_{oc}	I_{sc}
5%	399 Wp	40.26 V	9.91 A	48.18 V	10.45 A
10%	418 Wp	40.26 V	10.38 A	48.18 V	10.95 A
15%	437 Wp	40.16 V	10.88 A	49.28 V	11.44 A
20%	456 Wp	40.16 V	11.35 A	49.28 V	11.94 A
25%	475 Wp	40.16 V	11.83 A	49.28 V	12.44 A

Measurement tolerance +/- 3%
 Electrical characteristics with different rear power gain (reference to 380W)

MECHANICAL SPECIFICATIONS	
Outer dimensions (L x W x H)	2018 x 998 x 30 mm 79.45 x 39.29 x 1.18 in
Module composition	Glass / POE or EVA / Glass
Front glass thickness	2.5 mm / 0.098 in
② Cable length (IEC/UL)	130(+) / 300(-) mm / 5.12 / 11.81 in
Cable diameter (IEC/UL)	4 mm ² / 12 AWG
② Maximum mechanical test load	5400 Pa
Fire performance (IEC/UL)	Class A (IEC) or Type 3 (UL)
Connector type (IEC/UL)	MC4 compatible

② Length can be customized

② Refer to Astronergy crystalline installation manual or contact technical department.
 Maximum Mechanical Test Load=1.5×Maximum Mechanical Design Load.

Figura 3.3 – Datos de paneles AstroTwins



3.3 Datos de los inversores

Los inversores con los que cuenta el parque son marca GP Tech, modelo 3MWD3-V620. Los mismos poseen una potencia activa nominal de 4368 kVA cada uno.

A continuación, se presentan sus principales características en la Figura 3.4 y la Figura 3.5.

3MWD3-V620	
DC input	
MPP Voltage range ^[1]	897 – 1500 V
MPP Voltage range @full power [V] ^[1]	897 – 1250 V
Max. DC voltage [V]	1500Vdc
Rated input current at Vdc_min [A] @35 °C	4800
Rated input current at Vdc_min [A] @50 °C	4320
Max. short circuit input current ^[2]	3x10000A
Number of MPPT	3
Grounding kit	Not included
DC Cabinet	
Switch type	DC load break switch
Number of DC Inputs	Up to 36
DC inputs protection ^[3]	Fuses
DC overvoltage protection	SPD (Type I-II). One per module
Integrated DC monitoring	Not included (Optional)
AC output	
Nominal AC voltage	620V
Max. AC voltage range ^[4]	90%-110%
Frequency, f [Hz]	50-60
Frequency operation range [Hz]	f ±3Hz
Rated apparent AC power [kVA] @ 95 °F/35 °C up to 950Vdc ^[5]	4368
Rated apparent AC power [kVA] @ 95 °F/35 °C @ 1250Vdc ^[5]	3798
Rated apparent AC power [kVA] @ 122 °F/50 °C up to 950Vdc ^[5]	3913
Rated apparent AC power [kVA] @ 122 °F/50 °C @ 1250Vdc ^[5]	3402
Rated AC power. Pmax [kW] @ 95 °F/35 °C up to 950Vdc ^[5]	4342
Rated AC power. Pmax [kW] @95 °F/35 °C up to 1250 Vdc ^[5]	3775
Total Current Demand Distortion (TDD)	<3%
Power factor	Adjustable
AC Cabinet	
Max. AC rated voltage	620V
Switch type	Circuit-breaker
Max. Short-circuit current (1s)	up to 42kA
Number of handling switches	3
AC overvoltage protection	SPD (Type I-II). One per module

Figura 3.4 – Datos de inversores



Integrated AC monitoring	Not Included (Optional)
Efficiency	
Max Peak Efficiency ⁽¹⁾	>98,6%
European Efficiency ⁽²⁾	>98,4%
CEC Efficiency ⁽³⁾	>98,5%
Self-consumption in standby ⁽⁷⁾	<550W
Self-consumption in operation	<10kW
Average Daily Self-consumption 12h. (CEC)	5.9 kW

