

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EVENTO

El 21 de septiembre del 2024 a las 13:47:49, inició la caída de la frecuencia en el Sistema Eléctrico de Costa Rica. El EOR, en su reporte preliminar de evento N° 228-9-2024, indica que se presentó la pérdida de 550 MW de carga en el Sistema Eléctrico de México. Haciendo un análisis de los flujos y las frecuencias en los PMU, se estima que la pérdida de carga fue aproximadamente a las 13:47:43 horas (Ver hito N° 1 en Figura 3). Como consecuencia se registró un incremento de la frecuencia en SER hasta los 60.166 Hz (medidos en la ST Río Claro). Esta condición de alta frecuencia, junto con flujos altos en dirección Sur- Norte desde Panamá, producto de las exportaciones de energía programadas al momento del evento, activaron el esquema C8 del SPEAR en dicha área de control, desconectando 95.6 MW de generación. Según nuestros registros, esto ocurrió a las 13:47:47 horas (Ver hito N° 2 en Figura 3).

Producto del disparo de generación en Panamá por la activación de dicho esquema de control suplementario, incrementó el flujo de potencia proveniente desde México, alcanzando según el EOR, una magnitud de 302 MW. Este incremento en el flujo en la interconexión México - Guatemala provocó la activación del esquema de disparo por bajo voltaje EDALTIBV, abriendo interruptores en ST Tapachula y ST Los Brillantes por disparo transferido. Según los registros de PMU la ocurrencia de este último suceso fue a las 13:47:49 horas (Ver hito N° 3 en Figura 3).

Tras la pérdida de la interconexión con México, el SER experimentó un déficit de generación de más de 300MW, lo que redujo la frecuencia hasta activar el EDACBF en su primera etapa.

En Costa Rica, la frecuencia cayó hasta los 59.114 Hz, según las mediciones del PMU en la ST Río Claro y activó la primera etapa del EDACBF (Ver hito N° 5 en Figura 3).

## 2. CONSECUENCIAS DEL EVENTO

En Costa Rica, tuvo lugar la actuación del EDACBF que desconectó las líneas de distribución que forman parte de la primera etapa del esquema. Las líneas desconectadas están vinculadas a las subestaciones: Cañas, Ciudad Quesada, Cóbano, Desamparados, El Este, Escazú, Garita, Guayabal, Heredia, Naranjo, Palmar, Papagayo, Parrita, Poás, Río Claro, Río Macho, Tejar, Turrialba. La pérdida de carga, como resultado de la desconexión de dichas líneas de distribución, fue de 50.17 MW, aproximadamente. Además, se registró la pérdida de 5.57 MW de generación en la planta de un agente distribuidor, la cual se encontraba interconectada al sistema en uno de los circuitos disparados por el EDACBF.

## 3. CONDICIÓN PREFALLA DEL SEN

Un minuto antes del evento, el SEN registraba una demanda de 1597.26 MW y los flujos netos de potencia en las interconexiones tenían los siguientes valores: CRI-NIC = 85.58 MW y CRI-PAN = -194.94 MW.

