



P19012
PARQUE FOTOVOLTAICO HUATACONDO

25.06.2019

Informe Técnico Mínimo Técnico
19012-00-ES-IT-004 Rev B
Preparado para Eiffage





P19012

HUATACONDO ANEXOS TÉCNICOS

Informe Técnico Mínimo Técnico

I-SEP Ingenieros SpA
Ingeniería en Sistemas Eléctricos de Potencia

Padre Mariano 82
Oficina 603
Providencia, Santiago
Chile

+56 2 2875 7643

www.i-sep.cl
empresa@i-sep.cl

REV.	PREPARADO POR	FECHA	REVISADO POR	FECHA	COMENTARIOS
Rev A	Esteban Canales R.	14.06.19	I-SEP		
Rev B	Esteban Canales R.	25.06.19			

CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS Y ALCANCE	4
3. ANTECEDENTES.....	4
4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PARQUE	5
4.1. Características Inversores ABB PVS980	5
5. REVISIÓN NORMATIVA	7
6. DETERMINACIÓN DE MÍNIMO TÉCNICO	8
6.1. Definición de puntos de medición	8
6.2. Cálculo mínimo técnico	9
6.3. Justificaciones que describen posibles fuentes de inestabilidad.....	10
7. CONCLUSIONES	11
8. ANEXOS I	12

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, Eiffage ha finalizado la construcción del parque fotovoltaico (PF) Huatacondo, el que se compone de 47 inversores ABB PVS980-58-2091kVA-L de 2,091 MW de potencia nominal. En este contexto, Eiffage adjudicó a I-SEP el desarrollo de un Informe de mínimo técnico, requerido por el Coordinador Eléctrico Nacional para la entrada en operación. En la Figura 1-1 se muestra un diagrama general de la zona en estudio, destacando la ubicación de conexión del parque.

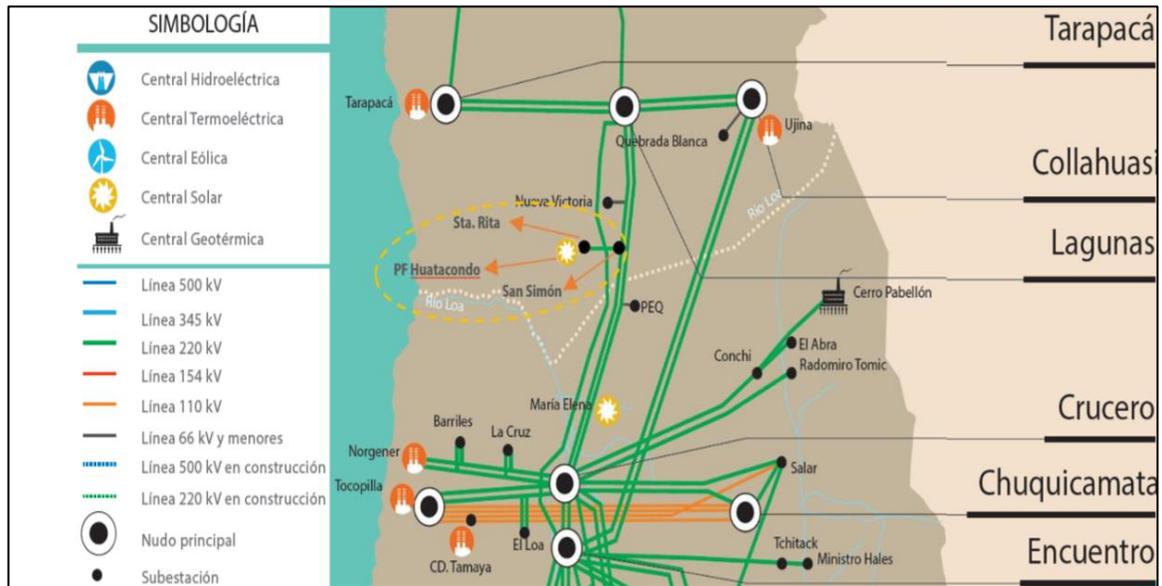


Figura 1-1: Esquema geográfico aproximado – Zona de conexión del proyecto.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

El presente informe tiene como finalidad establecer el mínimo técnico del Parque Fotovoltaico Huatacondo. Esto según las pruebas realizadas en el parque.