Notes

- (1) At 100% Uac_nom, full power according to Figure 6 and $\cos \phi = 1$
- (2) Higher values under request
- (3) Different DC fuse sizes are available. Optionals for BPCS
- (4) Other voltage configurations are possible under request
- (5) At nominal AC voltage.
- (6) Self-consumption is not considered in the efficiency. Measurement considering the rated current when the Vdc=1250Vdc and the ambient temperature below 35 °C
- (7) The losses in standby and consumption of auxiliaries may vary depending on the model of transformer required by the customer

Table 1. Electrical characteristics 3MWD3-V620

Ambient conditions	
Operation ambient temperature	14°F / 140°F (-10°C / 60°C)
Operation ambient temperature (without de-rating)	14°F / 122°F (-10°C / 50°C)
Storage and transport temperature	-40°F / 149°F (-40°C / 65°C)
Maximum storage relative humidity	≤80% (no condensation)
Maximum relative humidity	100%
Fresh air consumption	16500m ³ /h
Max. altitude above sea level without derating	1000m
Max. altitude above sea level allowed	4000m
Mechanical Characteristics	
Dimensions(W x D x H)	5560/4260/2960* x 1650x 2460 [mm]
Weight	<7000g
Protection degree	3R, IP54NEMA
(*Standard AC output length is 350 mm)	
AC Protections	
Anti-islanding	Yes
Grid voltage variations	Yes
Frequency failures	Yes
Asymmetric currents	Yes
Asymmetric voltage	Yes
Low Voltage Ride Through (LVRT) capability	Yes
DC Protections	
Inverter shutting down on overload error	Yes
PV-field isolation detector	Yes
DC disconnection capability	Yes

Figura 3.5 - Datos de inversores (continuación)



Los inversores poseen una curva de capacidad de la forma mostrada en la Figura 3.6.