**Observaciones:** Ninguna.

**Diagrama unifilar:** Ver Figura 7.

## 4. DESCRIPCIÓN DE LOS SUCESOS EN ORDEN CRONOLÓGICO

Fecha-Hora	Elemento	Causa
21/09/2024 13:47	ST Cañas, Apertura LD-05 (Bebedero)	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Chocosuela, Apertura PH Chocosuela II U2	Disparo de LD 34.5 kV Ciudad Quesada - Florencia por baja frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Ciudad Quesada, Apertura LD-02 (Florencia)	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Cóbano, Apertura LD-03 (Esperanza)	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Desamparados, Apertura LD-03 (Río Azul)	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST El Este, Apertura LD-03 (San Diego)	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Escazú, Apertura Valle Central	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Garita, Apertura LD-05 (Atenas)	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Garita, Apertura LD-06 (Ciruelas)	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Guayabal, Apertura Santa Bárbara	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Heredia, Apertura LD-09 (Las Flores)	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Naranjo, Apertura LD-03 (Rosario)	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Naranjo, Apertura LD-10 (Barranca)	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Palmar, Apertura LD-04 (Puerto Jiménez)	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Papagayo, Apertura LD-03 (Liberia)	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Parrita, Apertura LD-01 (Jacó)	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Poás, Apertura LD-02 (Tacares)	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Río Claro, Apertura LD-01 (Chacarita)	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Río Macho, Apertura LD-04 (Cóncevas)	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Tejar, Apertura LD-06 (Guayabal)	Baja Frecuencia
21/09/2024 13:47	ST Turrialba, Apertura LD-01 (Azul)	Baja Frecuencia

## 5. CONFIGURACIÓN POSTFALLA

Un minuto después de iniciado el evento, el SEN registraba una demanda de 1573.37 MW y los flujos netos de potencia en las interconexiones tenían los siguientes valores: CRI-NIC = 248.8 MW y CRI-PAN = -227.17 MW.

**Observaciones:** Como parte de la desconexión automática de las líneas de distribución que forman parte del EDACBF, se perdieron 5.57 MW de generación de manera no deseada. Esta potencia era inyectada al sistema por una planta de un agente distribuidor a través de uno de los circuitos pertenecientes al EDACBF.

**Diagrama unifilar:** Ver Figura 8.

## 6. MANIOBRAS DE NORMALIZACIÓN REALIZADAS

Fecha-Hora	Elemento	Estado
21/09/2024 13:51	ST Naranjo, LD-03 (Rosario)	Normalizado
21/09/2024 13:51	ST Poás, LD-02 (Tacares)	Normalizado
21/09/2024 13:51	ST Palmar, LD-04 (Puerto Jiménez)	Normalizado
21/09/2024 13:52	ST Cóbano, LD-03 (Esperanza)	Normalizado
21/09/2024 13:52	ST Papagayo, LD-03 (Liberia)	Normalizado
21/09/2024 13:52	ST Río Macho, LD-04 (Cónconvas)	Normalizado
21/09/2024 13:52	ST Garita, LD-06 (Ciruelas)	Normalizado
21/09/2024 13:52	ST Garita, LD-05 (Atenas)	Normalizado
21/09/2024 13:52	ST Naranjo, LD-10 (Barranca)	Normalizado
21/09/2024 13:52	ST Río Claro, LD-01 (Chacarita)	Normalizado
21/09/2024 13:52	ST Escazú, Valle Central	Normalizado
21/09/2024 13:52	ST El Este, LD-03 (San Diego)	Normalizado
21/09/2024 13:52	ST Desamparados, LD-03 (Río Azul)	Normalizado
21/09/2024 13:52	ST Ciudad Quesada, LD-02 (Florencia)	Normalizado
21/09/2024 13:52	ST Chocosuela, PH Chocosuela II U2	Normalizado
21/09/2024 13:53	ST Guayabal, Santa Bárbara	Normalizado
21/09/2024 13:53	ST Tejar, LD-06 (Guayabal)	Normalizado
21/09/2024 13:53	ST Heredia, LD-09 (Las Flores)	Normalizado
21/09/2024 13:54	ST Cañas, LD-05 (Bebedero)	Normalizado
21/09/2024 13:54	ST Turrialba, LD-01 (Azul)	Normalizado
21/09/2024 13:57	ST Parrita, LD-01 (Jacó)	Normalizado