3. ANTECEDENTES

El presente informe ha sido desarrollado con los siguientes antecedentes.

- a) Catálogo del inversor “PVS980 central inverters flyer 3AXD50000027473 RevJ EN Lowres” desarrollado por ABB.
- b) Resultados de mediciones Parque Fotovoltaico Huatacondo 24 de Junio 2019 Desarrollado por Eiffage.
- c) Documento “Inversor 3-1 printing”
- d) Base de datos del estudio N°HUA-EIF-EM-S-601 “Flujos de potencia Parque Fotovoltaico Huatacondo Rev E” entregado por el cliente.

4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PARQUE

El Parque Fotovoltaico Huatacondo se encuentra construido por 47 inversores de 2091 kVA cada uno, de marca ABB modelo PVS980-58-2091kVA-L. Se vinculan a la red interna a través de transformadores de relación 0,690 / 23 kV, y luego mediante circuitos colectores se conecta a la subestación transformadora. Allí, la red de MT es elevada a 220 kV por medio de un transformador de 23 / 220 kV, con una capacidad de 115 MVA.

En la Figura 4-1 se muestra el diagrama unilineal de la instalación del parque y su conexión con el Sistema Interconectado.

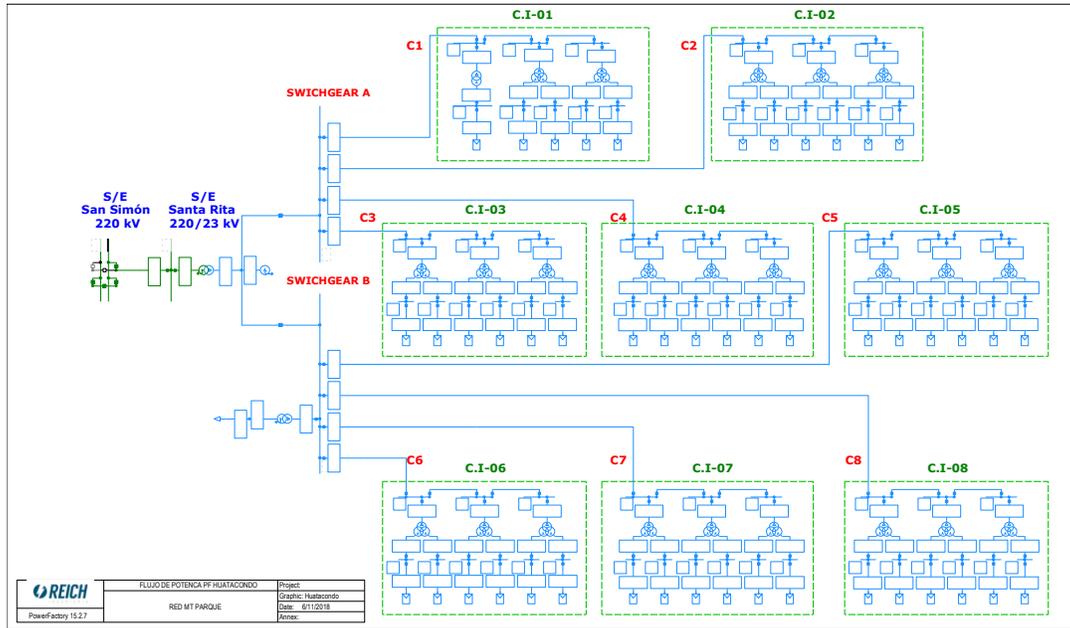


Figura 4-1 Diagrama de conexión del parque.

4.1. Características Inversores ABB PVS980

Los parámetros eléctricos relevantes de los inversores ABB modelo PVS980 utilizados en el proyecto PF Huatacondo se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4-1 Parámetros generador fotovoltaico (inversor).

VARIABLE	VALOR
Potencia Nominal Aparente	2,091 MVA
Potencia Activa Máxima	2,091 MW
Tensión Nominal	690 V

Cada uno de los inversores está compuesto por cuatro módulos independientes. Cada uno de esos módulos posee una curva de capacidad como la mostrada en la siguiente figura.