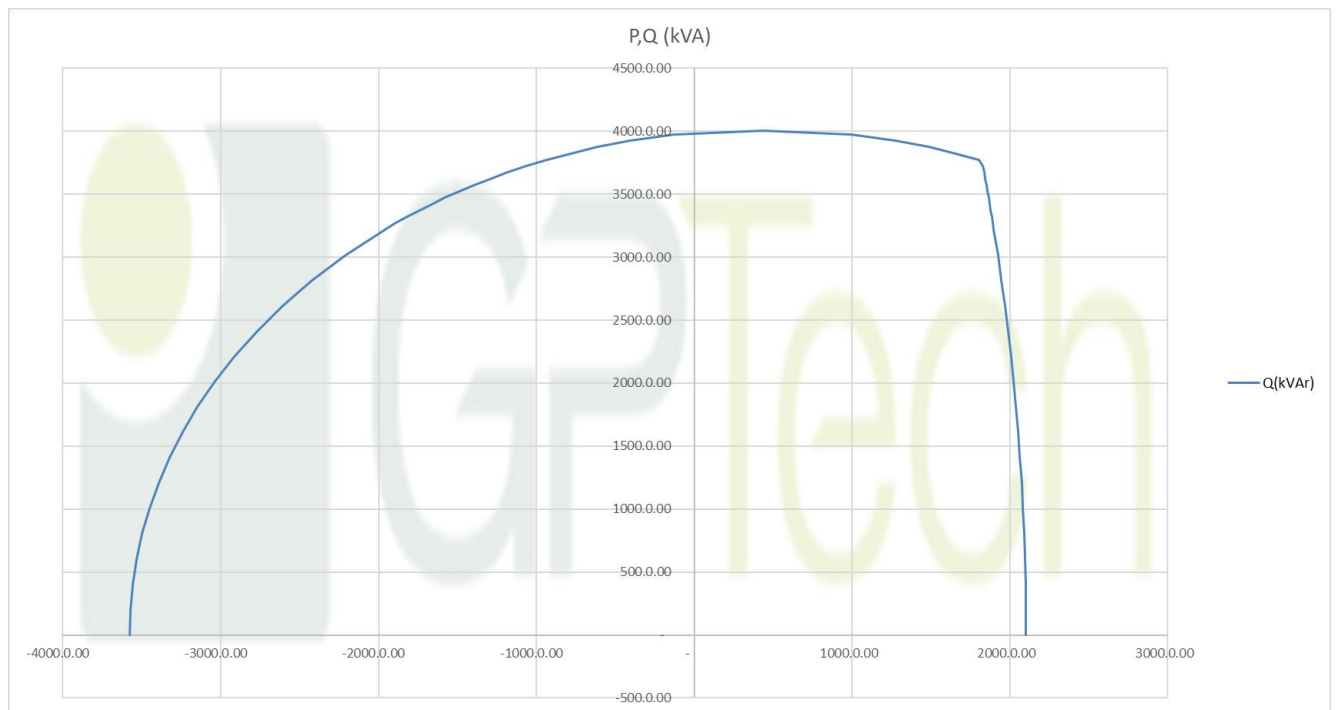


Figura 3.6 – Curva de capacidad del inversor

3.4 Datos de los transformadores

Cada transformador, de potencia nominal 4,5 MVA @ 40°C, cuenta con un devanado de baja tensión de 620 V y un arrollamiento de alta tensión de 23 kV.

La placa característica de los mismos se muestra en la Figura 3.7.



Characteristics of the 4500 kVA power transformer

Power Transformer 4500 kVA	
Electrical ratings	
Total Power	4500 kVA @40° C
Type	Oil-Immersed
Connection	Yn-d11 or Yn-d11-y0-d11 ⁽¹⁾
Frequency	50 Hz
Primary Nominal Voltage	23 kV
Primary Insulation Level	25 kV
High Voltage Taps	0, ±2.5, ±5%
Secondary Nominal Voltage (triple winding)	620V
LV Insulation Level	See Figure 15
Short-Circuit Impedance HV/LV	6%
No load losses	< 0,2%
Short-Circuit losses (120° C)	< 0,8%
Environmental conditions	
Maximum ambient temperature	50 °C
Winding Temperature Rise	55 °C
Maximum altitude above sea level	1000m
Cooling	ONAN (Oil Type II)
Anti-Corrosion treatment	C4
Gauges and fittings	
Protection Unit	DGPT2
Rating plate	Yes
Earthing plate	Yes
Safety valve	Yes
Sampling valve	Yes
Filling plug	Yes
Drain valve	Yes
Spare thermometer pocket	Yes
Electrostatic shield (without bushing)	Yes
Steel oil pool	Optional.Not Included
Protection relay	
Liquid level gauge	Yes, with alarm contacts
Pressure gauge	Yes, with alarm contacts
Dial Thermometer	Yes, with alarm contacts
Standards	
	IEC 60076

(1)Three low voltage windings are needed when the PV field is grounded

Figura 3.7 – Datos del transformador



4 DETERMINACIÓN DEL MÍNIMO TÉCNICO

El valor correspondiente al Mínimo Técnico corresponde al menor valor de potencia activa bruta que el parque es capaz de mantener de manera estable. En el caso de Parque Fotovoltaico Andes Solar II-A - Etapa 2, dicho valor es de **0. 256 MW**, lo que considera que los inversores realizan solo la inyección necesaria de potencia para compensar las pérdidas propias del parque obteniendo 0 MW en el Punto de interconexión (POI).

El despacho a nivel inversor requerido para lograr el mínimo técnico indicado puede observarse en la Tabla 4.2.

4.1 Mediciones y accionamientos

Las mediciones de potencia neta se realizaron mediante el equipo Janitza UMG 604, ubicado en la subestación Andes como se muestra en el detalle de la Figura 4.1.