## 7. ENERGÍA NO SUMINISTRADA

Subestación	Elemento	Potencia interrumpida [MW]	Energía no suministrada [MWh]	Duración [hh:mm:ss]
Heredia	LD-09 (Las Flores)	9.12	0.91	00:06:00
El Este	LD-03 (San Diego)	9.82	0.82	00:05:00
Escazú	Valle Central	4.60	0.38	00:05:00
Desamparados	LD-03 (Río Azul)	4.46	0.37	00:05:00
Garita	LD-06 (Ciruelas)	3.60	0.30	00:05:00
Parrita	LD-01 (Jacó)	1.62	0.27	00:10:00
Ciudad Quesada	LD-02 (Florencia)	3.14	0.26	00:05:00
Tejar	LD-06 (Guayabal)	2.50	0.25	00:06:00
Guayabal	Santa Bárbara	2.30	0.23	00:06:00
Turrialba	LD-01 (Azul)	1.65	0.19	00:07:00
Cañas	LD-05 (Bebedero)	0.84	0.10	00:07:00
Cóbano	LD-03 (Esperanza)	1.10	0.09	00:05:00
Garita	LD-05 (Atenas)	1.03	0.09	00:05:00
Río Claro	LD-01 (Chacarita)	0.87	0.07	00:05:00
Palmar	LD-04 (Puerto Jiménez)	0.98	0.07	00:04:00
Poás	LD-02 (Tacares)	0.78	0.05	00:04:00
Naranjo	LD-03 (Rosario)	0.76	0.05	00:04:00
Papagayo	LD-03 (Liberia)	0.58	0.05	00:05:00
