



SOUTHENERGY – DELTA ESTRELLA  
Planta Solar San Pedro III / Solar Jama

---

# INFORME

## MÍNIMO TÉCNICO PLANTA SOLAR JAMA

### PLANTA SOLAR SAN PEDRO III

**ELABORADO POR SOUTHENERGY – DELTA ESTRELLA**

**03/09/2018**





---

## Tabla de contenido

1	INTRODUCCIÓN .....	3
2	ANTECEDENTES.....	3
3	ANTECEDENTES TÉCNICOS.....	4
3.1	Descripción general.....	4
3.2	Sistema de monitoreo y control.....	6
4	MÍNIMO TÉCNICO.....	8
4.1	Operación normal de la central.....	8
4.2	Recomendaciones del fabricante.....	9
5	CONCLUSIONES.....	10
6	ANEXOS.....	11



## 1 INTRODUCCIÓN

El presente informe técnico informa el Mínimo Técnico de Planta Solar San Pedro III SpA, en adelante Solar Jama, de acuerdo con lo dispuesto en los Anexos Técnicos “Determinación de Mínimos Técnicos en Unidades Generadoras” aprobado mediante la Resolución Exenta N°679, “Modifica Norma Técnica con exigencias de seguridad y calidad de servicio para el Sistema Interconectado del Norte Grande y para el Sistema Interconectado Central, e incorpora anexos que indica”, de fecha 21 de diciembre de 2016.

Para el presente documento y de acuerdo con la definición que realiza la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, considérese la Barra de 220kV de S/E Jama como el “**Punto de Conexión**” de la Central Solar Jama.

## 2 ANTECEDENTES.

Los considerandos utilizados para la elaboración del presente informe son:

- Diagrama Unilineal Planta Solar Jama
- Ensayos y Homologación del Modelo de Planta Fotovoltaica Jama (Etapa I y Etapa II). Informe de Ensayos y Homologación de Modelo Dinámico.
- Descripción Funcional Control de Planta
- Data sheet INGECON SUN PowerMax X420 DC Indoor
- Parámetros Inversores San Pedro III Fase I y II Parque Fotovoltaico Solar Jama
- Certificado del Fabricante – Carga mínima del Controlador de Planta



### 3 ANTECEDENTES TÉCNICOS.

#### 3.1 Descripción general.

Solar Jama es una planta de generación eléctrica con capacidad instalada de 57,4 MWp, conectada al SING a través de la línea de transmisión Jama 220 kV - Calama 220 kV, de simple circuito, de su propiedad, de 32 kms de longitud.

Los datos técnicos generales y más relevantes se pueden revisar en la tabla N°1:

	<b>Solar Jama</b>
Potencia Peak (DC)	57,4 MWp
Potencia Nominal (AC)	54,6 MWn
Cantidad de Paneles	186.480 unidades
Marca y Modelo de Paneles	Jinko Solar 72 celdas (305, 310 y 315 Wp por panel)
Cantidad de inversores	51
Cantidad de Centros de Transformación	25 de 2,14MWn y 1 de 1,07MWn
Marca, modelo de Inversores	Ingeteam 1070TL X420DC (1070kWn)
Cantidad de Trackers	306 (1 de 14 filas, 232 de 15 filas y 73 de 16 filas)
Marca, modelo de Trackers	Clavijo SP-1000 (1 eje)

Tabla 1: Descripción general de SP III.

Cada centro de transformación se interconecta mediante siete (7) circuitos independientes. Los centros de transformación se interconectan entre sí y a la subestación mediante cables subterráneos de 23kV de 240 mm<sup>2</sup>. La configuración descrita se muestra esquemáticamente en “Anexo 1 – Diagrama Unilineal”.



Cada centro de transformación cuenta con un transformador 0,42/23 kV (quince de 2.150 kVA, diez de 2.200 kVA y uno de 1.150 kVA) y dos inversores (Ingeteam 1070 TL X420 DC) DC/AC de PnAC=1.070 kW cada uno (a excepción del centro de transformación 18 que cuenta con solo un inversor), los cuales entregan al sistema de corriente alterna la potencia generada por los paneles fotovoltaicos asociados a los mismos.

	<b>Solar Jama</b>
Marca y modelo	Ingeteam 1070TL X420DC Indoor
Potencia máxima DC	1.414 kW
Intensidad máxima DC	1.800 A
Rango de tensión DC (MPPT)	607-820 V
Potencia Nominal AC	1.070 kW
Tensión de red AC	420 V
Intensidad nomina AC	1.472 A
Factor de potencia	Ajustable

Tabla 2: Características Inversor.