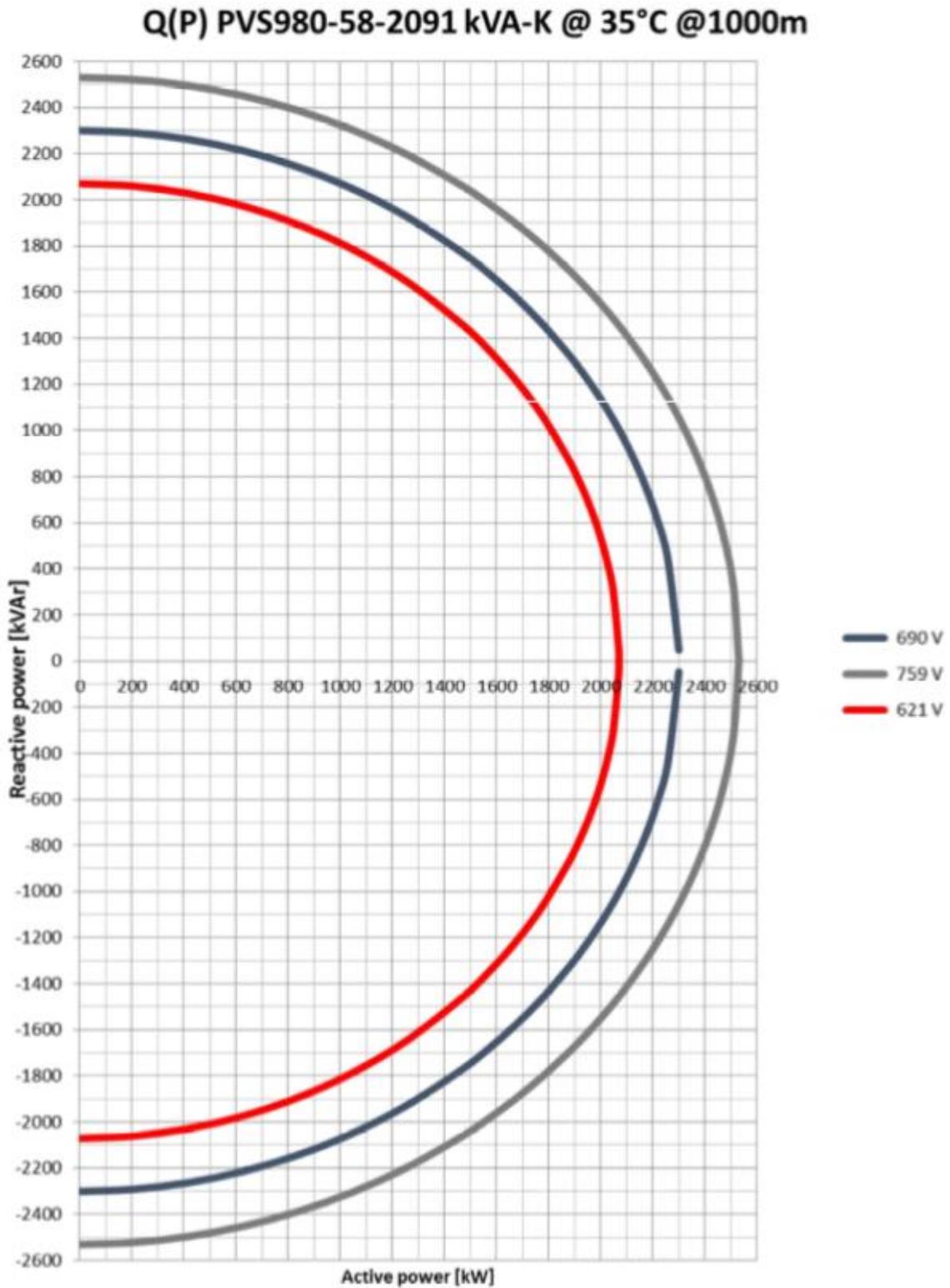


Figura 4-2 Curva de capacidad de uno de los módulos del inversor.

5. REVISIÓN NORMATIVA

A continuación, se exponen los principales estándares normativos (Anexo Técnico: Mínimos Técnicos) que son de relevancia para el presente estudio.

