



CGE

Informe de Criterios de Conexión para PMGD EA SF Alhue de 3[MW]

Eactiva SpA

RESUMEN EJECUTIVO

Punto de Conexión: Poste N°5-224063

Distancia a cabecera: 0.06[km]

Alimentador: Cantillana

S/E: Alhué

Santiago, 26 de enero de 2022

Informe de Criterios de Conexión a la Red

Central Solar Fotovoltaica PMGD EA SF Alhue

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 43 del “Reglamento para medios de generación no convencionales y pequeños medios de generación establecidos en la Ley General de Servicios Eléctricos” según Decreto N°88 del 17 de septiembre de 2019, Eactiva SpA, entrega a CGE, el día 24 de septiembre de 2021, el Informe con la Solicitud de Conexión a la Red (SCR) de un Pequeño Medio de Generación Distribuido (PMGD) en la ciudad de Alhue Región Metropolitana.

2. Antecedentes generales

El PMGD EA SF Alhue solicita conectar una planta solar con una potencia de 3 [MW] al alimentador Cantillana en 23 [kV] para alcanzar el punto de conexión placa poste N°5-224063 y empalmar con la línea de distribución en media tensión propiedad de CGE.

El punto de conexión en media tensión (propiedad de CGE) placa poste N° 5-224063 está ubicado en el alimentador Cantillana en 23 [kV], a una distancia aproximada de 0.06 [km] hasta la Subestación Primaria Alhue propiedad de CGE.

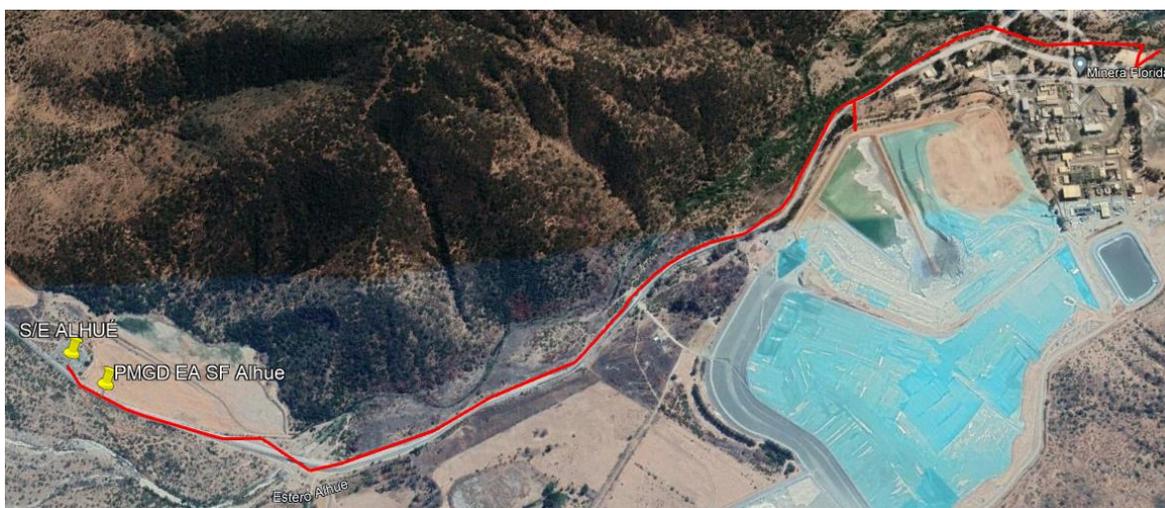


Fig. 1: Unilineal Alimentador Cantillana, Punto de Conexión a la Red

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 (F9).

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 EA SF Alhue consiste en un arreglo de paneles fotovoltaicos, los cuales son conectados a un inversor DC/AC del fabricante Power Electronics, modelo Freesun FS3000CH cuya potencia AC es de 3500 [kVA], totalizando una potencia nominal de 3,5 [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 23 [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 Cantillana.

Toda la energía generada por esta planta será inyectada al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), a través del Sistema de Distribución en 23 [kV] del alimentador Cantillana, el que a su vez pertenece a la subestación Alhué.

La planta generadora informa a la empresa distribuidora que su energía anual a inyectar al sistema de distribución es de 6822 [MWh].