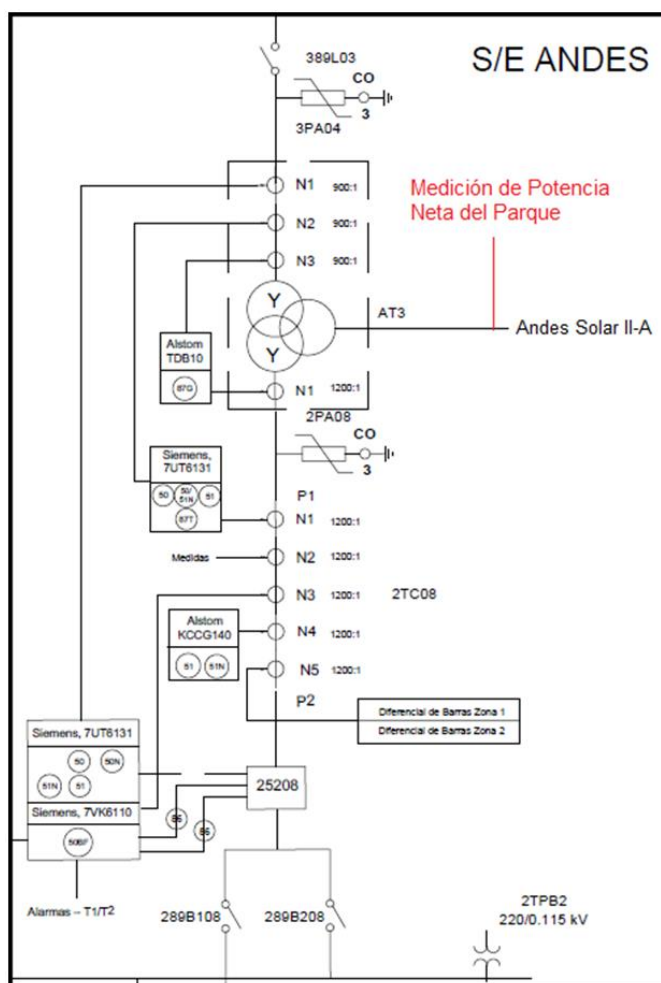


Figura 4.1 – Punto de medición de Potencia Neta del Parque.



El mínimo técnico del Parque Fotovoltaico Andes Solar II-A - Etapa 2 no considera la desconexión del mismo, por lo que no se realizan maniobras a nivel de interruptores.

4.2 Descripción del ensayo

El día 15 de octubre de 2020 se realizó un ensayo de detención y posterior partida del parque. El mismo consistió en:

1. Consignar 0MW en el PPC de la planta.
2. Verificación de la estabilidad del parque en condición de Mínimo Técnico.
3. Consignar 8MW en el PPC de la planta para normalizar la operación.

La Tabla 4.1 resume los pasos realizados y sus correspondientes tiempos.

Paso	Hora	Descripción
1	08:26:53	Se ingresa consigna de 0 MW
2	-	Verificación de estabilidad
3	08:42:03	Se ingresa consigna de 8 MW

Tabla 4.1 – Secuencia de eventos

El registro obtenido para el proceso completo del ensayo es el que se muestra en la Figura 4.2 en la que también se ha marcado en azul el tiempo correspondiente a cada uno de los pasos del ensayo realizado.

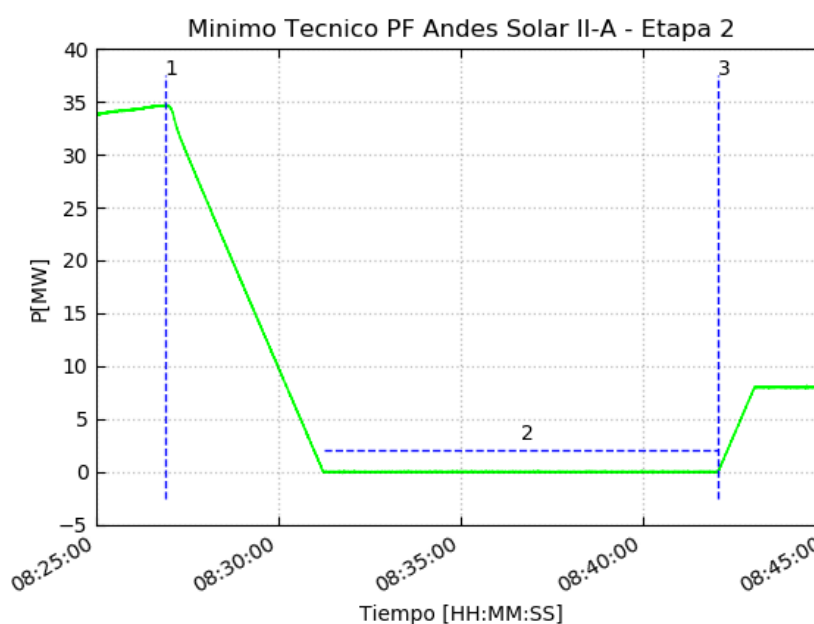


Figura 4.2 – Detalle de la potencia de salida y eventos del ensayo.