Artículo 9: Informe Técnico.

El informe Técnico que respalda el valor Mínimo Técnico o informe de Mínimo Técnico, consistirá en un documento que describa los registros de operación, supuestos, metodologías, alcances de la aplicación de estas metodologías, y conclusiones bajo los cuales se estableció el valor de Mínimo Técnico informado.

- a) Antecedentes técnicos de diseño.
- b) Recomendaciones del fabricante y antecedentes nacionales o internacionales de unidades de similares características.
- c) Antecedentes de operación de la unidad generadora, incluyendo los registros y descripción de los análisis y pruebas efectuadas.
- d) Justificaciones que describan las eventuales fuentes de inestabilidad en la operación de la unidad generadora, que impidan que la unidad pueda operar en un valor menor de potencia activa.
- e) Antecedentes técnicos que respalden y expliquen el comportamiento esperado o desempeño registrado.

Para el caso de unidades generadoras que puedan operar con combustible alternativo cuyo valor de Mínimo Técnico sea distinto al del combustible principal, deberán entregar los antecedentes requeridos en el presente Anexo para el combustible principal y el alternativo.

Una vez recibido el Informe Técnico, el Coordinador deberá verificar que dicho informe contiene todos los antecedentes especificados en el presente Artículo, para lo cual tendrá un plazo de 15 días hábiles.

En el caso de detectar que existen antecedentes faltantes para un adecuado análisis del Mínimo Técnico informado, el Coordinador solicitará a la Empresa Generadora completar el informe, para lo cual ésta tendrá un plazo de 15 días hábiles.

Cuando el Coordinador determine que el Informe Técnico entregado por la Empresa Generadora contiene todos los antecedentes necesarios para su análisis, lo publicará en el sitio web del Coordinador y notificará a las empresas Coordinadas sobre el inicio del proceso de aprobación del Mínimo Técnico informado.

6. DETERMINACIÓN DE MÍNIMO TÉCNICO

6.1. Definición de puntos de medición

A continuación, se describe un sistema equivalente que presenta un parque fotovoltaico conectado al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), con el cual se puede definir lo siguiente:

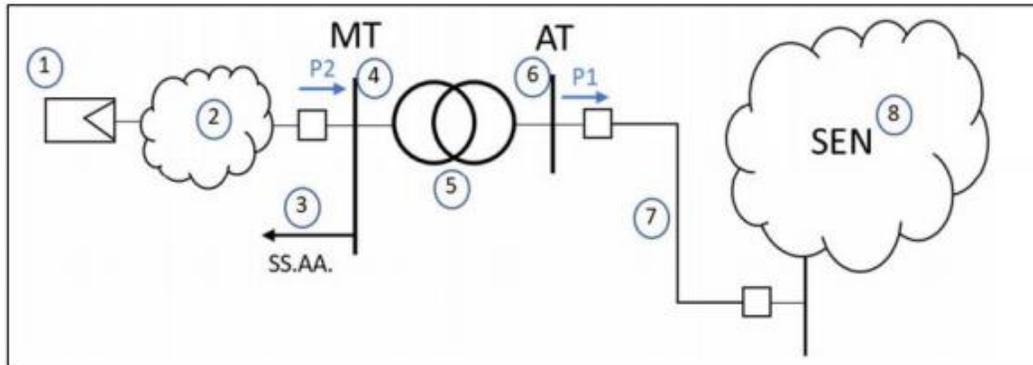


Figura 6-1 Curva de capacidad de uno de los módulos del inversor.

Los componentes del parque son los siguientes:

1. **Generador equivalente:** Corresponde a la suma de los aportes distribuidos de potencia activa alterna de cada inversor del parque ERNC.
2. **Pérdidas en sistema colector del parque:** Corresponde a las pérdidas del sistema colector del parque ERNC, principalmente en cables de baja y media tensión, y en los transformadores colectores que elevan de baja a media tensión.
3. **Servicios Auxiliares (SS.AA.) de la central.**
4. **Barra de media tensión (MT):** Corresponde a la tensión en el lado de baja tensión del transformador de poder de la central.
5. **Transformador de poder:** Equipo elevador presente en la subestación de salida del parque ERNC.
6. **Barra de alta tensión: (AT):** Corresponde a la tensión en el lado de alta tensión del transformador de poder de la central.
7. **Línea dedicada de la central:** Línea de alta tensión que vincula el parque ERNC con el sistema eléctrico.
8. **Sistema Eléctrico Nacional (SEN).**
9. **P1:** Potencia inyectada por el parque ERNC en la barra de alta tensión de su subestación de salida.
10. **P2:** Potencia inyectada por el parque ERNC en la barra de media tensión de su subestación de salida.

6.2. Cálculo mínimo técnico

Se realizaron los ensayos para la determinación del mínimo técnico del Parque Fotovoltaico Huatacondo el día 24 de Junio del 2019. Dichos ensayos consistieron en el cambio de consigna de la generación de potencia activa a 25 y 0 MW durante un lapso de tiempo, mientras que en forma simultánea se realizaban las medidas para determinar el mínimo técnico del parque y la potencia inyectada en la barra de alta tensión (P1). Posteriormente se da la orden de partida para reestablecer la operación del parque.

En la Figura 6-2 se observa el gráfico de potencia para las pruebas mínimo técnico realizadas en el Parque Fotovoltaico Huatacondo, obtenida por medio del antecedente (b). Para la obtención del mínimo técnico se calcula un promedio aritmético de las mediciones de potencia desde la detención hasta que se da la señal de partida.

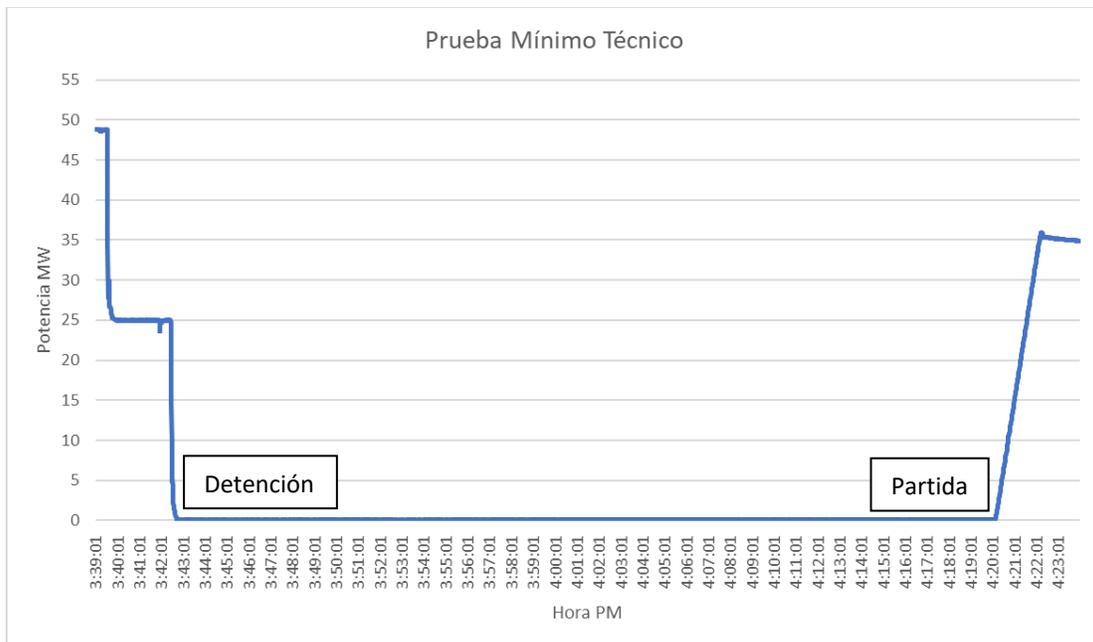


Figura 6-2 Gráfico de potencia para prueba de mínimo técnico – 24 junio 2019.

En virtud de lo señalado, en la siguiente tabla se indica la potencia promedio inyectada en la barra de alta tensión del parque (P1) bajo la consigna de potencia activa de 0 MW.

Tabla 6-1 Mínimo Técnico Parque Fotovoltaico Huatacondo.