4. Detalle de los equipos de la planta

Para la elevación de la tensión de la planta fotovoltaica, Eactiva SpA informa que se utilizarán un transformador con las siguientes características:

| Parámetro | Valor |
|-------------------------------|-------------|
| Número de Transformadores | 1 |
| Capacidad Nominal ONAN | 3,5 [MVA] |
| Tensión Primaria HV | 23 [kV] |
| Tensión Secundaria LV | 0,69 [kV] |
| Impedancia Secuencia Positiva | 6 [%] |
| Impedancia Secuencia Cero | 6 [%] |
| Grupo de Conexión | Dy11 |
| Cambiador de Tap (AT) | ±2,5 ±5 [%] |

Por su parte, se proyecta el uso de un inversor DC/AC del fabricante Power Electronics, modelo Freesun 3000CH. Dicho inversor tiene una potencia de diseño de 3500 [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 Eactiva SpA a través del Formulario N°15.

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, Eactiva SpA contempla el uso del siguiente equipamiento en el punto de conexión a la red:

- Interruptor de Acoplamiento: Noja Power RC-10
- Relé de Protección: Relé Ingeteam PL70
- Medidor de Energía: ION8650
- Línea de interconexión: Para la conexión en media tensión se ha proyectado la construcción de un primer tramo de línea aéreo de aproximadamente 415 [m], de conductor tipo aluminio desnudo 33[mm²]

Mayores detalles de los equipos en el punto de conexión a la red serán proporcionados por Eactiva SpA a través del Formulario N°15.

6. Conexión en media tensión

La conexión del PMGD EA SF Alhue a la red de 23 [kV] de CGE será a través del poste placa N° 5-224063. Dicho punto, será provisto de un equipo reconectador Noja Power, un relé complementario Ingeteam PL70 y un equipo de medida ION 8650.

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

Eactiva SpA entregó los estudios orientados a verificar que el diseño y operación del PMGD en el alimentador Cantillana 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 "P2107-12 ECP R0 - EA SF Alhue.pdf".
- Estudio de Cortocircuitos en el archivo "P2107-12 ECC R0 - EA SF Alhue.pdf".
- Estudio de Flujo de Potencia en el archivo "P2107-12 EFP R0 - EA SF Alhue.pdf".

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 | Eactiva SpA hace entrega del plano georreferenciado de la planta EA SF Alhue en el documento "EMPLAZAMIENTO_210923.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 | Eactiva SpA incluye junto a sus estudios el diagrama unilineal del PMGD EA SF Alhue en el documento "UNILINEAL_GENERAL_210923.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 | Eactiva SpA indica que la planta EA SF Alhue contará con un transformador de dos devanados con las siguientes características: 3,5 [MVA], 23/0,69 [kV], grupo de conexión Dy11, Z+=6% Z0=6%, taps $\pm 2,5 \times 5$ [%]. |
| D | Descripción de las protecciones, especificando tipo, fabricante, conexión y funciones. | | |
| D1 | Catálogo de Equipos. | SI | Eactiva SpA incluye junto a sus estudios el catálogo de los equipos Reconectador Noja Power, Rele Ingeteam PL70, Seccionador S_C, Equipo de protección y maniobra, Equipo compacto, Inversor, Transformador elevador, Medidor de energía. |
| D2 | Catálogo del Interruptor de Acoplamiento. | SI | Eactiva SpA hace entrega del catálogo del interruptor de acoplamiento Noja Power en el documento "5_Manual Reconectador Noja_Control RC10.pdf". |
| D3 | Catálogo de los inversores. | SI | Eactiva SpA hace entrega del catálogo del inversor Freesun 3000CH en el documento "HEC V1500 - FS3000CH15.pdf", "HEC V1500 Leaflet.pdf", "MVS3500L (MV Skid)". |
| D4 | Catálogo de Relés. | SI | Eactiva SpA hace entrega del catálogo del relé Ingeteam PL70 en el documento "DSE_PL70tension_esp.pdf". |
| E | Corriente de cortocircuito en el punto de conexión al SD de media tensión; | SI | Eactiva SpA indica que el nivel de cortocircuito medido en el punto de conexión a la red del PMGD EA SF Alhue corresponde a: |

