



CGE

Informe de Criterios de Conexión para PMGD BOIX BI de 3[MW]

Allibera Solar Consultores Limitada

RESUMEN EJECUTIVO

Punto de Conexión: Poste N°5-037734
Distancia a cabecera: 6,64[km]
Alimentador: Pilén
S/E: Cauquenes

Santiago, 05 de mayo de 2021

Informe de Criterios de Conexión a la Red

Central Solar Fotovoltaica PMGD BOIX BI

De acuerdo a lo indicado en la NTCO, se adjunta ICC que manifiesta conformidad a los estudios presentados por el PMGD, por lo que, a contar de la recepción del documento, se deben considerar los plazos de construcción indicados en la reglamentación vigente.

1. Introducción

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 18 del “Reglamento para medios de generación no convencionales y pequeños medios de generación establecidos en la Ley General de Servicios Eléctricos” según Decreto N° 244 del 2 de septiembre de 2005, Allibera Solar Consultores Limitada, entrega a CGE, el día 12 de septiembre de 2018, el Informe con la Solicitud de Conexión a la Red (SCR) de un Pequeño Medio de Generación Distribuido (PMGD) en la ciudad de Cauquenes, Región del Maule.

2. Antecedentes generales

El PMGD BOIX BI solicita conectar una planta solar con una potencia de 3 [MW] al alimentador Pilén en 13,2 [kV] para alcanzar el punto de conexión placa poste N°5-241176 y empalmar con la línea de distribución en media tensión propiedad de CGE. Considerando que el punto de conexión señalado anteriormente corresponde a un poste perteneciente a una red particular, CGE ha confeccionado el presente documento de revisión considerando como punto de conexión el poste N°5-037734, el cual corresponde al punto de empalme de la red particular con el alimentador Pilén.

El punto de conexión en media tensión (propiedad de CGE) placa poste N° 5-037734 está ubicado en el alimentador Pilén en 13,2 [kV], a una distancia aproximada de 6,64 [km] hasta la Subestación Primaria Cauquenes propiedad de CGE.



Fig. 1: Unilineal Alimentador Pilén, Punto de Conexión a la Red

El PMGD ha declarado la inyección en el punto de conexión a la red de una potencia de 3 [MW], conforme a lo especificado en los estudios de la conexión a la red (F6A).

3. Descripción de la planta

El PMGD se construirá con el objetivo de inyectar los excedentes de energía a la red de distribución perteneciente a CGE.

La planta fotovoltaica PMGD BOIX BI consiste en un arreglo de paneles fotovoltaicos, los cuales son conectados a un inversor DC/AC del fabricante Power Electronics, modelo FS2550CH cuya potencia AC es de 3.060 [kVA], totalizando una potencia nominal de 3 [MW]. Su sistema colector de energía AC en baja tensión está diseñado para trabajar a una tensión nominal de 0,69 [kV], para luego pasar a un transformador elevador de dos devanados que convertirá la potencia generada al nivel de tensión de 13,2 [kV].

La energía es transportada hacia el punto de conexión a la red a través de una línea en media tensión aérea, previo paso por el equipamiento de protecciones, maniobra y medición de energía contiguo al empalme con el alimentador Pilén.

Toda la energía generada por esta planta será inyectada al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), a través del Sistema de Distribución en 13,2 [kV] del alimentador Pilén, el que a su vez pertenece a la subestación Cauquenes.

La planta generadora informa a la empresa distribuidora que su energía anual a inyectar al sistema de distribución es de 5.624,8 [MWh].

4. Detalle de los equipos de la planta

Para la elevación de la tensión de la planta fotovoltaica, Allibera Solar Consultores Limitada informa que se utilizara un transformador con las siguientes características:

Tabla 3-8. Datos técnicos de transformadores elevadores.

Potencia [kVA]	Tensión Primaria [kV]	Tensión Secundaria [kV]	Taps	Grupo Vectorial	Impedancia
3100	13,2	0,69	±2,5/±5%	Dy11	6%

Por su parte, se proyecta el uso de un inversor DC/AC del fabricante Power Electronics, modelo FS2550CH. Dicho inversor tiene una potencia de diseño de 3.060 [kVA] respectivamente a una temperatura de trabajo de 25 [°C].

Mayores detalles de los equipos antes citados, y en general de todo el equipamiento relativo a la planta fotovoltaica, serán proporcionados por Allibera Solar Consultores Limitada a través del Formulario 8 (F8).

5. Detalle de los equipos del punto de conexión a la red

Con el objetivo de dar cumplimiento a los requerimientos de la NTCO respecto del desempeño de un PMGD ante contingencias, estado normal, maniobras y medición de energía, Allibera Solar Consultores Limitada contempla el uso del siguiente equipamiento en el punto de conexión a la red:

- Interruptor de Acoplamiento: NOVA
- Relé de Protección: FORM 6
- Medidor de Energía: ION 8600
- Línea de interconexión: Para la conexión en media tensión se ha proyectado la construcción de un primer tramo de línea aéreo de aproximadamente 55 [m], de conductor tipo AAAC Azuza.

Mayores detalles de los equipos en el punto de conexión a la red serán proporcionados por Allibera Solar Consultores Limitada a través del Formulario 8 (F8).

6. Conexión en media tensión

La conexión del PMGD BOIX BI a la red de 13,2 [kV] de CGE será a través del poste placa N° 5-037734. Dicho punto, será provisto de un equipo reconector NOVA, un Relé FORM 6 y un equipo de medida ION 8600.