PARÁMETRO	POTENCIA [MW]
Potencia inyectada en la barra de AT (P1)	0,055

Según el antecedente (c), la potencia mínima técnica de cada inversor corresponde al 0,5% de la capacidad nominal (2,091 MW) señalada en el antecedente (a), obteniéndose como resultado una capacidad mínima de 10,45 kW.

Finalmente, con los resultados obtenidos del ensayo se puede determinar el mínimo técnico del parque considerando las pérdidas del sistema y el consumo de los servicios auxiliares, tal y como se especifica en la siguiente ecuación:

$$MinTec = P1 + P_{trafo} + P_{colector} + SSAA$$

Donde

P1:	Potencia activa inyectada en la barra de alta tensión (AT) del parque [MW].
P_{trafo}	Perdidas activas en el transformador de poder de la central [MW].
$P_{colector}$	Perdidas en el sistema colector del parque ERNC [MW].
SSAA	Consumo asociado a los Servicios Auxiliares del parque [MW].

La suma de las pérdidas del sistema colector de media tensión y de los transformadores de poder se calcula mediante simulaciones en la base de datos del antecedente (d), considerando una inyección de 13,6 kW por inversor para que el PF inyecte 0,055 MW de potencia en la salida, posteriormente se obtiene como resultado 0,24 MW de pérdidas en el sistema colector y en los transformadores (Ver Figura 8-1 de anexos). Por otro lado, la estimación de los consumos auxiliares resulta en un valor de 0,347 MW, obteniéndose del promedio de los registros de potencia en la barra de alta tensión del parque en las horas sin sol del día 12 de junio 2019. En virtud de lo señalado, el mínimo técnico del parque se determina de acuerdo a lo siguiente:

$$MinTec = 0,055 + 0,24 + 0,347 = 0,642 \text{ MW}$$

En consecuencia, considerando la metodología descrita en el presente informe, se calcula que el mínimo técnico del Parque Fotovoltaico Huatacondo es de 0,642 MW.

6.3. Justificaciones que describen posibles fuentes de inestabilidad

El parque Fotovoltaico Huatacondo deberá generar potencia dentro del rango de 0,055 MW hasta su potencia nominal. Operaciones bajo la potencia mínima no son posibles de garantizar, dado que no se asegura que el inversor permanezca conectado a la red producto de problemas de regulación y de estabilidad de inyección de potencia reactiva.

7. CONCLUSIONES

Se obtuvo el parámetro de mínimo técnico para el Parque Fotovoltaico Huatacondo según los datos obtenidos en las pruebas, calculando la media aritmética desde la detención a partir de 3:42:39 PM hasta la señal de partida en 4:20:07, sumando las pérdidas del sistema colector y el consumo de los servicios auxiliares quedando establecido que este corresponde a 0,642 MW.

8. ANEXOS

Grid: Grid		Summary					
No. of Substations	0	No. of Busbars	75	No. of Terminals	1	No. of Lines	25
No. of 2-w Trfs.	2	No. of 3-w Trfs.	23	No. of syn. Machines	0	No. of asyn.Machines	0
No. of Loads	1	No. of Shunts	0	No. of SVS	0		
Generation	=	0.63 MW	-0.47 Mvar	0.79 MVA			
External Infeed	=	-0.05 MW	0.00 Mvar	0.05 MVA			
Inter Grid Flow	=	0.00 MW	0.00 Mvar				
Load P(U)	=	0.35 MW	-0.00 Mvar	0.35 MVA			
Load P(Un)	=	0.35 MW	0.00 Mvar	0.35 MVA			
Load P(Un-U)	=	-0.00 MW	0.00 Mvar				
Motor Load	=	0.00 MW	0.00 Mvar	0.00 MVA			
Grid Losses	=	0.24 MW	-0.47 Mvar				
Line Charging	=		-0.47 Mvar				
Compensation ind.	=		0.00 Mvar				
Compensation cap.	=		0.00 Mvar				
Installed Capacity	=	98.28 MW					
Spinning Reserve	=	0.00 MW					
Total Power Factor:							
Generation	=	0.80 [-]					
Load/Motor	=	1.00 / 0.00 [-]					

Figura 8-1 Pérdidas sistema colector y transformadores mínimo técnico.