| Ítem | Antecedentes | Entregados SI/NO | Comentarios |
|------|---|------------------|--|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> - $I_{CC_{3\phi}} = 2,77$ [kA] - $I_{CC_{1\phi}} = 2,76$ [kA] |
| 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. | SI | Eactiva SpA hace envío de esta información en los documentos "[160706_v1] PPC Box - Descripción Funcional.pdf", "FSIC0065A_P_Q_Charts_1500V.pdf", "FSIC0118AI_SC_Current_HEC_V1500.pdf". |
| G | En el caso de inversores y convertidores de frecuencia: protocolos de pruebas o antecedentes similares sobre las armónicas superiores e intermedias esperadas; | SI | Eactiva SpA hace envío de esta información en el documento "Harmonics_Report_V1500.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 | Eactiva SpA hace entrega de los estudios mínimos necesarios requeridos correspondientes a estudio de ajuste y coordinación de protecciones, estudio 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 | Eactiva SpA considera a sus estudios al PMGD CE Alhué Solar 2 con ICC aprobado en el alimentador Cantillana y al PMGD GR Alhue II (Conectado). |
| 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 | Eactiva SpA indica que el interruptor de acoplamiento asociado al punto de conexión a la red del PMGD EA SF Alhue corresponde a un Noja Power el cual se ubicará a una distancia de 20 [m] del punto de conexión a la red del PMGD |
| J2 | Equipo que protegerá la condición de sobre y bajo voltaje. | SI | Eactiva SpA indica en el estudio de ajuste y coordinación de protecciones, que las funciones de sobre y bajo voltaje serán |

| Ítem | Antecedentes | Entregados SI/NO | Comentarios |
|------|--|----------------------|--|
| | | | habilitadas en el control RC10 asociado al interruptor de acoplamiento Noja Power. |
| J3 | Ajuste de Sobre y Bajo voltaje acorde con lo requerido en el Art. 4-29 de la NTCO. | SI | Eactiva SpA indica ajustes de las funciones de sobre y bajo voltaje acordes con los requerido en la NTCO. |
| J4 | Equipo que protegerá la condición de sobre y baja frecuencia. | SI | Eactiva SpA indica en el estudio de ajuste y coordinación de protecciones, que las funciones de sobre y baja frecuencia serán habilitadas en el Control RC10 asociado al interruptor de acoplamiento Noja Power. |
| J5 | Ajuste de Sobre y Baja frecuencia acorde con lo requerido en el Art. 4-30 de la NTCO. | SI | Eactiva SpA indica ajustes de las funciones de sobre y baja frecuencia acordes con los requerido en la NTCO. |
| J6 | Identifica claramente la detección de falla residual en el interruptor de Acoplamiento. | SI con observaciones | <p>Eactiva SpA indica que la función de sobretensión de secuencia cero, será habilitada en el control RC10 asociado al interruptor de acoplamiento, con los siguientes ajustes: $3xV0= 1,059[kV]$ y tiempo de operación de 0,4 [s].</p> <p>Sin embargo, de acuerdo con evaluaciones realizadas por CGE, se tiene que, al considerar fallas monofásicas y fallas bifásicas con resistencia de 40 ohm, en el punto de conexión a la red (estándar ENDESA), se obtienen valor de $3xV0$ inferiores al valor de pick up indicado por Eactiva SpA.</p> <p>CGE sugiere considerar los siguientes ajustes: $3xV0= 0,8901[kV]$ y tiempo de operación de 0,4[s].</p> |
| J7 | Identifica claramente los escenarios de fallas analizados, y esos escenarios cubren las posibilidades mínimas de ocurrencia. | SI | <p>Eactiva SpA realiza un análisis de coordinación de protecciones, considerando los equipos de protección ubicados en la vía de evacuación del PMGD EA SF Alhue correspondientes a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Equipo de protección ubicado en la cabecera del alimentador Cantillana. - Equipo de protección proyectado en el punto de conexión a la red del PMGD EA SF Alhue. |
| J8 | Informe de protecciones incluyendo las curvas tiempo corriente de todas las | SI | Eactiva SpA realiza un análisis de coordinación de protecciones, considerando los equipos de protección ubicados en la vía |