4.3 Resultados

El Anexo Técnico define el Mínimo Técnico como la potencia activa bruta mínima, con la cual una unidad puede operar en forma permanente, segura y estable inyectando energía al SI en forma continua.

Con el ensayo realizado se demostró que el Parque Fotovoltaico Andes Solar II-A - Etapa 2 puede entregar valores tan bajos como potencia activa nula en el POI en forma estable al sistema sin restricciones, y llegar al mismo en base a consignas dadas por el propio sistema de control desde valores de potencia correspondientes a plena carga o desde la condición de desconectado.

El valor determinado es 0MW en el punto de conexión al Sistema. Mientras que si se debe calcular una potencia bruta esta corresponde a 256kW resultante de multiplicar la cantidad de inversores por 12.19kW que es el valor de despacho requerido en cada uno de ellos y una cota de 75kW máximo para el consumo de Servicios Auxiliares.

4.4 Valores detallados

Considerando que los valores de potencia intermedios no existen como mediciones físicas reales, se procede a calcular los mismos por simulación. Para esto, se utiliza como base el modelo completo del Parque Fotovoltaico Andes Solar II-A - Etapa 2 en DigSilent, hecho y validado por Estudios Eléctricos S.A. en el informe "EE-EN-2020-1891-RA-Informe_Homologacion_PF_Andes_Solar_IIA_Etapa_2". El mismo contempla las pérdidas en la red, se le agrega las pérdidas en los transformadores de cada inversor, y los consumos de SSAA establecidos en 75 kW, según las características del transformador.

La simulación consiste en despachar 0MW en el punto de interconexión y tomar lectura de los valores solicitados.

Para lograr este objetivo fue necesario despachar cada inversor individual en 12.61 kW.

Tag	Descripción	Valor [kW]
P _{inv}	Potencia activa de cada inversor	12.19
Mínimo Técnico	P_{bruta} = P_{inv} x 21	256
P_{POI}	Potencia en el Punto de Interconexión	0.0
P _{SSAA}	Potencia de Servicios auxiliares de la central (máximo).	75
P _{colector}	Pérdidas en la red colectora	181

Tabla 4.2 – Valores en cada punto para una condición de MT



5 CONCLUSIONES

Se verificó mediante ensayos el valor de Mínimo Técnico del Parque Fotovoltaico Andes Solar II-A - Etapa 2.

Se observó una operación estable en la condición de Mínimo Técnico y se verificó que se puede llegar a ella desde cualquier condición operativa previa del parque (plena carga/desconectado).



6 ANEXOS

6.1 Certificado de calibración del medidor de energía

TECNORED CERTIFICACIÓN Y MEDIDAS					
INFORME DE VERIFICACION INSTRUMENTOS DE MEDIDA JANITZA UMG604					
				JUAN PABLO BARRAZA A SOTO	Firmado digitalmente por JUAN PABLO BARRAZA A SOTO el 2019.08.25 19:21:01 -0400
25/08/2020	0	Emitido para aprobación	ELM	JPB	JGC
Fecha	Rev.	Razón de la revisión	Elaborado	Revisado	Aprobado
			TECNORED AREA CERTIFICACIÓN Y MEDIDAS		

CS El Plomo 3819 Placilla
VALPARAISO



Contenido

Definiciones.....	3
Equipos Patrones.....	3
Tabla 1. Patrón Trifásico.....	3
Personal a cargo del trabajo.....	4
Tabla 2: Personal a cargo del proyecto.....	4
Equipo a Verificar.....	4
Tabla 3: Identificación del instrumento de medición.....	4
1.- Resultado de las Mediciones.....	5
Observaciones y/o Recomendaciones.....	7
Conclusiones.....	7