7. Control y mando

La operación de la central será exclusivamente en paralelo con la red, sincronizada con el SEN, y contará con sistemas para disponer de las lecturas del equipo de medida de forma remota, a través de enlaces de comunicaciones.

8. Documentos Entregados

Allibera Solar Consultores Limitada entregó los estudios orientados a verificar que el diseño y operación del PMGD en el alimentador Pilén de CGE, preservará las condiciones adecuadas de seguridad para las personas, los bienes y el servicio eléctrico, como también que se respetarán los estándares de calidad del servicio eléctrico exigidos por la normativa vigente.

Los estudios realizados y enviados a CGE son los siguientes:

- Estudio de Coordinación y ajuste de Protecciones en el archivo “Estudio de Coordinación y Ajuste de Protecciones - PMGD Boix BI R0”.
- Estudio de Cortocircuitos en el archivo “Estudio de Cálculo de Cortocircuitos - PMGD Boix BI R0”.
- Estudio de Flujo de Potencia en el archivo “Estudio Comportamiento Estático - PMGD Boix BI R0”.

9. Resultados

9.1. Información mínima contenida por la SCR enviada

Ítem	Antecedentes	Entregados SI/NO	Comentarios
A	Plano de ubicación de las instalaciones, incluyendo la designación y límites del terreno.	SI	Allibera Solar Consultores Limitada hace entrega del plano georreferenciado de la planta BOIX BI en el documento "BOIX BI_U001_UBICACION DE LA PLANTA.pdf".
B	Disposición y diagrama unilineal de todas las instalaciones eléctricas, con los datos de los equipos considerados, incluyendo posibles líneas y subestaciones en media tensión, de unión con el cliente mismo, longitudes de cables y líneas, esquemas de subestaciones.	SI	Allibera Solar Consultores Limitada incluye junto a sus estudios el diagrama unilineal del PMGD BOIX BI en el documento "BOIX BI_E003_DIAGRAMA MT.pdf".
C	Datos eléctricos de los transformadores que se emplearán en la conexión al SD, tales como potencia nominal, razón de transformación, reactancia equivalente, grupo o tipo de conexión.	SI	Allibera Solar Consultores Limitada indica que la planta BOIX BI contará con un transformador de dos devanados con las siguientes características: 3,1 [MVA], 13,2/0,69 [kV], grupo de conexión Dy11, Z+=6% Z0=6%, taps $\pm 2,5/\pm 5$ [%].
D	Descripción de las protecciones, especificando tipo, fabricante, conexión y funciones.		
D1	Catálogo de Equipos.	-	Se solicita a Allibera Solar Consultores Limitada entregar esta informacion junto con el formulario 8.
D2	Catálogo del Interruptor de Acoplamiento.	-	Se solicita a Allibera Solar Consultores Limitada entregar esta informacion junto con el formulario 8.
D3	Catálogo de los inversores.	-	Se solicita a Allibera Solar Consultores Limitada entregar esta informacion junto con el formulario 8.
D4	Catálogo de Relés.	-	Se solicita a Allibera Solar Consultores Limitada entregar esta informacion junto con el formulario 8.
E	Corriente de cortocircuito en el punto de conexión al SD de media tensión;	SI	Allibera Solar Consultores Limitada indica que el nivel de cortocircuito medido en el punto de conexión a la red del PMGD BOIX BI corresponde a: - $I_{cc3\phi} = 1,81$ [kA] - $I_{cc1\phi} = 0,97$ [kA]

Ítem	Antecedentes	Entregados SI/NO	Comentarios
F	Descripción del tipo y forma operativa de la máquina motriz, generador y eventualmente inversor o convertidor de frecuencia, así como de la forma de conexión al SD, incluyendo hojas de datos y protocolos de pruebas.	-	Se solicita a Allibera Solar Consultores Limitada entregar esta información junto con el formulario 8.
G	En el caso de inversores y convertidores de frecuencia: protocolos de pruebas o antecedentes similares sobre las armónicas superiores e intermedias esperadas;	SI	Allibera Solar Consultores Limitada hace envío de esta información en el documento "Informe SGS armónicos y sincronización.pdf".
H	En el caso de centrales eólicas: certificados, protocolos de pruebas o antecedentes similares sobre las características eléctricas.	-	No Aplica
I	Estudios técnicos respecto de la conexión del PMGD al sistema de distribución		
I1	Incluye los estudios mínimos necesarios	SI	Allibera Solar Consultores Limitada hace entrega de los estudios mínimos necesarios requeridos correspondientes a estudio de coordinación y ajuste de protecciones, Estudio de cálculo de cortocircuitos y estudio de flujo de potencia.
I2	Considera en sus estudios de repercusión los otros PMGD en zona de influencia en estado ICC aprobado o superior y Equipamiento de Generación, según Art. 2-23 de la NTCO.	SI Con Observaciones	Allibera Solar Consultores Limitada considera a sus estudios al PMGD Santa Sofía y el PMGD Cauquenes Pilén Bis con ICC aprobado en el alimentador Pilén. CGE aclara que existen EG provisto a conectar o conectados que no fueron considerados por Allibera Solar Consultores Limitada en sus estudios, en los siguientes postes: - N°5-003298 conectado con 100 [kW] - N°5-037819 conectado con 30 [kW] - N°5-237008 conectado con 50 [kW] - N°5-237852 conectado con 4,1 [kW] - N°5-229035 conectado con 100 [kW] - N°5-003877 conectado con 5 [kW] - N°5-229855 conectado con 5 [kW] Sin embargos, evaluaciones realizadas por CGE indican que, considerando las obras propuestas por Allibera Solar Consultores

Ítem	Antecedentes	Entregados SI/NO	Comentarios
			Limitada, se mantienen las conclusiones de los estudios.
J	Información sobre controladores de frecuencia y voltaje, con sus rangos de operación, y del sistema de control y protecciones.		
J1	Identificación y ubicación del interruptor de acoplamiento.	SI	Allibera Solar Consultores Limitada indica que el interruptor de acoplamiento asociado al punto de conexión a la red del PMGD BOIX BI corresponde a un NOVA el cual se ubicará a una distancia de 10 [m] del punto de conexión a la red del PMGD.
J2	Equipo que protegerá la condición de sobre y bajo voltaje.	SI	Allibera Solar Consultores Limitada indica en el estudio de coordinación y ajuste de protecciones, que las funciones de sobre y bajo voltaje serán habilitadas en el relé FORM 6 asociado al interruptor de acoplamiento NOVA.
J3	Ajuste de Sobre y Bajo voltaje acorde con lo requerido en el Art. 4-29 de la NTCO.	SI	Allibera Solar Consultores Limitada indica ajustes de las funciones de sobre y bajo voltaje acordes con lo requerido en la NTCO.
J4	Equipo que protegerá la condición de sobre y baja frecuencia.	SI	Allibera Solar Consultores Limitada indica en el estudio de coordinación y ajuste de protecciones, que las funciones de sobre y baja frecuencia serán habilitadas en el relé FORM 6 asociado al interruptor de acoplamiento NOVA.
J5	Ajuste de Sobre y Baja frecuencia acorde con lo requerido en el Art. 4-30 de la NTCO.	SI	Allibera Solar Consultores Limitada indica ajustes de las funciones de sobre y baja frecuencia acordes con lo requerido en la NTCO.
J6	Identifica claramente la detección de falla residual en el interruptor de Acoplamiento.	SI	Allibera Solar Consultores Limitada indica que la función de sobretensión de secuencia cero, será habilitada en el relé FORM 6 asociado al interruptor de acoplamiento, con los siguientes ajustes: $3 \times V_0 = 3,12$ [kV] y tiempo de operación de 0,16 [s].
J7	Identifica claramente los escenarios de fallas analizados, y esos escenarios cubren las posibilidades mínimas de ocurrencia.	SI Con Observaciones	Allibera Solar Consultores Limitada realiza un análisis de coordinación de protecciones, considerando los equipos de protección ubicados en la vía de evacuación del PMGD BOIX BI correspondientes a: - Equipo de protección ubicado en la cabecera del alimentador Pilén.

Ítem	Antecedentes	Entregados SI/NO	Comentarios
			- Reconectador automático ubicado en el poste N°5-230917. - Equipo de protección proyectado en el punto de conexión a la red del PMGD BOIX BI. CGE incluye el reconectador automático ubicado en el poste N°1016136, el cual no fue considerado por Allibera Solar Consultores Limitada en sus estudios (ver los ajustes propuestos en el apartado 9.8 de este documento).
J8	Informe de protecciones incluyendo las curvas tiempo corriente de todas las protecciones, <i>identificando claramente cada protección involucrada.</i>	SI Con Observaciones	Allibera Solar Consultores Limitada realiza un análisis de coordinación de protecciones, considerando los equipos de protección ubicados en la vía de evacuación del PMGD BOIX BI correspondientes a: - Equipo de protección ubicado en la cabecera del alimentador Pilén. - Reconectador automático ubicado en el poste N°5-230917. - Equipo de protección proyectado en el punto de conexión a la red del PMGD BOIX BI. CGE incluye el reconectador automático ubicado en el poste N°1016136, el cual no fue considerado por Allibera Solar Consultores Limitada en sus estudios (ver los ajustes propuestos en el apartado 9.8 de este documento).
J9	Informe de protecciones incluyendo las curvas tiempo corriente de todas las protecciones involucradas, <i>respetando los ajustes indicados por la empresa distribuidora.</i>	SI Con Observaciones	Allibera Solar Consultores Limitada realiza cambios de ajustes en el equipo de protección ubicado en la cabecera del alimentador Pilén. CGE aclarara que estos ajustes deberán ser validados por la empresa de subtransmisión, propietaria de dicho equipo. Allibera Solar Consultores Limitada realiza cambios de ajustes en el equipo de protección ubicado en el poste N°5-230917. Por otro lado, CGE incluye las curvas actuales del reconectador automático ubicado en el

Ítem	Antecedentes	Entregados SI/NO	Comentarios
			poste N°1016136 (ver los ajustes propuestos en el apartado 9.8 de este documento).
J10	Informe de protecciones incluyendo las curvas tiempo corriente de todas las protecciones involucradas, <i>respetando los tiempos de paso de diseño superior a los 0,1 segundos.</i>	SI	Allibera Solar Consultores Limitada propone ajustes en los equipos de protección ubicados en la vía de evacuación del PMGD BOIX BI que cumplen con el tiempo de paso mínimo requerido en la NTCO. Sin embargo, debido a que se obtienen tiempos de paso inferior a 200 [ms] entre las curvas de fase de los equipos de protección ubicados en los postes N°5-230917 y N°1016136, se propone asegurar la coordinación mediante reconexiones automáticas en dichos equipos. Por lo anterior, se sugieren nuevos ajustes en dichos equipos.
J11	Indica ubicación del equipo que actuará en Protección Anti-Isla.	SI	Allibera Solar Consultores Limitada informa que la función Anti-Isla será habilitada en el relé FORM 6 asociado al interruptor de acoplamiento.
J12	Indica tipo del control que utilizará el equipo de Protección Anti-Isla.	SI	Allibera Solar Consultores Limitada indica que la función Anti-isla se habilitará en el relé FORM 6. Para esta función de protección se propone la habilitación de la función 78, con un ajuste de 18° y una temporización de 0,02 [s].
J13	Indica que protección de Sobre y Bajo voltaje, Sobre y Baja frecuencia actuará sobre interruptor de acoplamiento, según el Art. 4-17 de la NTCO.	SI	De acuerdo con lo indicado por Allibera Solar Consultores Limitada en el estudio de coordinación y ajuste de protecciones se habilitarán las funciones de sobre y bajo voltaje, sobre y baja frecuencia, en el FORM 6 asociado al interruptor de acoplamiento NOVA.
J14	Verificación que en Demanda Mínima del Alimentador y Generación Máxima del PMGD, no se sobrepasen los ajustes (fusibles) y mínimo trip (reconectores) de las distintas protecciones, incluyendo todos los PMGD con ICC aprobado o superior.	SI	Se verifica que en condición de demanda mínima del alimentador Pilén y generación máxima del PMGD BOIX BI no se supera el mínimo trip de operación de los equipos de protección ubicado en la vía de evacuación del PMGD.
J15	Envía cuadro resumen de equipos y ajustes de protecciones.	SI	Allibera Solar Consultores Limitada incluye cuadro resumen de equipos y ajustes de protecciones.
J16	Formulario 6 “Solicitud de Conexión a la Red”, especificado en el Capítulo 6 de la NTCO de PMGD en media tensión.	SI	Allibera Solar Consultores Limitada entrega Formulario 9.

Ítem	Antecedentes	Entregados SI/NO	Comentarios
J17	Limitador de la Potencia Activa a Inyectar declarada por el PMGD en su Solicitud de Conexión a la Red.	SI	Allibera Solar Consultores Limitada ajusta un valor de pickup, de la protección de sobrecorriente de fase en el interruptor de acoplamiento de 145 [A], equivalente a un 110,5 [%] de la corriente asociada a la potencia solicitar por el PMGD. En complemento a lo anterior, Allibera Solar Consultores Limitada, limitará la inyección de potencia activa considera la función 32 Limitador de potencia ajustada a 3 [MW] y un tiempo de operación de 2 [s], de tal forma de no exceder la potencia solicitada en el punto de conexión a la red.
J18	Descripción y Ubicación del Dispositivo de Sincronización.	-	Se solicita a Allibera Solar Consultores Limitada entregar esta informacion junto con el formulario 8.
K	Análisis de Impacto en el Sistema de Transmisión Zonal, según el Art. 2-25 de la NTCO	SI	Los estudios entregados por Allibera Solar Consultores Limitada incluyen un análisis de impacto en el Sistema de Transmisión Zonal, concluyendo que se superará la capacidad de transferencia del nivel 1 del transformador T3 de la S/E Cauquenes. Además, informan que no se superará la capacidad de transferencia del nivel 2 de las líneas adyacentes. CGE no manifiesta reparos a estas conclusiones.

9.2. Obras de adecuación asociadas a PMGD con ICC aprobado

Existen PMGD con ICC aprobado o superior en el alimentador Pilén, los cuales son:

- PMGD Santa Sofía 2,99 [MW] (ICC aprobado) con factor de potencia unitario.
- PMGD Cauquenes Pilén Bis 2,992 [MW] (ICC aprobado) con factor de potencia 0,96 absorbiendo reactivos.

Las obras de adecuación en el sistema de distribución, asociadas a los PMGD que poseen ICC conforme o superior en el alimentador Pilén, son las siguientes:

- Obra 1: Reemplazo de conductor existente desde el poste N°5-003985 hasta el poste N°5-037984 por conductor del tipo aluminio protegido 185 [mm²] de sección, longitud aproximada de 5,4 [km].
- Obra 2: Reemplazo del conductor existente desde el poste N°5-216278 (punto de conexión a la red de media tensión del PMGD Cauquenes Pilén Bis) hasta el poste N°5-037984 por conductor aluminio desnudo 53 [mm²] de sección, longitud aproximada de 0,66 [km].

La presente ICC se efectúa bajo el supuesto que, antes de la conexión del PMGD BOIX BI, serán efectuadas todas las obras de adecuación y cumplidas las condiciones incluidas en los estudios de impacto sistémico de este caso, como así también, las obras de adecuación y las condiciones de los ICC presentadas por los PMGD precedentes.

Cualquier obra de adecuación o condición de las indicadas en el párrafo precedente que no se efectúe, o que se efectúe de forma diferente a lo indicado en el respectivo estudio, puede afectar las adecuaciones a la red y costos informados en el presente ICC.

9.3. Obras de adecuación asociadas al PMGD BOIX BI

El PMGD BOIX BI incurre en las siguientes obras de adecuación de la red de distribución del alimentador Pilén:

1. Reemplazo del conductor existente desde la cabecera del alimentador Pilén hasta el poste N°5-240860 por conductor de tipo aluminio desnudo 236 [mm²] de sección, longitud aproximada de 0,107 [km].
2. Reemplazo del conductor existente desde el poste N°5-240892 hasta el poste N°5-003985 por conductor de tipo aluminio desnudo 236 [mm²] de sección, longitud aproximada de 0,393 [km].
3. Reemplazo del conductor existente desde el poste N°5-230917 hasta el poste N°5-037733 por conductor de tipo aluminio protegido 300 [mm²] de sección, longitud aproximada de 2,563 [km].
4. Reemplazo del conductor existente desde el poste N°5-037733 hasta el poste N°5-037734 (punto de conexión a la red del PMGD BOIX BI) por conductor de tipo aluminio desnudo 53 [mm²] de sección, longitud aproximada de 0,022 [km].
5. Reemplazo del conductor existente desde el poste N°5-037984 (punto de conexión a la red del PMGD Santa Sofía) hasta el poste N°5-216278 (punto de conexión a la red del PMGD Cauquenes Pilén Bis) por conductor de tipo aluminio desnudo 107 [mm²] de sección, longitud aproximada de 0,661 [km].

9.4. Capacidad de Transporte

Allibera Solar Consultores Limitada presenta los resultados de flujo de potencia y cargabilidad de líneas de distribución, en el estudio “Estudio Comportamiento Estático - PMGD Boix BI R0”, con y sin las inyecciones del PMGD BOIX BI y para escenarios de demanda mínima y máxima en los consumos del alimentador, concluyendo que no se superará la capacidad térmica de los tramos de línea que componen el alimentador Pilén, al realizar las siguientes obras de modificación de la red de distribución:

- a. Reemplazo del conductor existente desde la cabecera del alimentador Pilén hasta el poste N°5-240860 por conductor de tipo aluminio protegido 185 [mm²] de sección, longitud aproximada de 0,107 [km].
- b. Reemplazo del conductor existente desde el poste N°5-240892 hasta el poste N°5-003752 por conductor de tipo aluminio protegido 185 [mm²] de sección, longitud aproximada de 0,378 [km].
- c. Reemplazo del conductor existente desde el poste N°5-230917 hasta el poste N°5-037733 por conductor de tipo aluminio protegido 300 [mm²] de sección, longitud aproximada de 2,554 [km].
- d. Reemplazo del conductor existente desde el poste N°5-037733 hasta el poste N°5-241176 (punto de conexión a la red del PMGD BOIX BI perteneciente a la red particular) por conductor de tipo aluminio protegido 185 [mm²] de sección, longitud aproximada de 0,11 [km].
- e. Reemplazo del conductor existente desde el poste N°5-037733 hasta el poste N°5-216278 (punto de conexión a la red del PMGD Cauquenes Pilén Bis) por conductor de tipo aluminio protegido 185 [mm²] de sección, longitud aproximada de 0,948 [km].

Sin embargo, CGE indica las siguientes aclaraciones:

- Con respecto a los refuerzos propuestos en los puntos a y b, Allibera Solar Consultores propone refuerzos de conductor aluminio protegido 185 [mm²] de sección en reemplazo de conductores del tipo cobre desnudo 53 [mm²] de sección, por lo que se sugiere considerar reemplazos por conductor del tipo aluminio desnudo 236 [mm²] de sección (conductor de la misma familia y de sección adecuada), para mitigar los problemas de tensión y cargabilidad.
- Con respecto al refuerzo propuesto en el punto b, CGE indica que dicho refuerzo debe cubrir un vano más a lo informado por Allibera Solar Consultores Limitada, es decir, entre los postes N°5-240892 y N°5-003985, con una longitud de 0,393 [km], dado que los tramos indicados concuerdan con los tramos sobrecargados.
- Con respecto al refuerzo propuesto en el punto d, dado que Allibera Solar Consultores Limitada considera la obra desde el poste N°5-241176 (punto de conexión a la red del PMGD perteneciente a la red particular), CGE indica que dicha obra debe ser considerada desde el poste N°5-037734 (punto de conexión a la red del PMGD BOIX BI informado en el formulario 4) hasta el poste el poste N°5-037733, longitud aproximada de 0,022 [km].
- Con respecto al refuerzo propuesto en el punto d, Allibera Solar Consultores propone refuerzos de conductor aluminio protegido 185 [mm²] de sección en reemplazo de conductor del tipo cobre desnudo 13 [mm²] de sección, por lo que se sugiere considerar reemplazos por conductor del tipo aluminio desnudo 53 [mm²] de sección (conductor de la misma familia y de sección adecuada), para mitigar los problemas de cargabilidad.

- Con respecto al refuerzo propuesto en el punto e, el tramo comprendido entre los postes N°5-037733 y N°5-037984 (punto de conexión a la red del PMGD Santa Sofía) posee conductores del tipo aluminio protegido 185 [mm²] de sección (obras propuesta por el PMGD Santa Sofía con ICC conforme), longitud aproximada de 0,287 [km], por lo que, se desestima dicha obra en aquel tramo.
De acuerdo con lo anterior, para la obra propuesta en el punto e, se considerará entre los postes N°5-037984 (punto de conexión a la red del PMGD Santa Sofía) hasta el poste N°5-216278 (punto de conexión a la red del PMGD Cauquenes Pilén Bis), longitud aproximada de 0,661 [km]. Además, se considerará un conductor de la misma familia y de sección adecuada, es decir, por conductor del tipo aluminio desnudo 107 [mm²] de sección.

Finalmente, las obras de adecuación asociadas al PMGD BOIX BI, se indican a continuación:

1. Reemplazo del conductor existente desde la cabecera del alimentador Pilén hasta el poste N°5-240860 por conductor de tipo aluminio desnudo 236 [mm²] de sección, longitud aproximada de 0,107 [km].
2. Reemplazo del conductor existente desde el poste N°5-240892 hasta el poste N°5-003985 por conductor de tipo aluminio desnudo 236 [mm²] de sección, longitud aproximada de 0,393 [km].
3. Reemplazo del conductor existente desde el poste N°5-230917 hasta el poste N°5-037733 por conductor de tipo aluminio protegido 300 [mm²] de sección, longitud aproximada de 2,563 [km].
4. Reemplazo del conductor existente desde el poste N°5-037733 hasta el poste N°5-037734 (punto de conexión a la red del PMGD BOIX BI) por conductor de tipo aluminio desnudo 53 [mm²] de sección, longitud aproximada de 0,022 [km].
5. Reemplazo del conductor existente desde el poste N°5-037984 (punto de conexión a la red del PMGD Santa Sofía) hasta el poste N°5-216278 (punto de conexión a la red del PMGD Cauquenes Pilén Bis) por conductor de tipo aluminio desnudo 107 [mm²] de sección, longitud aproximada de 0,661 [km].

9.5. Análisis del voltaje en el punto de conexión y barra de 13,2 [kV]

Los resultados obtenidos por Allibera Solar Consultores Limitada, en el estudio “Estudio Comportamiento Estático - PMGD Boix BI R0” permiten concluir que no se superarán los rangos de regulación de tensión establecidos por el DS327 para redes de distribución eléctrica de tipo rural, donde se observan voltajes inferiores 1,08 [pu] para escenario de demanda mínima y máxima, con y sin PMGD BOIX BI despachado en 3 [MW] con factor de potencia unitario. También se observan variaciones porcentuales de tensión bajo el 6% en el alimentador, al considerar las obras adicionales indicadas en la sección anterior.

Sin embargo, simulaciones realizadas por CGE, indican que la potencia inyectada por el PMGD BOIX BI con factor de potencia unitario presentara tensiones superior a 1,08 [pu] en el alimentador Pilén para escenario de demanda mínima de los consumos del alimentador. Para mitigar dicha condición, es necesario un factor de potencia 0,96 absorbiendo reactivos en el punto de conexión a la red.

Se destaca que para las diferentes condiciones de generación del PMGD y de demanda de la Red están dentro de lo indicado en la Norma Técnica de Conexión de un PMGD, será necesario que en régimen normal de trabajo, o frente a cualquier cambio en el modo de operación del PMGD, o frente

a cualquier cambio en configuración de la topología de la red, debe el PMGD asegurar mediante sistemas de control y protección el cumplimiento de la NT en el punto de repercusión, y no superar el $\pm 6\%$ de voltaje para cualquier condición.

9.6. Capacidad de ruptura y operatividad de los equipos de distribución

Allibera Solar Consultores Limitada entrega los resultados del estudio de cortocircuito, evaluando cuatro tipos de fallas: trifásicas, monofásicas, bifásicas y bifásicas a tierra. Los resultados obtenidos permiten corroborar que no se tendrán variaciones significativas de las magnitudes de cortocircuito máximo entre los escenarios con y sin PMGD. También, ninguno de los interruptores existentes en la red de distribución verá sobrepasada su capacidad de ruptura como consecuencia de la incorporación del PMGD BOIX BI.

CGE no manifiesta reparos respecto de los resultados obtenidos para estos estudios.

Es necesario hacer notar que queda a criterio de CGE la realización de futuras evaluaciones, de acuerdo con las atribuciones entregadas por la NTCO en su capítulo 5, artículos 5-1, 5-2 y 5-3 sobre pruebas, verificaciones de estado de interruptores y/o cambio en los ajustes de protecciones durante la operación del PMGD.

9.7. Inyección de reactivos

Allibera Solar Consultores Limitada informa en el estudio “Estudio Comportamiento Estático - PMGD Boix BI R0” que el PMGD BOIX BI será despachado con factor de potencia unitario. Sin embargo, Evaluaciones realizadas por CGE, concluyen que, para mitigar problemas de banda y variación de tensión, será necesario despachar a dicho PMGD con factor de potencia 0,96 absorbiendo reactivos, medidos en el punto de conexión a la red.

CGE especifica que en la actualidad no tiene cargos en el sistema de media tensión por mal factor de potencia medio mensual u horario, de acuerdo a lo establecido en la publicación periódica de fijación de precios de nudo. La medición de compra de CGE se realiza en los totalizadores de la barra de 13,2 [kV] de S/E Cauquenes, donde mantiene un factor de potencia medio mensual igual o superior a 0,93; y tampoco se pagan cargos por excesos de energía reactiva durante los días hábiles entre las 8:00 y 24:00 horas.

Por tal efecto, se recuerda que la entrada en servicio del PMGD no debe deteriorar dicha condición y queda sujeto a revisión anual a partir de la entrada en operación del PMGD BOIX BI.

9.8. Coordinación de Protecciones, Interruptor de acoplamiento e Instalación de conexión

Se recuerda que es el interesado en conectar un PMGD a un sistema de distribución el responsable de comprobar los efectos sobre la red y la correcta operación de la planta generadora, sin afectar la calidad de servicio de los clientes finales en sus puntos de repercusión, cuando interactúe con el sistema de distribución en condiciones estacionarias y dinámicas de la red y operando en el estado normal y en contingencia programadas, respetando en todo momento la Seguridad de las personas y equipos.

La revisión descrita en este documento no incluye las posibles modificaciones que pudiera presentar la empresa de Subtransmisión CGE en la S/E Cauquenes, sobre todo por el efecto de invertir flujos de energía.