Río Macho	LD-04 (Cóncevas)	0.42	0.03	00:05:00
Naranjo	LD-10 (Barranca)	0.00	0.00	00:05:00
<b>Totales</b>		<b>50.17</b>	<b>4.59</b>	—

Se utiliza el Costo de Energía No Suministrada para Costa Rica del Bloque 1 (US\$ 508 por MWh). Tabla de la página 13 de la **Resolución CRIE-44-2023**.

## 8. GENERACIÓN DESCONECTADA

Elemento	Desconexión [hh:mm]	Normalización [hh:mm]	Potencia pre-falla [MW]	Causa
ST Chocosuela, PH Chocosuela II U2	13:47	13:52	5.57	Disparo de LD 34.5 kV Ciudad Quesada - Florencia por baja frecuencia
<b>Total</b>			<b>5.57</b>	—

## 9. CONSIDERACIONES FINALES

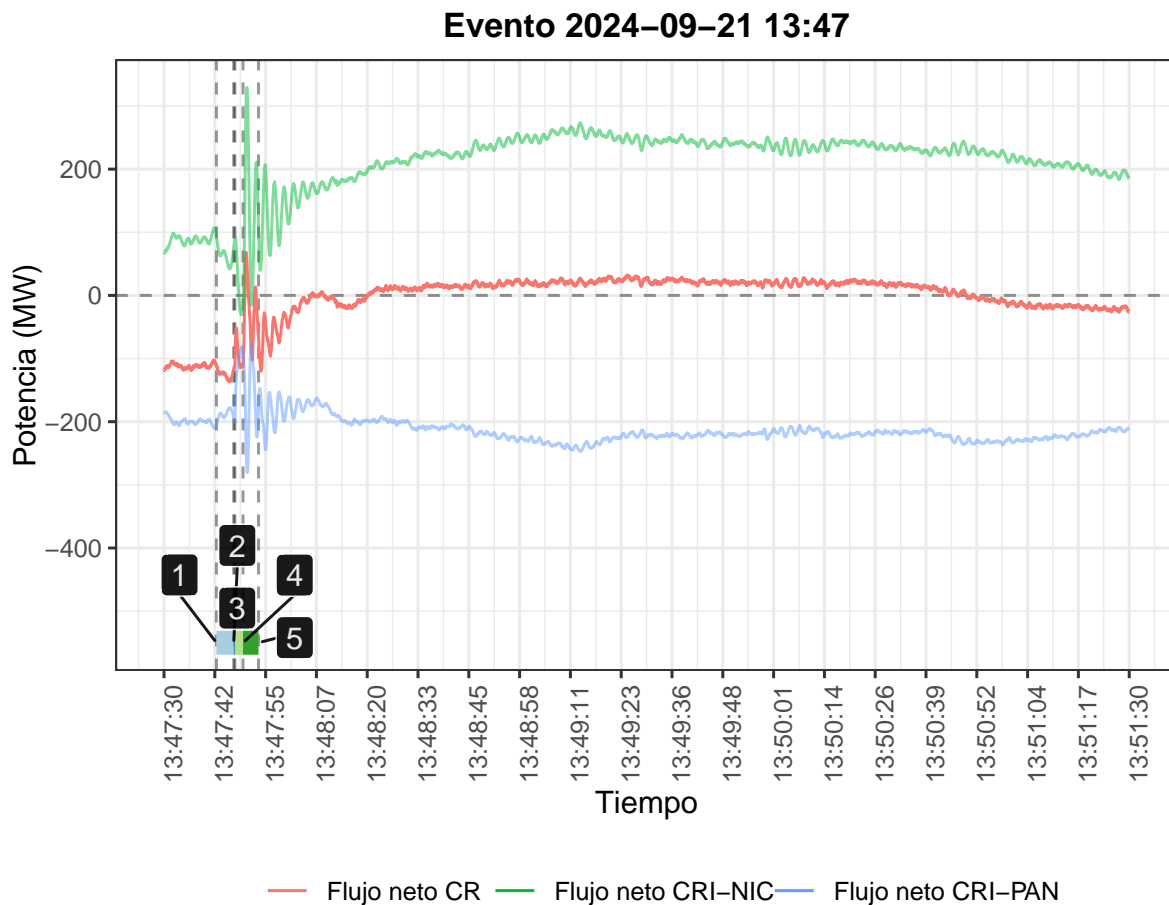
La operación del EDACBF fue correcta porque operaron las protecciones de todas las líneas de distribución que conforman la primera etapa del esquema. Además, es importante mencionar que la protección de baja frecuencia en la LD 34.5 kV Naranjo - Barranca operó como correspondía, pero no contaba con carga conectada al instante del evento.