CE El Plomo 3619 Placilla
VALPARAISO



Definiciones

- **Pruebas:** Se realizó pruebas al equipo de medida de energía eléctrica, las cuales consisten en verificar el consumo de energía eléctrica.
- **Verificación del Equipo:** Consiste en comparar el incremento de energía Wh durante un periodo determinado entre medidor (evaluado) contra un Patrón de energía eléctrica, cuyos resultados deben ser consistente y cumplir la especificación de los equipos evaluados.

$$\text{Error Instrumento}\% = \frac{\text{Energía instrumento} - \text{Energía del patrón}}{\text{Energía del patrón}} * 100$$

Equipos Patrones

Tecnored S.A. en su calidad de organismo de certificación acreditado por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC); certificado de Acreditación N°70 del INN, cuenta con los equipos clase 0,05% a los cuales se le han realizado pruebas de trazabilidad en LCPN (UDECE) y al Sistema Internacional, para realizar las calibraciones de energía eléctrica a medidores de distinta clase de exactitud tanto en Laboratorio como en terreno.

El equipo patrón que se utilizó en el proceso de verificación, es el siguiente:

Tabla 1. Patrón Trifásico.

Ítem	Marca	Modelo	N° de serie
1	Clou	CL3115	20171801

Anexo 1: (Anexo 1) certificado de calibración equipo Patrón Clou CL3115.

CE El Plomo 3619 Placilla
VALPARAISO



Personal a cargo del trabajo

Nombre	Iniciales	Cargo	Actividad
Jaime García C.	J.G.C.	Jefe Laboratorio de Calibración	Responsable de Tecnored por los trabajos solicitados en la orden de servicio.
Juan Pablo Barraza	J.P.B.	Jefe Laboratorio de Ensayo	Supervisión
Esteban López Mancilla	E.L.M.	Laboratorista	Ejecución

Tabla 2: Personal a cargo del proyecto.

Equipo a Verificar

Se verificó equipo según la siguiente tabla.

Datos del instrumento de Medición		
Marca	Modelo	N° Serie
Janitza	UMG604	5216002

Tabla 3: Identificación del instrumento de medición.



C# El Plomo 3819 Pizalla
VALPARAISO



1.- Resultado de las Mediciones
Medición de Potencia Activa.

VALOR					Error
REFERENCIA	INYECTADO		LEIDO	%	
PHI	P	PHI	P		
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	200.000	0.000	200.000	0.200	0.000
0.000	400.000	0.000	400.000	0.400	0.000
0.000	600.000	0.000	600.000	0.600	0.000
0.000	800.000	0.000	800.000	0.800	0.000
0.000	1000.000	0.000	1000.000	1.000	0.000
0.000	500.000	0.000	500.000	0.500	0.000
-30.000	500.000	-30.000	500.000	0.500	0.000
-45.000	450.000	-45.000	400.000	0.400	0.000
-60.000	300.000	-60.000	300.000	0.300	0.000
-75.000	200.000	-75.000	200.000	0.200	0.000

Medición de Potencia Reactiva

VALOR						Error
REFERENCIA	INYECTADO		LEIDO		%	
PHI	Q	PHI	Q	kVAr		
-90.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-90.000	200.000	-90.000	200.000	0.200	0.000	0.000
-90.000	400.000	-90.000	400.000	0.400	0.000	0.000
-90.000	600.000	-90.000	600.000	0.600	0.000	0.000
-90.000	800.000	-90.000	800.000	0.800	0.000	0.000
-90.000	1000.000	-90.000	1000.000	1.000	0.000	0.000
-90.000	500.000	-90.000	500.000	0.500	0.000	0.000
90.000	-600.000	90.000	600.000	0.600	0.000	0.000
-45.000	450.000	-45.000	400.000	0.400	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
45.000	-450.000	45.000	450.000	0.400	0.500	0.000
90.000	-1000.000	90.000	1000.000	1.000	0.000	0.000

Medición de Tensión.