Del mismo modo, se indican a continuación valores referenciales de generación, consumos de SS/AA y pérdidas en transformación y sistema colector de la Planta:

1. Potencia activa inyectada por el parque en la barra de alta tensión (220 kV) de la S/E Solar Jama [MW]:
  - a. Fase I: 30,24 [MW]
  - b. Fase II: 22,41 [MW]
  - c. Total: 52,65 [MW]
2. Potencia activa inyectada en la barra de media tensión (MT) de la central [MW].
  - a. Fase I: 30,43 [MW]
  - b. Fase II: 22,56 [MW]
  - c. Total: 52,98 [MW]
3. Pérdidas activas en el transformador de poder de la central [kW].
  - a. Fase I: 158 [kW]
  - b. Fase II: 140 [kW]
  - c. Total: 298 [kW]



- 
4. Servicios Auxiliares de la central [kW]:
    - a. Fase I: 28 [kW]
    - b. Fase II: 7 [kW]
    - c. Total: 35 [kW]
  5. Pérdidas en el sistema colector (incluye pérdidas en BT, Inversor, Transformación BT/MT y MT) del parque Fotovoltaico Solar Jama [kW].
    - a. Fase I: 1.052 [kW]
    - b. Fase II: 772 [kW]
    - c. Total: 1.825 [kW]

### 3.2 Sistema de monitoreo y control.

La planta cuenta con un sistema SCADA que permite la comunicación, control y supervisión de todos los equipos componentes del parque solar. El sistema se comunica con los equipos, a nivel de campo, mediante enlace Modbus TCP sobre red física de cobre y fibra óptica. Las medidas de tensión y corriente de la planta son tomadas de la barra de 220 kV de salida. Además, este SCADA tiene incorporado el Controlador de Planta (PPC) INGECON SUN EMS Plant Controller desarrollado por Ingeteam.

El controlador de planta, que permite operar el parque a través de una terminal de usuario mediante la aplicación WEB del SCADA, cuenta con los siguientes controles:

a) Control de potencia activa:

- Reserva de potencia activa: Este control limita la producción fotovoltaica a un valor inferior al nominal y siempre con una diferencia constante con la potencia disponible.
- Potencia activa constante: permite mantener un nivel de potencia activa constante en el Punto de Conexión durante el tiempo necesario
- Control de rampa de subida y reducción de potencia: Permite regular la pendiente de la rampa de variación de potencia activa.
- Regulación de frecuencia: Permite reducir la potencia entregada por los inversores a la red ante casos de sobrefrecuencia.

b) Control de potencia reactiva/tensión:

- Control de potencia reactiva: permite establecer una potencia reactiva constante en el Punto de Conexión de la planta



- Control de tensión: permite regular la tensión en el Punto de Conexión, a través de variaciones de potencia reactiva según una curva Q-V o control PI.
- Control de factor de potencia: Este modo de funcionamiento calcula instantáneamente el requisito de potencia reactiva necesario en el Punto de Conexión de manera que, con la potencia activa instantánea, se obtenga en el Punto de Conexión un factor de potencia constante.

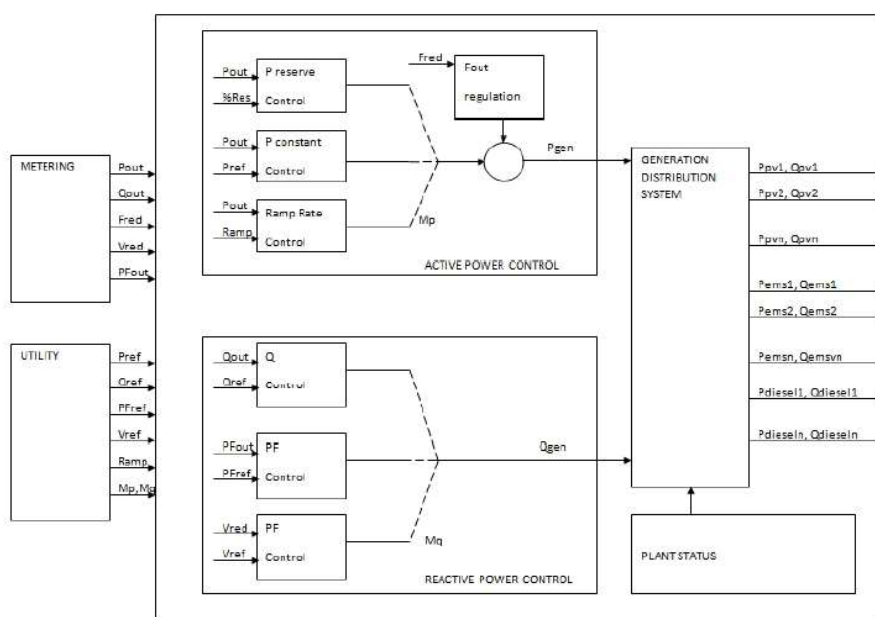


Figura 1: Diagrama de bloques Control de planta

Actualmente, se encuentran disponibles los siguientes modos de control:

- Potencia activa constante.
- Regulación de frecuencia.
- Control de rampa.
- Control de tensión.
- Control de potencia reactiva.
- Control de factor de potencia.