Por otro lado, la LD 24.9 kV Ciudad Quesada - Florencia, contaba con generación conectada al instante del evento. Inclusive, inyectaba energía a la ST Ciudad Quesada. Esta generación se perdió al actuar la protección de baja frecuencia de la línea de distribución y por eso se contabilizó la carga neta en la evaluación del desempeño del EDACBF. Considerando esta condición, el desempeño del EDACBF no fue adecuado, ya que se incumple el Inciso b) Numeral 7.2.6.16 del Libro III del RMER al desconectar un 7% menos de lo programado.

Anteriormente se coordinó con el agente distribuidor que administra la LD 34.5 kV Ciudad Quesada - Florencia para evitar esta situación en eventos futuros, no obstante, a la fecha de envío de este informe, no se han realizado los cambios necesarios en el esquema.

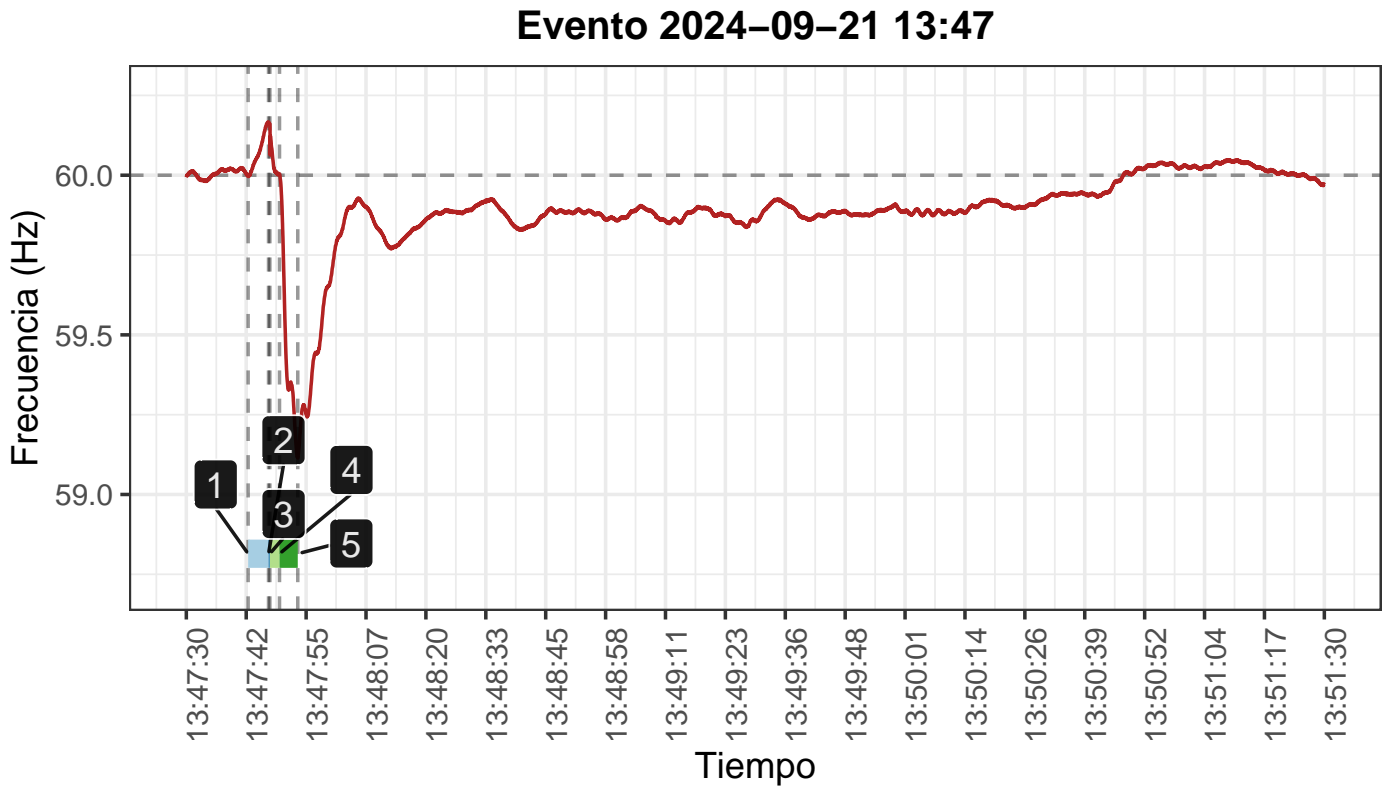