L1			ERROR	
VALOR				%
REFERENCIA	INYECTADO	LEIDO		
V	V	V		
0.000	0.000	0.000	0.000	
20.000	20.000	20.100	0.100	
40.000	40.000	40.000	0.000	
60.000	60.000	60.300	0.300	
80.000	80.000	80.100	0.100	
100.000	100.000	100.500	0.500	
115.000	115.000	115.500	0.500	

L2			ERROR	
VALOR				%
REFERENCIA	INYECTADO	LEIDO		
V	V	V		
0.000	0.000	0.000	0.000	
20.000	20.000	20.000	0.000	
40.000	40.000	40.000	0.000	
60.000	60.000	60.000	0.000	
80.000	80.000	80.100	0.100	
100.000	100.000	100.100	0.100	
115.000	115.000	115.200	0.200	

C# El Plomo 3819 Pizalla
VALPARAISO



L3			ERROR	
VALOR				%
REFERENCIA	INYECTADO	LEIDO		
V	V	V		
0.000	0.000	0.000	0.000	
20.000	20.000	20.000	0.000	
40.000	40.000	39.900	-0.100	
60.000	60.000	59.800	-0.200	
80.000	80.000	79.800	-0.200	
100.000	100.000	99.800	-0.200	
115.000	115.000	114.700	-0.300	

L4			ERROR	
VALOR				%
REFERENCIA	INYECTADO	LEIDO		
V	V	V		
0.000	0.000	0.000	0.000	
20.000	20.000	20.100	0.100	
40.000	40.000	40.000	0.000	
60.000	60.000	60.100	0.100	
80.000	80.000	80.000	0.000	
100.000	100.000	100.000	0.000	
115.000	115.000	114.800	-0.200	

Medición de Corriente.

L1			ERROR	
VALOR				%
REFERENCIA	INYECTADO	LEIDO		
A	A	A		
0.000	0.000	0.000	0.000	
0.500	0.500	0.500	0.000	
1.000	1.000	1.000	0.000	
2.000	2.000	2.000	0.000	
3.000	3.000	3.000	0.000	
4.000	4.000	4.000	0.000	
5.000	5.000	5.000	0.000	

L2			ERROR	
VALOR				%
REFERENCIA	INYECTADO	LEIDO		
A	A	A		
0.000	0.000	0.000	0.000	
0.500	0.500	0.500	0.000	
1.000	1.000	1.000	0.000	
2.000	2.000	2.000	0.000	
3.000	3.000	3.000	0.000	
4.000	4.000	4.000	0.000	
5.000	5.000	5.000	0.000	

L3			ERROR	
VALOR				%
REFERENCIA	INYECTADO	LEIDO		
A	A	A		
0.000	0.000	0.000	0.000	
0.500	0.500	0.500	0.000	
1.000	1.000	1.000	0.000	
2.000	2.000	2.000	0.000	
3.000	3.000	3.000	0.000	
4.000	4.000	4.000	0.000	
5.000	5.000	5.000	0.000	

L4			ERROR	
VALOR				%
REFERENCIA	INYECTADO	LEIDO		
A	A	A		
0.000	0.000	0.000	0.000	
0.500	0.500	0.500	0.000	
1.000	1.000	1.000	0.000	
2.000	2.000	2.000	0.000	
3.000	3.000	3.000	0.000	
4.000	4.000	4.000	0.000	
5.000	5.000	5.000	0.000	



C# El Plomo 3619 Placilla
VALPARAISO



Medición de Frecuencia

REFERENCIA	VALOR		ERROR
	INYECTADO	LEIDO	
Hz	Hz	Hz	%
47.500	47.500	47.500	0.000
48.000	48.000	48.010	0.010
49.500	49.500	49.500	0.000
50.000	50.000	50.000	0.000
50.500	50.500	50.500	0.000
52.000	52.000	52.000	0.000
52.500	52.500	52.500	0.000

Observaciones y/o Recomendaciones

Se realizaron mediciones de voltajes, frecuencias, corrientes y potencias instantáneas a distintos factores de potencia, observados en el equipo de medida (evaluado) y Patrón de energía eléctrica, por comparación directa.

Conclusiones

a) Verificación de Equipo Janitza UMG604

De acuerdo con los resultados obtenidos, se evidencia que el equipo mide y registra correctamente los valores de Voltaje, Corriente, Frecuencia, Potencia activa y Potencia Reactiva.

El criterio empleado para esta conclusión se basa en una aceptación del 1% de error, debido a la comparación directa realizada con el patrón de energía eléctrica.



Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco.