

# **INFORME DE COMPORTAMIENTO DE OPERACIÓN DE PROTECCIONES PARQUE EOLICO CUEL**

**16-02-2025**

| Elaboró                                                                                    | Revisó                                                                                     | Aprobó                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre: Yerko San Martín B.                                                                | Nombre: Dixon Bascur S.                                                                    | Nombre: Cristobal Elgueta                                                                    |
| Cargo: Ing. Soporte Técnico y Protecciones                                                 | Cargo: Jefe de Mantenimiento                                                               | Cargo: Jefe Tecnología Eólica                                                                |
| Firma:  | Firma:  | Firma:  |
| Fecha: 15-04-2025                                                                          | Fecha: 16-04-2025                                                                          | Fecha: 16-04-2025                                                                            |

|                                                                                   |                                                                    |                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|  | <b>ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO DE<br/>OPERACIÓN DE PROTECCIONES</b> | <b>INX-CMP-OPER-INF</b> |
|                                                                                   |                                                                    | Versión: 00             |
|                                                                                   |                                                                    | Vigencia: NA            |
|                                                                                   |                                                                    | Página 2 de 9           |

### Contenido

|      |                                                              |   |
|------|--------------------------------------------------------------|---|
| 1.   | Objetivo.....                                                | 3 |
| 2.   | Alcance.....                                                 | 3 |
| 3.   | Análisis de comportamiento de operación de protecciones..... | 3 |
| 3.1. | Registro 52AL desde UCS de SE Cuel:.....                     | 4 |
| 3.2. | Registro en 23 kV desde UCS de SE Cuel:.....                 | 6 |
| 4.   | Conclusiones.....                                            | 9 |
| 5.   | Hallazgos:.....                                              | 9 |
| 6.   | Compromisos:.....                                            | 9 |

|                                                                                   |                                                                    |                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|  | <b>ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO DE<br/>OPERACIÓN DE PROTECCIONES</b> | <b>INX-CMP-OPER-INF</b> |
|                                                                                   |                                                                    | Versión: 00             |
|                                                                                   |                                                                    | Vigencia: NA            |
|                                                                                   |                                                                    | Página 3 de 9           |

### 1. Objetivo.

El objetivo de este informe es dar cumplimiento a lo expuesto en la Norma técnica de seguridad y calidad de servicio según **TÍTULO 6-7 ESTUDIO PARA ANÁLISIS DE FALLA**, que describe lo siguiente **Artículo 6-40** “A más tardar 5 días hábiles después de ocurrida la falla, los Coordinados enviarán al Coordinador un Informe de Falla en el cual se detallarán los hechos sucedidos, las actuaciones de protecciones que hubieren tenido lugar durante la contingencia, los registros oscilográficos de falla y de eventos registrados por las mismas en el formato que el Coordinador establezca para ello, los consumos interrumpidos y las maniobras de reposición ejecutadas. Este documento contendrá además la cronología de eventos sincronizados con la base de tiempos del SITR del Coordinador, las señalizaciones de las protecciones que hubieren actuado, indicando claramente cuáles emitieron orden de desenganche al interruptor asociado”.

### 2. Alcance.

El presente informe tiene como objetivo verificar el correcto funcionamiento del esquema de protecciones perteneciente a las instalaciones del Parque eólico Cuel durante la desconexión forzada de la LT 154 kV Charrúa – Concepción ocurrida el día 16 de febrero del 2025 a eso de las 08:52 horas.

### 3. Análisis de comportamiento de operación de protecciones.

A continuación, se describirá el comportamiento del esquema de protecciones del PE Cuel de acuerdo con los registros descargados posterior a los eventos del día 16 de febrero de 2025, analizando en particular la actuación bajo condiciones anormales de tensión tanto en AT como MT. Este esquema está compuesto principalmente por equipos de marca ZIV 8IRV asociado al paño 52AL y modelo 7IRV para los relés asociados a los paños 52ET1, 52E1 y 52E2.

### 3.1. Registro 52AL desde UCS de SE Cuel:

```

SUBESTACION;;SE NEGRETE;
;
Filtros aplicados a la lista de sucesos;;
> Sólo sucesos ocurridos entre las fechas: 16/02/2025 11:54:20 => 16/02/2025 13:55:51;
;
Error;Fecha;Hora;Posición;Descripción;Estado;
; 16/02/2025; 11:54:20.666 ;6RTV TRAF0 154KV;BLOQUEO POR MINIMA TENSION;ACTIVADO;
; 16/02/2025; 11:54:20.668 ;6RTV TRAF0 154KV;TENSION FUERA DE MARGEN DE REGULACION;Sí;
; 16/02/2025; 11:54:20.668 ;6RTV TRAF0 154KV;TENSION POR DEBAJO DEL MARGEN DE REGULACION;Sí;
; 16/02/2025; 11:54:20.676 ;6RTV TRAF0 154KV;REGULADOR;BLOQUEADO;
; 16/02/2025; 11:54:23.085 ;SERV AUX;MINIMA TENSION 380/220 VCA GE;ALARMA;
; 16/02/2025; 11:54:23.085 ;SERV AUX;MINIMA TENSION 380/220 VCA TSA;ALARMA;
; 16/02/2025; 11:54:23.097 ;SERV AUX;MINIMA TENSION 380/220 VCA;ALARMA;
; 16/02/2025; 11:54:24.083 ;8IRV TRAF0 154KV;DISPARO POR SUBTENSION;ALARMA;
; 16/02/2025; 11:54:24.085 ;TRAF0 32KV;DISPARO POR SOBRE/SUBTENSION;ALARMA;
; 16/02/2025; 11:54:24.085 ;TRAF0 32KV;DISPARO POR SUBTENSION;ALARMA;
; 16/02/2025; 11:54:24.087 ;TRAF0 32KV;DISPARO GENERAL DE LA PROTECCION;ALARMA;
; 16/02/2025; 11:54:24.092 ;SERV AUX;ORDEN ABRIR 52-SA;DESDE AUTOMAT;
; 16/02/2025; 11:54:24.141 ;TRAF0 154KV;INTERRUPTOR 52;ABIERTO;
; 16/02/2025; 11:54:24.149 ;LINEA 1 23KV;INTERRUPTOR 52;ABIERTO;
; 16/02/2025; 11:54:24.149 ;TRAF0 32KV;INTERRUPTOR 52;ABIERTO;
; 16/02/2025; 11:54:24.153 ;LINEA 2 23KV;INTERRUPTOR 52;ABIERTO;
; 16/02/2025; 11:54:24.372 ;SERV AUX;INTERRUPTOR 52SA;ABIERTO;
; 16/02/2025; 11:54:37.781 ;SERV AUX;MINIMA TENSION 380/220 VCA GE;NORMAL;
; 16/02/2025; 11:54:38.792 ;SERV AUX;ORDEN CERRAR 52-GE;DESDE AUTOMAT;
; 16/02/2025; 11:54:38.842 ;SERV AUX;INTERRUPTOR 52GE;CERRADO;
; 16/02/2025; 11:54:38.886 ;SERV AUX;MINIMA TENSION 380/220 VCA;NORMAL;
; 16/02/2025; 13:49:59.430 ;TRAF0 154KV;ORDEN ABRIR SECC 89-T;DESDE CONSOLA;

```

#### Subtension de Fases

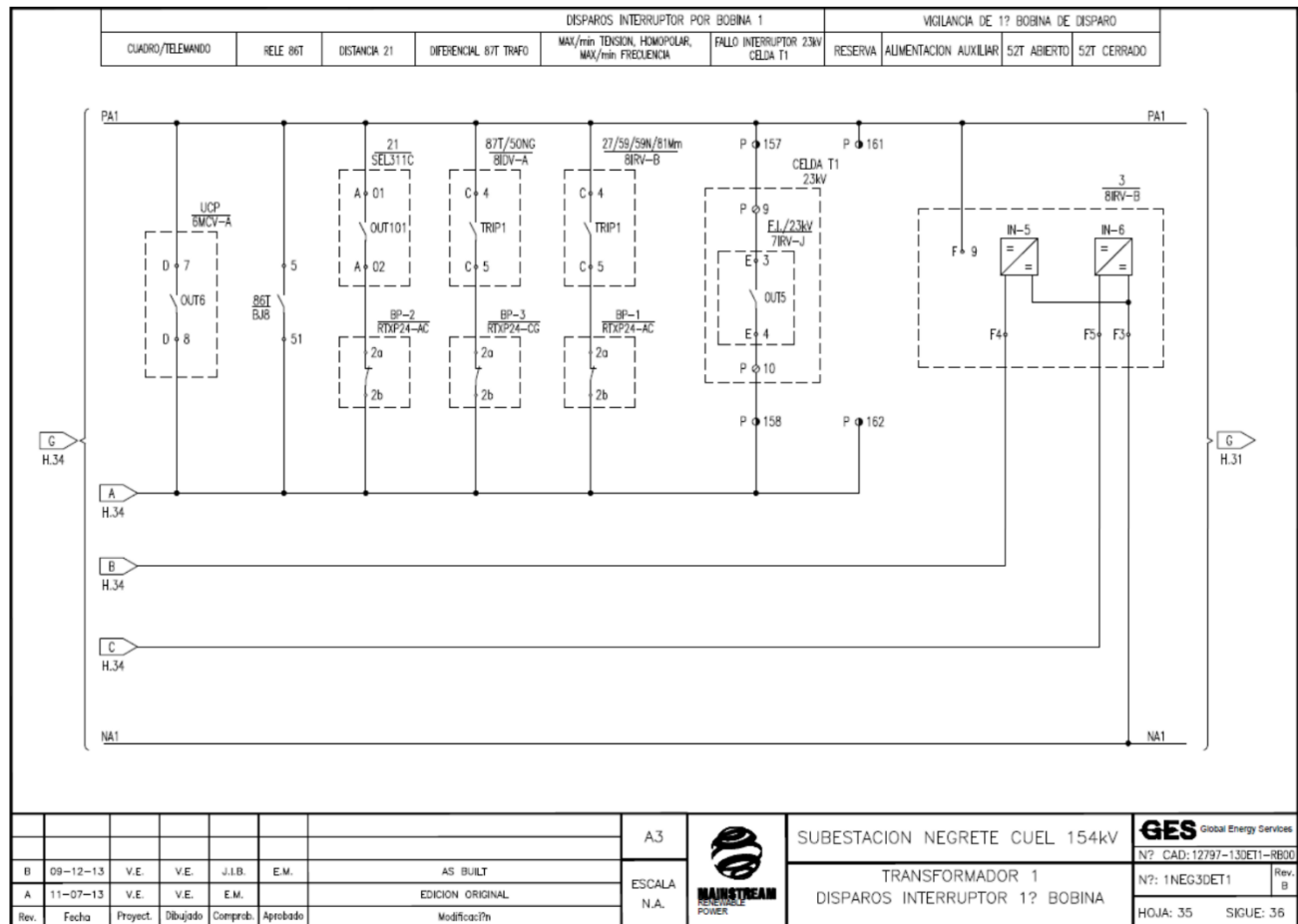
#### Unidad 1

| Ajustes            | Tabla 1     | Tabla 2     | Tabla 3     | Tabla 4     |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Permiso Subten. F. | Sí          | No          | No          | No          |
| Tipo Tension       | Fase - Fase | Fase - Fase | Fase - Fase | Fase - Fase |
| Arranq Subten. F.  | 20V         | 40V         | 40V         | 40V         |
| Tiempo Subten. F.  | 3s          | 0s          | 0s          | 0s          |
| Logica Subten. F.  | OR          | OR          | OR          | OR          |

*Ajuste de subtensión en protección ZIV 8IRV (20 V-sec) 52AL / 154 kV*

#### Comentario:

Desde la UCS de la sala de control de PE Cuel se extrae el registro de eventos del día 25-02-2025, en donde con estampa horaria 11:54:20:666 (UTC 0), en primera instancia se confirma la detección de la tensión por debajo del umbral configurado y aproximadamente 3 segundos después con estampa horaria 11:54:24:083, el equipo ZIV 8IRV emite la orden de apertura del paño 52AL de 154 kV por la función 27 de subtensión.



Circuito de apertura de interruptor 52AL

Se puede observar en la imagen anterior que dentro de los disparos del interruptor 52AL se encuentra la funci?n de m?nima tensi?n (27), contenida en el equipo ZIV 8IRV la cual emite la orden de Trip una vez dadas las condiciones anormales de tensi?n.

### 3.2. Registro en 23 kV desde UCS de SE Cuel:

```

SUBESTACION;;SE NEGRETE;
;
Filtros aplicados a la lista de sucesos;;
> Sólo sucesos ocurridos entre las fechas: 16/02/2025 11:54:20 => 16/02/2025 13:55:51;
;
Error;Fecha;Hora;Posición;Descripción;Estado;
; 16/02/2025; 11:54:20.666 ;6RTV TRAF0 154KV;BLOQUEO POR MINIMA TENSION;ACTIVADO;
; 16/02/2025; 11:54:20.668 ;6RTV TRAF0 154KV;TENSION FUERA DE MARGEN DE REGULACION;Si;
; 16/02/2025; 11:54:20.668 ;6RTV TRAF0 154KV;TENSION POR DEBAJO DEL MARGEN DE REGULACION;Si;
; 16/02/2025; 11:54:20.676 ;6RTV TRAF0 154KV;REGULADOR;BLOQUEADO;
; 16/02/2025; 11:54:23.085 ;SERV AUX;MINIMA TENSION 380/220 VCA GE;ALARMA;
; 16/02/2025; 11:54:23.085 ;SERV AUX;MINIMA TENSION 380/220 VCA TSA;ALARMA;
; 16/02/2025; 11:54:23.097 ;SERV AUX;MINIMA TENSION 380/220 VCA;ALARMA;
; 16/02/2025; 11:54:24.083 ;8IRV TRAF0 154KV;DISPARO POR SUBTENSION;ALARMA;
; 16/02/2025; 11:54:24.085 ;TRAF0 32KV;DISPARO POR SOBRE/SUBTENSION;ALARMA;
; 16/02/2025; 11:54:24.085 ;TRAF0 32KV;DISPARO POR SUBTENSION;ALARMA;
; 16/02/2025; 11:54:24.087 ;TRAF0 32KV;DISPARO GENERAL DE LA PROTECCION;ALARMA;
; 16/02/2025; 11:54:24.092 ;SERV AUX;ORDEN ABRIR 52-SA;DESDE AUTOMAT;
; 16/02/2025; 11:54:24.141 ;TRAF0 154KV;INTERRUPTOR 52;ABIERTO;
; 16/02/2025; 11:54:24.149 ;LINEA 1 23KV;INTERRUPTOR 52;ABIERTO;
; 16/02/2025; 11:54:24.149 ;TRAF0 32KV;INTERRUPTOR 52;ABIERTO;
; 16/02/2025; 11:54:24.153 ;LINEA 2 23KV;INTERRUPTOR 52;ABIERTO;
; 16/02/2025; 11:54:24.372 ;SERV AUX;INTERRUPTOR 52SA;ABIERTO;
; 16/02/2025; 11:54:37.781 ;SERV AUX;MINIMA TENSION 380/220 VCA GE;NORMAL;
; 16/02/2025; 11:54:38.792 ;SERV AUX;ORDEN CERRAR 52-GE;DESDE AUTOMAT;
; 16/02/2025; 11:54:38.842 ;SERV AUX;INTERRUPTOR 52GE;CERRADO;
; 16/02/2025; 11:54:38.886 ;SERV AUX;MINIMA TENSION 380/220 VCA;NORMAL;
; 16/02/2025; 13:49:59.430 ;TRAF0 154KV;ORDEN ABRIR SECC 89-T;DESDE CONSOLA;

```

#### Subtension de Fases

##### Unidad 1

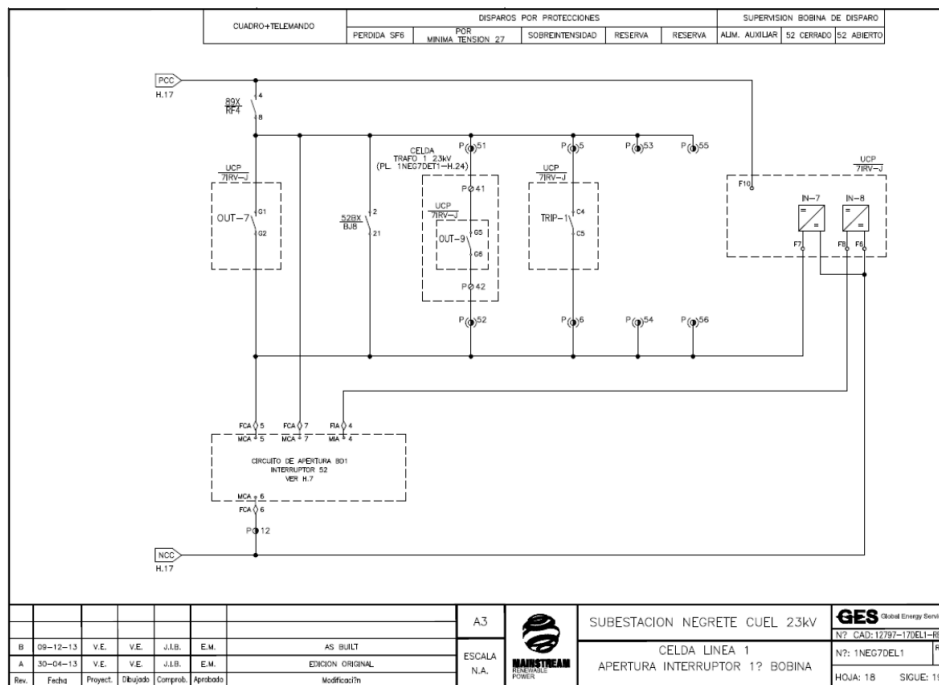
| Ajustes            | Tabla 1     | Tabla 2     | Tabla 3     | Tabla 4     |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Permiso Subten. F. | Sí          | No          | No          | No          |
| Tipo Tension       | Fase - Fase | Fase - Fase | Fase - Fase | Fase - Fase |
| Arranq Subten. F.  | 20V         | 40V         | 40V         | 40V         |
| Tiempo Subten. F.  | 3s          | 0s          | 0s          | 0s          |
| Logica Subten. F.  | OR          | OR          | OR          | OR          |

*Ajuste de subtensión en protección ZIV 7IRV (20 V-sec) 52ET1 / 23 kV*

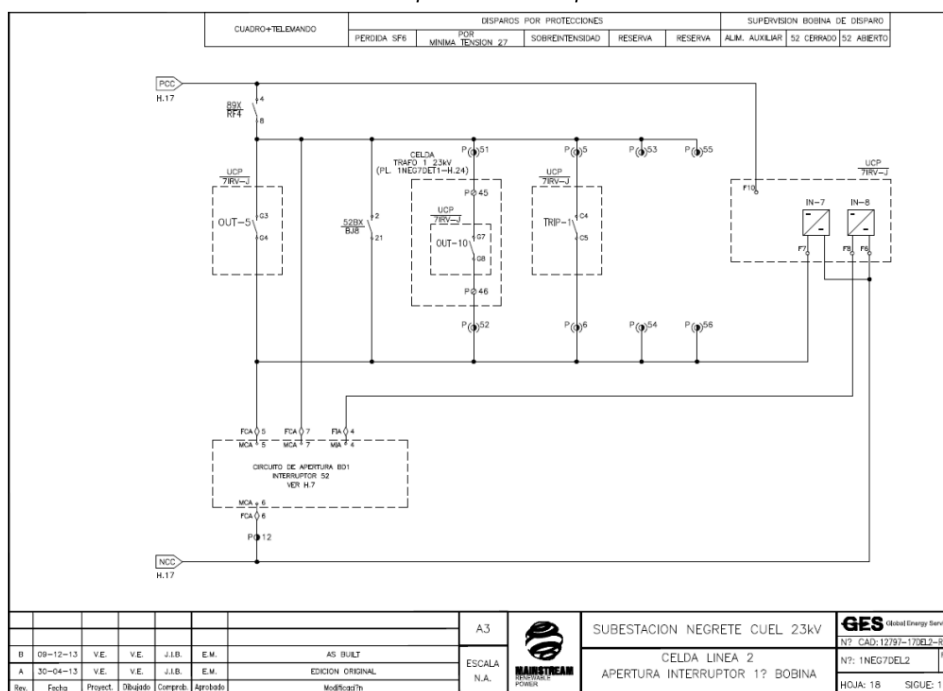
#### Comentario:

Desde la UCS de la sala de control de PE Cuel se extrae el registro de eventos del día 25-02-2025, en donde con estampa horaria 11:54:20:666 (UTC 0), se indica la tensión por debajo del umbral configurado, luego de aproximadamente 3 segundos con estampa horaria 11:54:24:085, el equipo ZIV 7IRV emite la orden de apertura al interruptor de 23kV 52ET1 por la función 27 de subtensión. Adicionalmente y de forma simultánea, esta última señal de apertura activa los contactos de salida digitales 9 y 10 que derivan en la operación de los interruptores 52E1 y 52E2. Esto queda registrado en las líneas "Línea 1 23kV; Interruptor 52; Abierto" y "Línea 2 23kV; Interruptor 52; Abierto;".

Siendo esto el comportamiento esperado en el esquema de protecciones de 23 kV, ya que los relés asociados a los paños E1 y E2 sólo poseen las funciones de sobrecorriente configuradas y reciben la orden de apertura por la función 27, proveniente del equipo 7IRV asociado al paño ET1.



Circuito de apertura de interruptor 52E1



Circuito de apertura de interruptor 52E2

En las imágenes anteriores se puede observar el circuito de apertura de los interruptores 52E1 y 52E2, en particular la orden de Trip por concepto de mínima tensión o función 27, proveniente del equipo ZIV-7IRV mediante las salidas digitales Out-9 y Out-10.

| Evolución Mensual del Perfil de Tensión Medido en Intervalos de 15 minutos<br>PE Cuel |      |           |              |                    |              |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|--------------|--------------------|--------------|--------------|
| febrero-2025                                                                          |      |           |              |                    |              |              |
|                                                                                       |      |           |              | Puntos de Conexión |              |              |
|                                                                                       |      |           |              | PE CUEL            |              |              |
|                                                                                       |      |           |              | V ab               | V bc         | V ca         |
| Día                                                                                   | Hora | Intervalo | Tensión [kV] | Tensión [kV]       | Tensión [kV] | Tensión [kV] |
| 16                                                                                    | 7    | 6:45:00   | 162,165      | 161,677            | 161,463      |              |
| 16                                                                                    | 7    | 7:00:00   | 162,141      | 161,625            | 161,432      |              |
| 16                                                                                    | 8    | 7:15:00   | 162,735      | 162,211            | 162,032      |              |
| 16                                                                                    | 8    | 7:30:00   | 163,299      | 162,791            | 162,628      |              |
| 16                                                                                    | 8    | 7:45:00   | 161,384      | 159,771            | 159,970      |              |
| 16                                                                                    | 8    | 8:00:00   | 162,503      | 160,769            | 161,009      |              |
| 16                                                                                    | 9    | 8:15:00   | 163,053      | 161,280            | 161,561      |              |
| 16                                                                                    | 9    | 8:30:00   | 162,600      | 160,961            | 161,242      |              |
| 16                                                                                    | 9    | 8:45:00   | 105,195      | 104,205            | 104,338      |              |
| 16                                                                                    | 9    | 9:00:00   | -            | -                  | -            |              |
| 16                                                                                    | 10   | 9:15:00   | -            | -                  | -            |              |
| 16                                                                                    | 10   | 9:30:00   | -            | -                  | -            |              |
| 16                                                                                    | 10   | 9:45:00   | -            | -                  | -            |              |
| 16                                                                                    | 10   | 10:00:00  | -            | -                  | -            |              |
| 16                                                                                    | 11   | 10:15:00  | -            | -                  | -            |              |
| 16                                                                                    | 11   | 10:30:00  | -            | -                  | -            |              |
| 16                                                                                    | 11   | 10:45:00  | 92,684       | 92,023             | 92,172       |              |
| 16                                                                                    | 11   | 11:00:00  | 162,260      | 161,038            | 161,335      |              |
| 16                                                                                    | 12   | 11:15:00  | 162,045      | 160,807            | 161,161      |              |
| 16                                                                                    | 12   | 11:30:00  | 161,989      | 160,744            | 161,125      |              |
| 16                                                                                    | 12   | 11:45:00  | 161,802      | 160,490            | 160,915      |              |

Extracto de perfil de tensión en instalaciones de PE Cuel 16-02-2025

Se puede observar cómo la tensión decreció en las horas del evento analizado llegando a valores nulos mientras el PE Cuel se mantenía desconectado del sistema. Volviendo en servicio aproximadamente a eso de las 10:52 horas, de acuerdo con IF2025000607.

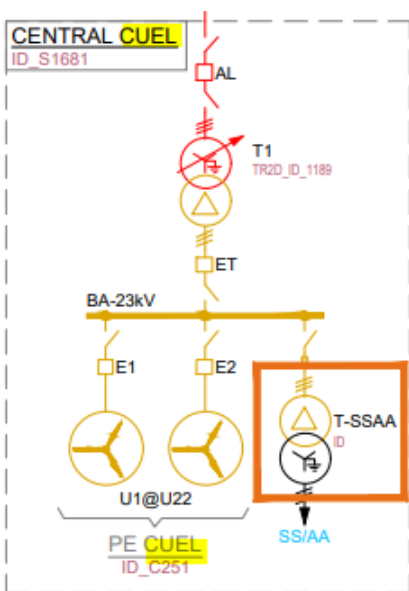


Diagrama Unilineal simplificado de PE Cuel.

|                                                                                   |                                                                    |                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|  | <b>ANALISIS DE COMPORTAMIENTO DE<br/>OPERACIÓN DE PROTECCIONES</b> | <b>INX-CMP-OPER-INF</b> |
|                                                                                   |                                                                    | Versión: 00             |
|                                                                                   |                                                                    | Vigencia: NA            |
|                                                                                   |                                                                    | Página 9 de 9           |

#### 4. Conclusiones.

Tal como se aprecia anteriormente, la función de protección por subtensión (27) habilitada en los equipos 8IRV y 7IRV asociados a los paños 52AL y 52ET1 respectivamente, operan de forma adecuada ante el evento ocurrido el día 16 de febrero del 2025 ocasionado por la desconexión forzada de la LT 154kV Charrúa – Concepción.

La desconexión del PE Cuel ante la condición anormal de tensión se da a nivel de 154 kV como en 23kV mediante la apertura de los interruptores 52AL, 52ET1 y los interruptores de las líneas 1 y 2, 52E1 y 52E2 respectivamente.

#### 5. Hallazgos:

- No aplica.

#### 6. Compromisos:

- No aplica.