| Ítem | Antecedentes | Entregados SI/NO | Comentarios |
|------|---|-----------------------------|--|
| | protecciones, <i>identificando claramente cada protección involucrada.</i> | | de evacuación del PMGD EA SF Alhue correspondientes a: <ul style="list-style-type: none"> - Equipo de protección ubicado en la cabecera del alimentador Cantillana. - Equipo de protección proyectado en el punto de conexión a la red del PMGD EA SF Alhue. |
| 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 | Eactiva SpA realiza cambios de ajustes en el equipo de protección ubicado en la cabecera del alimentador Cantillana. CGE aclara que estos ajustes deberán ser validados por la empresa propietaria de dicho equipo. Sin embargo, según evaluaciones realizadas por CGE, no es necesario proponer ajustes en el equipo de protección de la cabecera del alimentador, ya que se cumple los tiempos de paso necesarios. |
| 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 | Eactiva SpA propone ajustes en los equipos de protección ubicados en la vía de evacuación del PMGD EA SF Alhue que cumplen con el tiempo de paso mínimo requerido en la NTCO. |
| J11 | Indica ubicación del equipo que actuará en Protección Anti-Isla. | SI | Eactiva SpA informa que la función Anti-Isla será habilitada en el relé Ingeteam PL70 asociado al interruptor de acoplamiento. |
| J12 | Indica tipo del control que utilizará el equipo de Protección Anti-Isla. | SI | Eactiva SpA indica que la función Anti-isla se habilitará en el relé Ingeteam PL70. Para esta función de protección se propone la habilitación de la función 78, con un ajuste de 18° y una temporización de 0,01 [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 Eactiva SpA en el estudio de ajuste y coordinación de protecciones se habilitarán las funciones de sobre y bajo voltaje, sobre y baja frecuencia, en el relé RC10 asociado al interruptor de acoplamiento Noja Power. |
| 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 Cantillana y generación máxima del PMGD EA SF Alhue 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 | Eactiva SpA incluye cuadro resumen de equipos y ajustes de protecciones. |

| Ítem | Antecedentes | Entregados SI/NO | Comentarios |
|------|---|------------------|--|
| J16 | Formulario 9 "ENTREGA ESTUDIOS TÉCNICOS PRELIMINARES", especificado en el Capítulo 6 de la NTCO de PMGD en media tensión. | SI | Eactiva SpA entrega Formulario 9. |
| J17 | Limitador de la Potencia Activa a Inyectar declarada por el PMGD en su Solicitud de Conexión a la Red. | SI | Eactiva SpA ajusta un valor de pickup, de la protección de sobrecorriente de fase en el interruptor de acoplamiento, no superior al 110% de la corriente asociada a la potencia solicitada por el PMGD. En complemento a lo anterior, Eactiva SpA, limitará la inyección de potencia activa, 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. | SI | Eactiva SpA, informa descripción y ubicación del dispositivo de sincronización. |
| K | Análisis de Impacto en el Sistema de Transmisión Zonal, según el Art. 2-25 de la NTCO | SI | Los estudios entregados por Eactiva SpA incluyen un análisis de impacto en el Sistema de transmisión zonal, concluyendo que se supera la capacidad de transferencia en el Nivel 1, del transformador primario de la S/E Alhué y con respecto al Nivel 2 correspondiente a la línea adyacente aguas arriba "Alhué - Santa Rosa" Eactiva SpA concluye que no se supera su capacidad. |

9.2. Obras de adecuación asociadas a PMGD con ICC aprobado

No se proponen obras de adecuación para los PMGD con ICC aprobado o superior en el alimentador Cantillana.

9.3. Escenarios de los estudios de conexión

De acuerdo con el Artículo 57º del reglamento, el Interesado deberá considerar diferentes escenarios que permitan mantener sus conclusiones y resultados aun cuando el ICC de un determinado proyecto PMGD asociado al mismo alimentador deje de estar vigente. Según el Artículo 8º transitorio, en sus estudios el Interesado deberá considerar los siguientes escenarios:

- a) Todos los PMGD con ICC vigentes asociadas al alimentador donde se presentó la respectiva SCR se conectan;
- b) Todos los PMGD con ICC vigentes asociadas al alimentador donde se presentó la respectiva SCR se conectan, salvo los dos PMGD cuyas ICC tengan la mayor antigüedad;

c) Todos los PMGD con ICC vigentes asociadas al alimentador donde se presentó la respectiva SCR se conectan, salvo el PMGD con la mayor capacidad instalada a conectar. En caso de existir dos o más PMGD que cumplan esta condición, se deberá dejar fuera del cálculo el PMGD cuya ICC tenga la mayor antigüedad; y

d) Considerando lo establecido en el literal a) del presente artículo, el PMGD opera a una capacidad tal que no requiere de la realización de Obras Adicionales en la red de distribución.