## 4 MÍNIMO TÉCNICO.

### 4.1 Operación normal de la central.

Planta Solar Jama puede generar desde los 0 MW hasta su potencia nominal sin presentar problemas de estabilidad, tal como se aprecia en la figura 2 y más en detalle en figura 3:

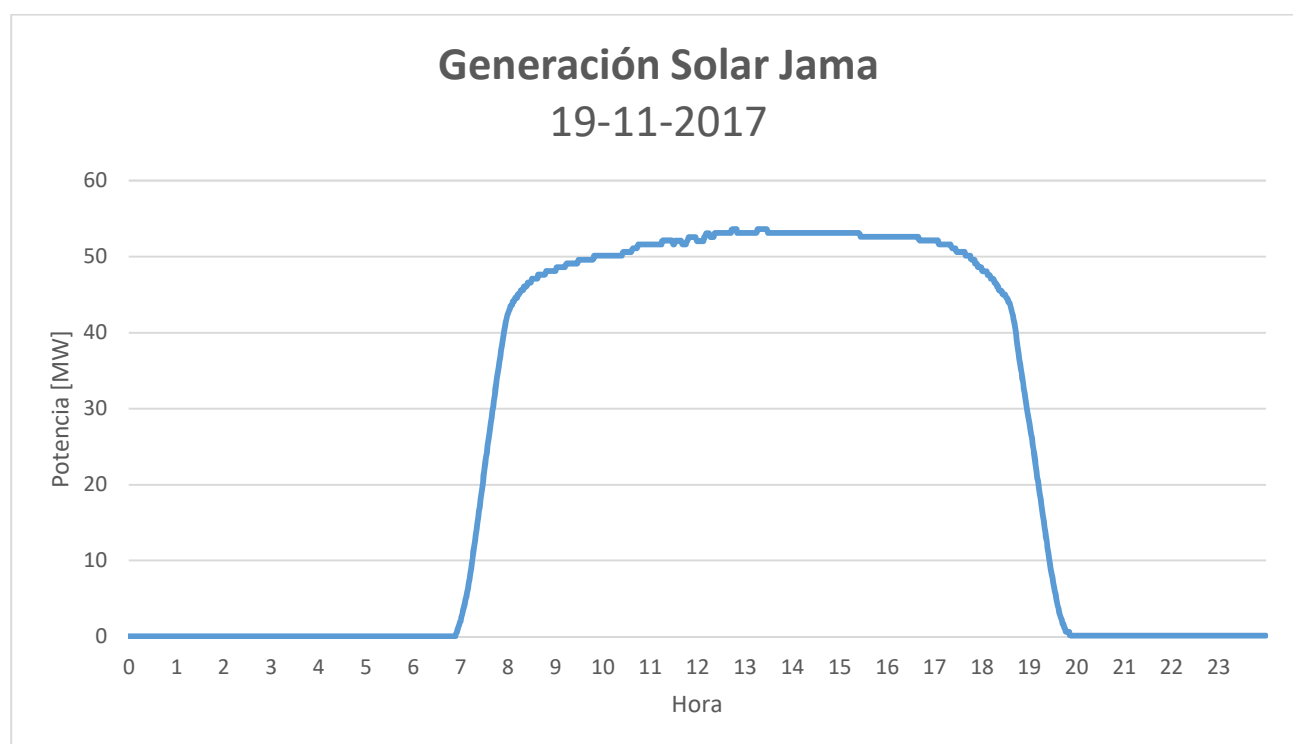


Figura 2: Generación de Solar Jama el 19/11/2017.