Es responsabilidad del interesado en conectar un PMGD en comprobar en las pruebas de Puesta en Servicio que las condiciones de diseño responden a la realidad de terreno mediante en la etapa del Formulario 9.

Resumen Ajustes Punto de Conexión PMGD BOIX BI:

Tabla 4-4. Ajustes de Sobrecorriente PMGD BOIX BI

Equipo	Modelo	Fase Residual	Pick Up	Curva	Dial	sumador
52PC PMGD BOIX BI	NOVA 27 FORM 6	51	145	164	0,2	0
		51N	14,5	140	0,1	0

(*) Se sugiere incluir en el punto de conexión del PMGD un ajuste de limitación de corriente de inrush de tiempo de frenado. Además, se considerará 0 reconexiones.

Tabla 4-5. Ajuste de funciones de protección de voltaje

Función	curva	Pickup etapa 1	TD [s]	Pickup etapa 2	TD [s]
Sobre Voltaje 59	Tiempo Definido	110%	1 seg.	120%	0,16 seg.
Bajo Voltaje 27	Tiempo Definido	90%	2 seg.	50%	1 seg.

Tabla 4-6. Ajuste de funciones de protección de frecuencia

Función	curva	Pickup etapa 1	TD [s]	Pickup etapa 2	TD [s]
Sobre Frecuencia81O	Tiempo Definido	51,0 [Hz]	90seg.	51,5 [Hz]	0,1 seg.
Baja Frecuencia81U	Tiempo Definido	49,0 [Hz]	90seg.	47,5 [Hz]	0,1 seg.

Tabla 4-7. Ajuste de sobre voltaje de Secuencia Homopolar

Función	Curva	Pickup etapa 1	TD [s]
59N	Tiempo Definido	$3xV_0 = 3,12$ [kV]	0,16seg.

Tabla 4-8. Ajuste de función salto de vector

Función	Curva	Pickup etapa 1	TD [s]
78	Tiempo Definido	18°	0,02

Tabla 4-9. Ajuste de función limitación de potencia

Función	Potencia	TD [s]
32	3 [MW]	2

Tal como se indica en el ítem J10, CGE propone los siguientes ajustes en los reconectores automáticos ubicados en la ruta de evacuación del PMGD BOIX BI:

Ajustes propuestos en reconectores de línea poste N°1016136:

Equipo	Fase Residual	Pick Up [A]	Curva	Dial	Sumador	Ins [A] / Tiempo [s]	N° reconexión / Tiempo [s]
1016136	51	370	164	0,11	0	2016 / 0,01	1 / 0
	51N	50	140	1	0	-	-

Ajustes propuestos en reconectores de línea poste N°5-230917:

Equipo	Fase Residual	Pick Up [A]	Curva	Dial	Sumador	Ins [A] / Tiempo [s]	N° reconexión / Tiempo [s]
5-230917	51	370	164	0,1	0	-	0 / -
	51N	37	140	0,24	0,2	-	-

10. Protocolos de puesta en servicio y operación, Formulario N°9

Con el objetivo de asegurar la calidad de las instalaciones que incorporará el PMGD al sistema de distribución de CGE, garantizando una operación coordinada y preservando la seguridad y calidad de servicio de sus clientes, es que una vez aprobada la SCR la Norma Técnica de Conexión y Operación de PMGD en Instalaciones de Media Tensión exige se realicen como mínimos las exigencias para las Pruebas de Conexión indicados en el capítulo N° 5 de la normativa.

Al término de las pruebas el PMGD deberá enviar un informe con los resultados obtenidos bajo la firma de un instalador responsable clase A Vigente, el que deberá incluir el Formulario 9 del Procedimiento indicado en la NTCO, los resultados numéricos de las pruebas y si corresponde, las imágenes de las oscilografías.

11. Sistema de transmisión Zonal

Allibera Solar Consultores Limitada entrega los resultados del estudio de impacto sistémico, en la realización de flujos de potencia de Transmisión zonal para Niveles 1 y 2, según el Art. 2-25. Los resultados obtenidos determinan e informan los niveles de carga del transformador de la S/E Cauquenes y la línea adyacente aguas arriba del mismo transformador.

Considerar en su programación de pruebas y puesta en servicio de su generador –si su proyecto llega a ejecutarse- que normalmente las adecuaciones mínimas que se deben realizar en las instalaciones de subtransmisión, para permitir una inyección de un PMGD, son respecto del paño de salida del respectivo transformador de poder. A modo referencial, se requiere de 5 meses para ejecutar las obras de adecuación indicadas. Los acuerdos a los que se llegue con la empresa subtransmisora por las obras a ejecutar, comenzarán una vez que se suscriba el respectivo Contrato de Conexión entre el PMGD y la empresa distribuidora.

Adicionalmente, dependiendo del avance a todos los casos existentes en los alimentadores de la subestación, es posible que resulte necesario ejecutar obras mayores en el sistema de subtransmisión, las cuales deben ser evaluadas mediante el proceso del plan de Expansión Anual de la Transmisión que desarrolla la Comisión Nacional de Energía. De acuerdo a lo anterior, la conexión del proyecto debe considerar los plazos de gestión y ejecución de la obra una vez otorgada la aprobación por parte de la autoridad regulatoria. A modo referencial, en la condición actual, la cantidad total de PMGD en estado de ICC conforme o superior, incluyendo al PMGD BOIX BI, hace superar la capacidad de transformación de la Subestación Cauquenes.