De acuerdo con la nómina de los PMGD interesados en conectarse en el alimentador Cantillana, los escenarios con los PMGD que deben ser considerados en los estudios son los siguientes:

| CLAVE | PMGD | P [MW] | ESTADO | FECHA ESTADO | ESCENARIO | | | |
|-------|------------------|--------|------------|--------------|-----------|---|---|---|
| | | | | | A | B | C | D |
| 21658 | EA SF Alhue | 3 | En Estudio | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2148 | GR Alhue II | 3 | Conectado | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 18853 | CE Alhué Solar 2 | 3 | ICC | - | ✓ | - | - | ✓ |

9.4. Obras de adecuación asociadas al PMGD EA SF Alhue

9.4.1. ESCENARIO A

El PMGD EA SF Alhue no incurre en obras de adecuación de la red de distribución del alimentador Cantillana.

9.4.2. ESCENARIO B

El PMGD EA SF Alhue no incurre en obras de adecuación de la red de distribución del alimentador Cantillana.

9.4.3. ESCENARIO C

El PMGD EA SF Alhue no incurre en obras de adecuación de la red de distribución del alimentador Cantillana.

9.4.4. ESCENARIO D

El PMGD EA SF Alhue no incurre en obras de adecuación a la red de distribución del alimentador Cantillana.

9.5. Capacidad de Transporte

9.5.1. ESCENARIO A

Eactiva SpA presenta los resultados de flujo de potencia y cargabilidad de líneas de distribución, en el estudio "P2107-12 EFP R0 - EA SF Alhue.pdf", con y sin las inyecciones del PMGD EA SF Alhue 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 Cantillana.

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

9.5.2. ESCENARIO B

Eactiva SpA presenta los resultados de flujo de potencia y cargabilidad de líneas de distribución, en el estudio "P2107-12 EFP R0 - EA SF Alhue.pdf", con y sin las inyecciones del PMGD EA SF Alhue 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 Cantillana.

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

9.5.3. ESCENARIO C

Eactiva SpA presenta los resultados de flujo de potencia y cargabilidad de líneas de distribución, en el estudio "P2107-12 EFP R0 - EA SF Alhue.pdf", con y sin las inyecciones del PMGD EA SF Alhue 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 Cantillana.

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

9.5.4. ESCENARIO D

Eactiva SpA presenta los resultados de flujo de potencia y cargabilidad de líneas de distribución, en el estudio "P2107-12 EFP R0 - EA SF Alhue.pdf", con y sin las inyecciones del PMGD EA SF Alhue 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 Cantillana, al considerar al PMGD EA SF Alhue despachado con un valor de potencia de 3 [MW], con factor de potencia unitario.

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

9.6. Análisis del voltaje en el punto de conexión y barra de 23 [kV]

9.6.1. ESCENARIO A

Los resultados obtenidos por Eactiva SpA, en el estudio "P2107-12 EFP R0 - EA SF Alhue.pdf" 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 a 1,08 [pu] para escenario de demanda mínima y máxima, con y sin PMGD EA SF Alhue despachado en 3 [MW] con factor de potencia unitario. También se observan variaciones porcentuales de tensión bajo el 6% en el alimentador.

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

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.

9.6.2. ESCENARIO B

Los resultados obtenidos por Eactiva SpA, en el estudio "P2107-12 EFP R0 - EA SF Alhue.pdf" 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 EA SF Alhue despachado en 3 [MW] con factor de potencia unitario. También se observan variaciones porcentuales de tensión bajo el 6% en el alimentador.

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

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.

9.6.3. ESCENARIO C

Los resultados obtenidos por Eactiva SpA, en el estudio "P2107-12 EFP R0 - EA SF Alhue.pdf" 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 a 1,08 [pu] para escenario de demanda mínima y máxima, con y sin PMGD EA SF Alhue despachado en 3 [MW] con factor de potencia unitario. También se observan variaciones porcentuales de tensión bajo el 6% en el alimentador.

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

9.6.4. ESCENARIO D

Los resultados obtenidos por Eactiva SpA, en el estudio "P2107-12 EFP R0 - EA SF Alhue.pdf" 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 a 1,08 [pu] para escenario de demanda mínima y máxima, con y sin PMGD EA SF Alhue despachado en XXX [MW] con factor de potencia XXX. También se observan variaciones porcentuales de tensión bajo el 6% en el alimentador.

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

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

Eactiva SpA 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 EA SF Alhue.

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.

9.8. Inyección de reactivos

9.8.1. ESCENARIO A

Eactiva SpA informa en el estudio “P2107-12 EFP R0 - EA SF Alhue.pdf” que el PMGD EA SF Alhue será despachado con factor de potencia unitario.

9.8.2. ESCENARIO B

Eactiva SpA informa en el estudio “P2107-12 EFP R0 - EA SF Alhue.pdf” que el PMGD EA SF Alhue será despachado con factor de potencia unitario.

9.8.3. ESCENARIO C

Eactiva SpA informa en el estudio “P2107-12 EFP R0 - EA SF Alhue.pdf” que el PMGD EA SF Alhue será despachado con factor de potencia unitario.

9.8.4. ESCENARIO D

Eactiva SpA informa en el estudio “P2107-12 EFP R0 - EA SF Alhue.pdf” que el PMGD EA SF Alhue será despachado con factor de potencia unitario.

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 23 [kV] de S/E Alhué, 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 EA SF Alhue.

9.9. 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 Alhué, 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.

Resumen Ajustes Punto de Conexión PMGD EA SF Alhue:

| Equipo | Tipo | Función | Ajuste | Tiempo de Operación |
|---|--|-----------------|--|---------------------|
| Control RC10, Reconectador Noja Power | Ajustes sobrecorriente de fase | [51] Pick up_1 | Curva IEC I Pick up: 83 [A] (pri) Mult: 0,01 Sum: 0 | - |
| | Ajustes sobrecorriente de fase | [50] Pick up_1 | Pick up: 1050 [A] (pri) | - |
| | Ajustes sobrecorriente residual | [51N] Pick up_1 | Curva IEC I Pick up 10 [A] (pri) Mult: 0,01 Sum: 0 | - |
| | Ajustes funciones de tensión | [59N] Pick up_1 | $3V_0 \geq 1,059$ [kV] | 0,4 [s] |
| | Ajustes funciones de tensión | [27] Pick up_1 | 0,90 [p.u.] x Vn | 2 [s] |
| | | [27] Pick up_2 | 0,50 [p.u.] x Vn | 1 [s] |
| | | [59] Pick up_1 | 1,1 [p.u.] x Vn | 1 [s] |
| | | [59] Pick up_2 | 1,20 [p.u.] x Vn | 0,16 [s] |
| | Ajustes funciones de baja y sobre frecuencia | [81U] Pick up_1 | 49 [Hz] | 90 [s] |
| | | [81U] Pick up_2 | 47,5 [Hz] | 0,1 [s] |
| | | [81O] Pick up_1 | 51 [Hz] | 90 [s] |
| [81O] Pick up_2 | | 51,5 [Hz] | 0,1 [s] | |
| Ingeteam PL70 | Ajuste Salto Vector | [78] Pick up_1 | 18° | 0,01 [s] |
| Inversor SMA MVPS 4600-S2 | Limitador de Potencia (p/inversor) | Pick up_1 | $P \leq 3$ [MW] | < 2 [s] |
| | Dispositivo de sincronización | [25] | - | - |

Ajustes propuestos en reconectores de línea:

| Equipo | Placa Poste | Modelo | Protección | Amp. Trip (A-pri) | Curva | Mult. | Sum. |
|------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------|-------|------|
| Rec. Cabecera | Cabecera | GE UB1 SEL 351 | 51 Fase | 360 | C2 | 0,14 | 0,07 |
| | | | 51 Residual | 60 | C1 | 0,5 | 0 |

Tal como se indica en el ítem J9, según evaluaciones realizadas por CGE, no es necesario proponer ajustes en el equipo de protección de la cabecera del alimentador, ya que se cumple los tiempos de paso necesarios.