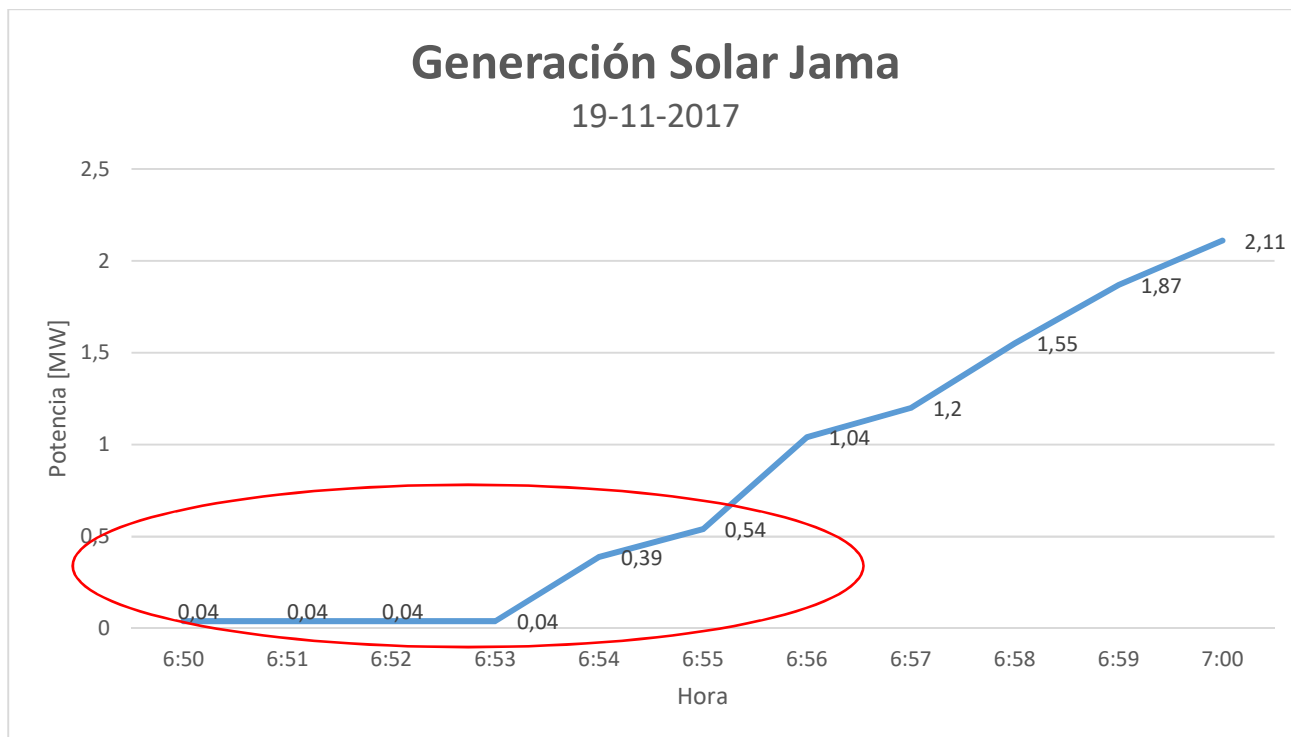


Figura 3: Mínimos de generación Solar Jama, al amanecer del 07/11/2017.

#### 4.2 Recomendaciones del fabricante.

Pese a mantenerse estable en todo rango de generación, el Controlador de Planta comienza su funcionamiento de control y gestión del sistema para valores de carga de potencia por encima del 2% de la potencia nominal de la planta (1,1 MW), debido a que los inversores no admiten consignas de potencia activa inferiores al 2% de su potencia nominal. Asimismo, el Controlador de Planta requiere de una potencia activa mínima de 5,5 MW (10% de la capacidad nominal de la planta) para garantizar que los inversores tengan un nivel adecuado de corriente, que proporciones medidas de potencia con la precisión necesarias para que el Controlador de Planta realice el correcto seguimiento de consigna en cada uno de los modos de control indicados en el apartado anterior, necesarios para cumplir con la NTSyCS. En Anexo 6 se adjunta Certificado del fabricante.



## 5 CONCLUSIONES.

De acuerdo con lo descrito en este informe, se muestra en la siguiente tabla un resumen de los valores indicados:

	<b>Parámetros</b>	<b>Planta Solar Jama</b>
1	Mínimo Técnico. Potencia Mínima a la que la Planta se mantiene estable.	~ 0 MW
2	Mínima Potencia para el funcionamiento del Control de Planta.	~ 1,1 MW (2% de $P_{Nominal}$ )
3	Mínima Potencia que garantiza el correcto seguimiento de consignas del Control de Planta.	~ 5,5 M (10% de $P_{Nominal}$ )

*Tabla 3: Parámetros operacionales Solar Jama.*



## 6 ANEXOS.

Anexo 1 - Diagrama Unilineal Solar Jama

Anexo 2 - Ensayos modelo dinámico Solar Jama

Anexo 3 - Manual PPC

Anexo 4 - INGECON SUN PowerMax X420 DC Indoor

Anexo 5 - Extracto Informe Parámetros Inversores PSF Jama (pag 1-5)

Anexo 6 – IS EMS Plant Controller Certificado de mínima carga