## 10. ANEXOS

**Figura 1: Flujos netos en las interconexiones**  
 Datos tomados de los PMU



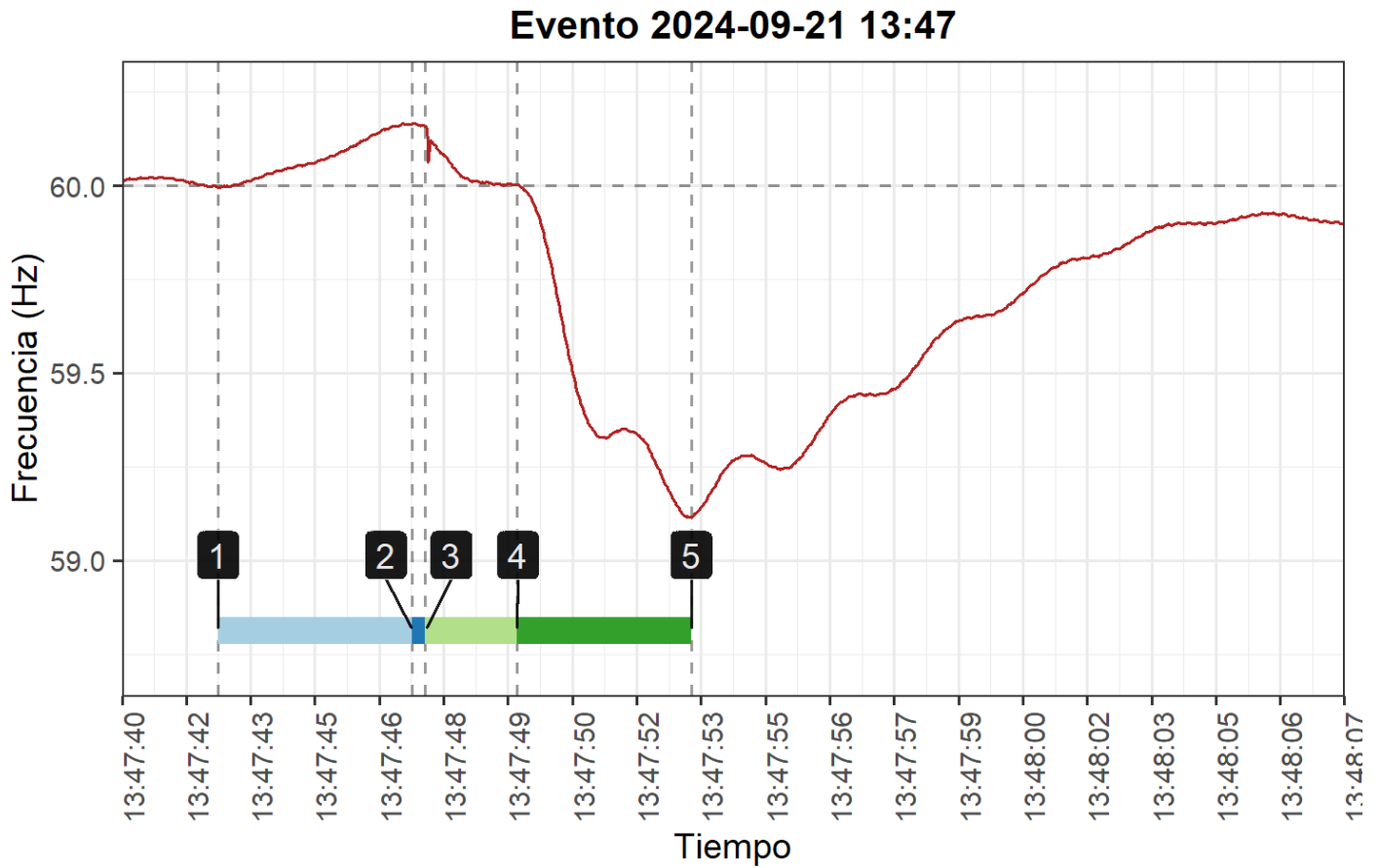
- |                                    |                             |
|------------------------------------|-----------------------------|
| <b>1</b> Inicio del evento         | <b>4</b> Desconexión de MEX |
| <b>2</b> Frecuencia máxima         | <b>5</b> Frecuencia mínima  |
| <b>3</b> Pérdida de generación PAN |                             |

**Figura 2: Frecuencia medida en ST Río Claro**  
 Datos tomados del PMU



- |                                    |                             |
|------------------------------------|-----------------------------|
| <b>1</b> Inicio del evento         | <b>4</b> Desconexión de MEX |
| <b>2</b> Frecuencia máxima         | <b>5</b> Frecuencia mínima  |
| <b>3</b> Pérdida de generación PAN |                             |

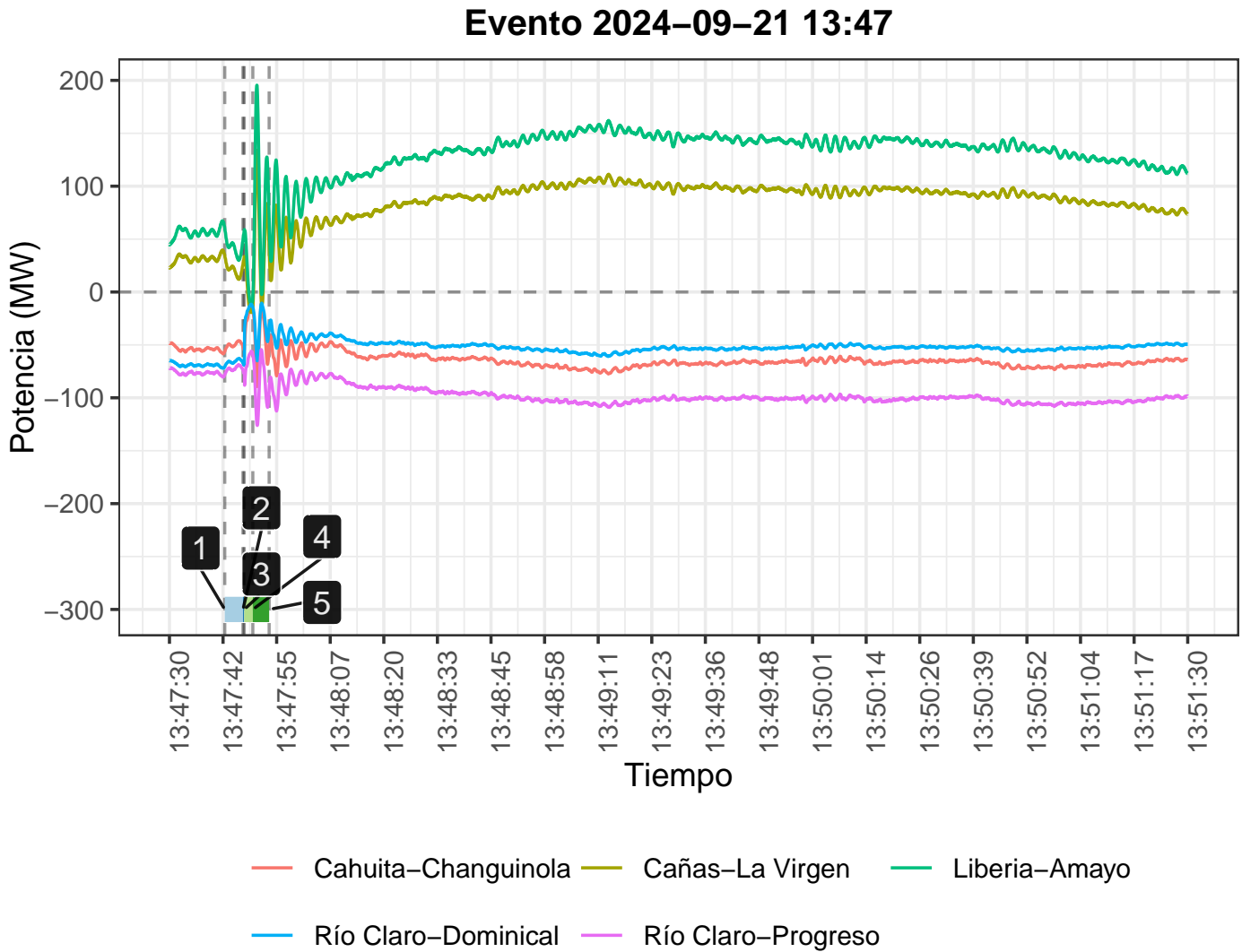
**Figura 3: Frecuencia medida en ST Río Claro (acercamiento)**  
 Datos tomados del PMU



- 1 Inicio del evento
- 4 Desconexión de MEX
- 2 Frecuencia máxima
- 5 Frecuencia mínima
- 3 Pérdida de generación PAN

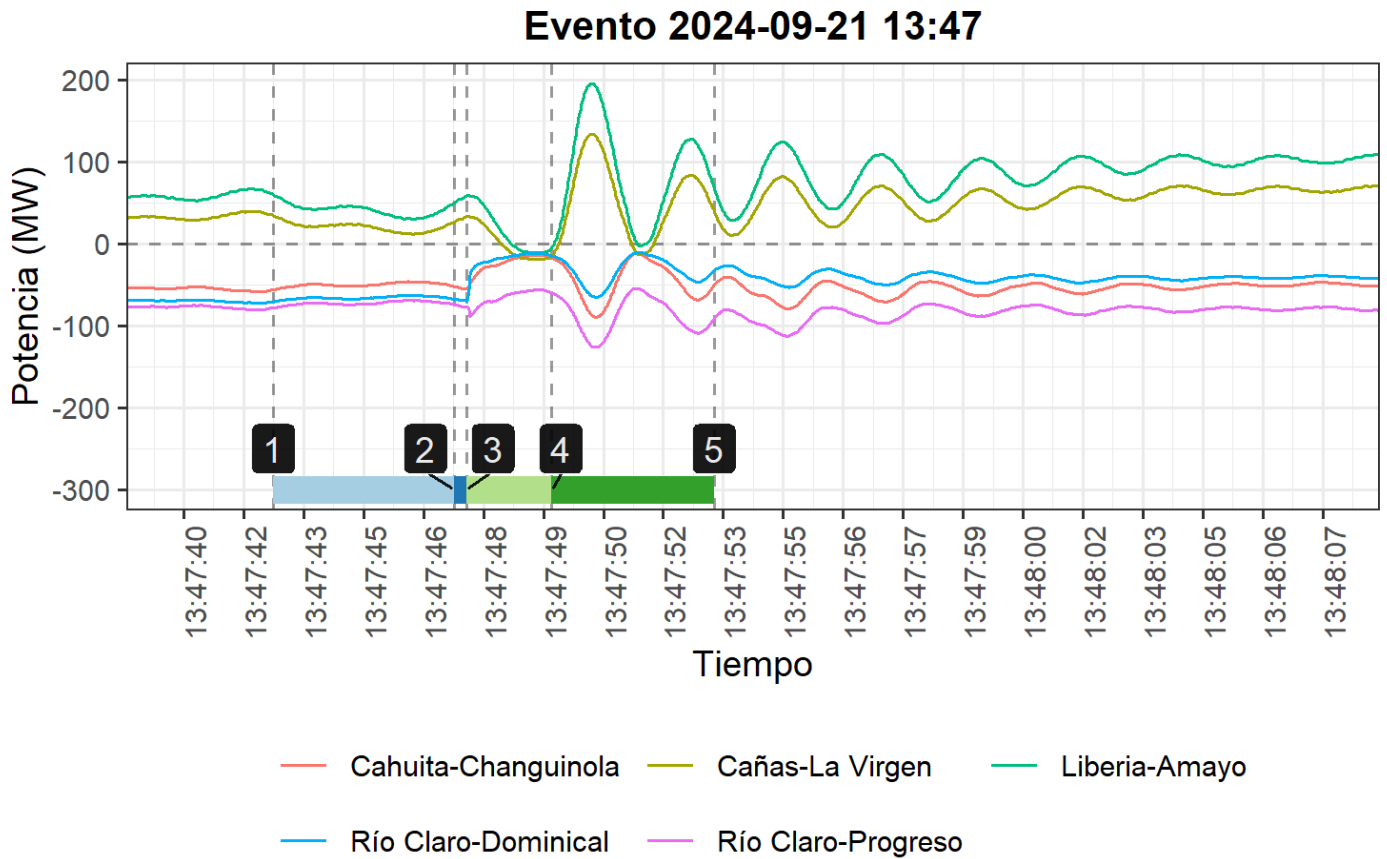


**Figura 4: Flujos en las interconexiones**  
 Datos tomados de los PMU



- 1** Inicio del evento
- 2** Frecuencia máxima
- 3** Pérdida de generación PAN
- 4** Desconexión de MEX
- 5** Frecuencia mínima

**Figura 5: Flujos en las interconexiones (acercamiento)**  
 Datos tomados del PMU



- |                                                                                                               |                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1</b> Inicio del evento</p> <p><b>2</b> Frecuencia máxima</p> <p><b>3</b> Pérdida de generación PAN</p> | <p><b>4</b> Desconexión de MEX</p> <p><b>5</b> Frecuencia mínima</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|

Figura 6: ACE crudo y filtrado  
Datos tomados del historiador