12. Nuevos ajustes en cabecera

Los ajustes propuestos por Allibera Solar Consultores Limitada en el equipo ubicado en la cabecera del alimentador Pilén son los siguientes:

Tabla 4-1. Ajustes de Sobrecorriente Proyectados la cabecera del alimentador Pilén

Equipo	Fase Residual	Pick Up [A]	Curva	Dial	Sumador
Cabecera A. Pilén	51	370	164	0,42	0,06
	51N	60	140	1,25	0

13. Operación del sistema

De acuerdo a lo estipulado en el Decreto Supremo N° 244, un PMGD operará permanentemente coordinado y subordinado a las instrucciones operativas de la empresa distribuidora. Para tal efecto, según lo indicado en el Artículo N°26 del mencionado decreto, la empresa distribuidora deberá preparar un procedimiento de operación, el que será parte integrante del futuro convenio de conexión.

14. Especificaciones del punto de medición

El medidor en el punto de conexión debe cumplir con un sistema de medidas de acuerdo a lo que indica el título “Sistema de Medidas de Transferencias Económicas” de la NTSyCS vigente.

El sistema de medida deberá disponer de equipos de respaldo mediante baterías o un sistema de almacenamiento, para operar por 2 horas luego de una interrupción.

En materia de transductores estos pueden ser del tipo transformadores de voltaje y corriente o compactos de medida de tres elementos. Estos últimos son de uso habitual en instalaciones de CGE.

15. Informe de Costos

De acuerdo a lo establecido en el Capítulo Tercero del Decreto N° 244 y modificado por el decreto supremo N° 101, la empresa distribuidora puede emitir un informe de costos que incluyan el valor presente de inversión, operación y mantenimiento originados por adaptaciones del sistema eléctrico en el punto de conexión, zona adyacente y puesta en servicio.

Adaptaciones del sistema eléctrico.

En este aspecto, se tiene a costo del propietario del PMGD el siguiente ítem:

- **Empalme en MT.**

A coordinar

- **Obras complementarias.**

6789 UF

ÍTEM	Materiales (\$)	M. Obra (\$)	Total (\$)
CONDUCTORES	872	215	1.088
POSTES	492	235	727
ESTRUCTURAS	676	297	973
ESTRUCTURAS EQUIPOS	-	-	-
ESTRUCTURAS SUBESTACIONES	-	-	-
CANALIZACIONES	-	-	-
CÁMARAS	-	-	-
BÓVEDAS Y OBRAS CIVILES	-	-	-
EQUIPOS ELÉCTRICOS	-	-	-
TRANSFORMADORES - REGULADOR	-	-	-
TIRANTES	95	412	507
EMPALMES	-	-	-
MEDIDORES	-	-	-
ENMALLES	-	-	-
EQUIPAMIENTO	-	-	-
SUBTOTAL 1 (Costos unitarios Mat. Y M.O.)	2.136	1.159	3.295

ÍTEM	%	Materiales	M. Obra	Total (\$)
Flete_bodega	1,45%	31	-	31
Bodega	5,76%	123	-	123
Flete_obra	1,63%	35	-	35
SUBTOTAL 2 (Recargos Fletes y Bodega)		189	-	189
		-	-	-
Costo_ingenieria	8,20%	-	-	286
Gastos_generales	6,28%	-	-	219
Intereses Intercalarios	2,24%	-	-	89
SUBTOTAL 3 (Recargos Ing y Gastos Generales)		-	-	594

TOTAL COSTOS (\$)	4.078
--------------------------	--------------

TRABAJOS LINEAS VIVAS	818
------------------------------	------------

PERMISOS VIALES	401
------------------------	------------

MANIOBRAS DESCONEXIÓN	501
------------------------------	------------

GENERACION RESPALDO	341
----------------------------	------------

RETIRO DE REDES ELÉCTRICAS	651
-----------------------------------	------------

TOTAL COSTOS REFUERZOS POR INGRESO DE PMGD	6.789
---	--------------

- **Estudios y preparación de información**
150 UF + IVA (Por una sola vez)
- **Puesta en Servicio**
Costo inspección de pruebas indicadas en formulario N°9 **50 UF + IVA (Por una sola vez)**
- **Costos de Administración.**
Costo fijo lectura y procesamiento de información del medidor. **4 UF + IVA (mensual)**
- **Costos de Operación.**
Costo de Operación en régimen a solicitud del PMGD **14 UF + IVA (por cada vez)**

La validez del informe de costo es de 30 días y considera ejecutadas las obras complementarias correspondientes a los PMGD precedentes en el alimentador, incluidos en los estudios de impacto sistémico.

El plazo de ejecución de las obras anteriormente descritas es de 9 meses. Dicho plazo comenzará a regir una vez obtenidas las aprobaciones de los respectivos permisos de las entidades correspondientes, por ejemplo: MOP, Municipales u otros.

Los valores y plazos involucrados no consideran tramitación y costos de eventuales servidumbres, las que son difíciles de cuantificar previamente y dependen de la voluntad y el actuar de terceros.

El presente ICC e informe de costos se efectúan bajo el supuesto que, antes de la conexión del PMGD BOIX BI, serán efectuadas todas las obras de adecuación y cumplidas las condiciones incluidas en los estudios de impacto sistémico de este caso, como así también, las obras de adecuación y las condiciones de los ICC presentadas por los PMGD precedentes.

Cualquier obra de adecuación o condición de las indicadas en el párrafo precedente que no se efectúe, o que se efectúe de forma diferente a lo indicado en el respectivo estudio, puede afectar las adecuaciones a la red y costos informados en el presente ICC.

Compañía General de Electricidad S.A.



CGE

Santiago / 05 de mayo de 2021