Los ajustes en el equipo de protección de la cabecera del alimentador Cantillana son los siguientes:

| Alimentador | Tipo | Ajustes | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------------------|-------|-----------|-------|------|--------------------|-------|-----------|-------|------|
| | | Fases | | | | | Residual | | | | |
| | | Número operaciones | Curva | Amp. Trip | Mult. | Sum. | Número operaciones | Curva | Amp. Trip | Mult. | Sum. |
| Cantillana | GE UB1 SEL 351 | - | C2 | 360 | 0,14 | 0 | - | C1 | 60 | 0,5 | 0 |

10. Factor de referenciación alimentador Cantillana

El alimentador Cantillana ha sido incluido en el ejercicio de cálculo de factores de referenciación del período octubre 2020 – Septiembre 2021 (según el Capítulo 3 de la NTCO). Los resultados de dicho cálculo se muestran en la siguiente tabla:

| MATRIZ FR | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | ID1 | ID2 | ID3 | ID4 | ID5 | ID6 | ID7 | ID8 | ID9 | ID10 |
| | [kW] | [1609, 2009] | [2009, 2409] | [2409, 2809] | [2809, 3210] | [3210, 3610] | [3610, 4010] | [4010, 4410] | [4410, 4810] | [4810, 5210] | [5210, 5610] |
| IG 10 | [2489, 2765] | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 |
| IG 9 | [2212, 2489] | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 |
| IG 8 | [1936, 2212] | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 |
| IG 7 | [1659, 1936] | 1,0000 | 1,0000 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 |
| IG 6 | [1383, 1659] | 1,0000 | 1,0000 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 |
| IG 5 | [1106, 1383] | 1,0000 | 1,0000 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 |
| IG 4 | [830,1 106] | 1,0000 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 |
| IG 3 | [553,8 30] | 1,0000 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 |
| IG 2 | [277,5 53] | 1,0000 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 |
| IG 1 | [0,277] | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0001 | 1,0002 |

11. Protocolos de puesta en servicio y operación, Formulario N°21

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.

12. Sistema de transmisión Zonal

Eactiva SpA 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 Alhué y la línea adyacente aguas arriba del mismo transformador, concluyendo que se supera la capacidad de transferencia en el Nivel 1, del transformador primario de la S/E Alhué y con respecto al Nivel 2 correspondiente a la línea adyacente aguas arriba “Alhué - Santa Rosa” Eactiva SpA concluye que no se supera su capacidad.

Los estudios de conexión advierten de una posible congestión en las instalaciones de transmisión asociadas al Punto de Conexión del PMGD EA SF Alhue por lo que la capacidad de inyección del PMGD en estudio deberá ser limitada para no provocar dicha congestión de forma de permitir su conexión y operación en la red de distribución. Según lo indicado en los estudios de conexión, la restricción corresponde a una potencia de 0 [MW], condición que será notificada al Coordinador al momento que la Comisión declare en construcción al presente PMGD, de modo que el Coordinador elabore semestralmente, un estudio que rectifique si se mantienen dicha congestión.

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 EA SF Alhue, hace superar la capacidad de transformación de la Subestación Alhué.

13. Nuevos ajustes en cabecera

Tal como lo informa Eactiva SpA, se habilitará direccionalidad en el reconectador de la cabecera, manteniendo los ajustes actuales de dicho equipo en dirección directa (mirando al sistema de distribución). En dirección reversa (mirando a S/E Alhué), propone los siguientes ajustes:

| Equipo | Placa Poste | Modelo | Protección | Amp. Trip (A-pri) | Curva | Mult. | Sum. |
|---------------|-------------|----------------|-------------|-------------------|-------|-------|------|
| Rec. Cabecera | Cabecera | GE UB1 SEL 351 | 51 Fase | 360 | C2 | 0,14 | 0,07 |
| | | | 51 Residual | 60 | C1 | 0,5 | 0 |

Tal como se indica en el ítem J9, según evaluaciones realizadas por CGE, no es necesario proponer ajustes en el equipo de protección de la cabecera del alimentador, ya que se cumple los tiempos de paso necesarios.

Los ajustes en el equipo de protección de la cabecera del alimentador Cantillana son los siguientes:

| Alimentador | Tipo | Ajustes | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------------------|-------|-----------|-------|------|--------------------|-------|-----------|-------|------|
| | | Fases | | | | | Residual | | | | |
| | | Número operaciones | Curva | Amp. Trip | Mult. | Sum. | Número operaciones | Curva | Amp. Trip | Mult. | Sum. |
| Cantillana | GE UB1 SEL 351 | - | C2 | 360 | 0,14 | 0 | - | C1 | 60 | 0,5 | 0 |

14. Operación del sistema

De acuerdo a lo estipulado en el Decreto N°88-2019, 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°94 del mencionado decreto, la empresa distribuidora deberá preparar un procedimiento de operación, el que será parte integrante del futuro convenio de conexión.

15. 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.

16. 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.**

71 UF

| ÍTEM REFUERZOS | | | | |
|--|----------|-----------------|--------------|-------------|
| CUDN | Cantidad | Materiales (UF) | M. Obra (UF) | Total (UF) |
| EA3AF00C03CFBB2 | 1 | 5,3 | 1,2 | 6,5 |
| EP3CF00H03CFBA2 | 1 | 4,2 | 0,6 | 4,8 |
| QA3AB1BW01A0900 | 1 | 16,2 | 0,8 | 17,0 |
| KC24A | 1 | 2,4 | 3,6 | 6,0 |
| PA115H4 | 1 | 7,0 | 3,1 | 10,1 |
| SUBTOTAL 1 (Costos unitarios Mat. Y M.O.) | | 35,0 | 9,3 | 44,4 |

| ÍTEM ADICIONALES - Maniobras | | | | Homologación VNR | |
|--|----------|----------|------------|------------------|----------|
| SERVICIO | Unidad | Cantidad | Valor (UF) | CUDN | Cantidad |
| I-Abrir Secc NH BT | maniobra | 1 | 1,0 | BAPV00000 | 5 |
| I-Cerrar Secc NH BT | maniobra | 1 | 1,0 | BAPV00000 | 5 |
| I-P Tierra BT Secc NH | maniobra | 1 | 1,0 | BAPV00000 | 5 |
| R-P Tierra BT Secc NH | maniobra | 1 | 1,0 | BAPV00000 | 5 |
| SUBTOTAL 3 (Costos unitarios Mat. Y M.O.) | | | 4,0 | | |

| ÍTEM | % | Instalación (UF) | Total (UF) |
|---|-------|------------------|-------------|
| Flete_bodega | 2,21% | 0,8 | 0,8 |
| Bodega | 6,00% | 2,1 | 2,1 |
| Flete_obra | 1,43% | 0,5 | 0,5 |
| SUBTOTAL 4 (Recargos Fletes y Bodega) | | | 3,4 |
| Costo_ingeniería | 8,24% | 9,5 | 9,5 |
| Gastos_generales | 5,88% | 6,8 | 6,8 |
| Intereses Intercalarios | 2,22% | 2,9 | 2,9 |
| SUBTOTAL 5 (Recargos Ing y Gastos Generales) | | | 19,2 |

| | |
|---|-----------|
| TOTAL COSTOS REFUERZOS POR INGRESO DE PMGD | 71 |
|---|-----------|

- **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 3 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 EA SF Alhue, 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.

17. Cronograma de Obras

Envío ICC: 18-01-2022

Aceptación ICC: 15-02-2022

| Hitos principales | Etapa contractual | | Etapa Gestión de permisos y compra de materiales | | | | | | | | Ejecución/Puesta Servicio | | | |
|---|---------------------------|-------------------------|--|---|---|---|---|---|---|-------------|---------------------------|---------------------------|-----------|--|
| | Emisión ICC 30/12/2021 | Acept. ICC 27/1/2022 | MES | | | | | | | | MES | | | |
| | | | 1 (**) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Mes "N" (*) | Mes "N" | Mes N + 3 meses afect. | Mes N + 4 | |
| Emisión ICC | | | | | | | | | | | | | | |
| Ingreso F15 y firma de contrato Obras adicionales, Adecuaciones y ajustes | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación Ingeniería, documentación para la gestión de permisos (**) | | | | | | | | | | | | | | |
| Ingreso de Permisos | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisión y aprobación de permisos (*) | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobación y Designación Inspector Fiscal | | | | | | | | | | | | | | |
| Compra y adquisición de materiales Mayores (RRRV, Reconnectores, ATR) (**) | | | | | | | | | | | | | | |
| Compra y adquisición de material menor (Conductores, estructuras, postes, etc) (**) | | | | | | | | | | | | | | |
| Adecuaciones | | | | | | | | | | | | | | |
| Puesta en Servicio | | | | | | | | | | | | | | |

Notas:

(*) El plazo indicado se definirá una vez se obtenga la totalidad de los permisos requeridos para la correcta ejecución de las obras. El tiempo de aprobación de permisos dependerá de cada entidad pública como también de la disposición de los propietarios de los terrenos particulares afectados por el proyecto a ajechar.

(**) Se realizará una vez pagada la primera factura.

Compañía General de Electricidad S.A.

CGE

Santiago / 26 de enero de 2022