COES SINAC

COMITE DE OPERCACION ECONOMICA DEL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL

EVENTO-045-2016

DESCONEXIÓN DE LA LÍNEA L-5036 (OCOÑA – SAN JOSÉ) DE 500 KV

del 23.08.2016 a las 23:02 h

INFORME DEL CT-AF DEL COES

(EV – 045 – 2016)

1. **EVENTO** : Desconexión de la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV.

2. **FECHA** : 23.08.2016

3. **HORA** : 23:02:52 h

4. **PROPIETARIO** : ABY TRANSMISIÓN SUR

5. **INFORMES** :

N°	EMPRESA	INFORME FINAL	FECHA DE ENTREGA
1	ABY TRANSMISIÓN SUR	ABY – IF/013 – 2016	25.08.2016
2	MINERA CERRO VERDE	CV-PT-029-2016	25.08.2016
3	SOUTHERN PERÚ	IF – SPCC – 020 – 2016	25.08.2016
4	MINERA LAS BAMBAS	IFP 031-2016	09.09.2016

6. DESCRIPCIÓN DEL EVENTO

A las 23:00:02 h, se produjo recierre monofásico exitoso en la fase "S" de la línea de transmisión L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV, debido a una falla originada por pérdida de aislamiento en la cadena de aisladores de la S.E. Ocoña, de acuerdo a lo informado por ABY Transmisión Sur, empresa titular de la línea de transmisión. Como consecuencia los usuarios libres Mineras Cerro Verde y Southern Perú redujeron su carga en 147,20 MW y 3,82 MW, respectivamente, por actuación de sus protecciones propias.

A las 23:02:52 h, se produjo la desconexión de la línea de transmisión L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV, debido una falla monofásica a tierra en la fase "T" originada por pérdida de aislamiento en la cadena de aisladores de la S.E. Ocoña, de acuerdo a lo informado por ABY Transmisión Sur, titular de línea de transmisión. Como consecuencia Minera Cerro Verde redujo su carga en 56,80 MW por la actuación de su protección DACA_3 y de 3,10 MW por la actuación de sus protecciones propias. Asimismo, el usuario libre Minera Las Bambas redujo su carga en 23,00 MW; por actuación de sus protecciones propias.

A las 23:18 h, el CC-ATS[1] declaró al CCO-COES[2] la disponibilidad de la línea de transmisión L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV, con lo cual el CCO-COES empezó las coordinaciones necesarias para la energización de la L-5036. A las 00:08:00 h del día 24.08.2016, se conectó la línea de transmisión L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV.

7. CONDICIÓN PREVIA AL EVENTO EN EL SEIN

[1] CC-ATS : Centro de control de ABY TRANSMISIÓN SUR
[2] CCO-COES : Centro de Coordinación de la Operación del COES

Las condiciones operativas del SEIN previas al evento fueron las siguientes:

7.7.1 Flujo de potencia por las principales líneas de transmisión de la zona:

N°	CÓDIGO	SUBESTACIONES		Potencia Activa (MW)	Potencia Reactiva (MVAr)
		DE	A		
1	L-5032	Chilca	Poroma	450,00	335,00
2	L-5034	Poroma	Ocoña	429,00	159,00
3	L-5036	Ocoña	San José	417,00	126,00
4	L-2051	Campo Armiño	Cotaruse	210,00	15,00
5	L-2052	Campo Armiño	Cotaruse	208,00	15,00
6	L-2053	Cotaruse	Socabaya	138,00	-79,00
7	L-2054	Cotaruse	Socabaya	138,00	-76,00

8. SECUENCIA DE EVENTOS

HORA	S. E.	DESCRIPCIÓN
23:00:02		Se produjo recierre monofásico exitoso en la fase "S" de la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV.
23:00:02	Cerro Verde	Se produjo reducción de carga de 147,20 MW por actuación de sus protecciones propias.
23:00:02	Southern Perú	Se produjo reducción de carga de 3,82 MW por actuación de sus protecciones propias.
23:02:52.000		**Se produjo falla monofásica en la fase "T" de la línea L-5036 (Ocoña – San José) 500 kV. En el extremo de Ocoña realizó recierre exitoso y en el extremo de San José realizó desconexión trifásica.**
23:02:52.057	San José	Desconexión trifásica de los interruptores de la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV por actuación de su protección diferencial de línea.
23:02:52.058	Ocoña	Desconexión monofásica de la fase "T" de la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV.
23:02.52.800	Ocoña	Recierre monofásico exitoso en la fase "T" de la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV. La línea L-5036 quedo energizada en vacío desde la S.E. Ocoña.
23:03	**CC-MCV[3]**	**Informó al CCO-COES que presentaron reducción de carga en las SS.EE. San Luis, San Carlos e Hidrometalúrgica. El CCO-COES coordinó con el CC-MCV para recuperar toda su carga reducida. Posteriormente, se corroboró que actuó el DACA_3 con una reducción de 56,80 MW y de sus protecciones propias con una reducción de 3,10 MW.**
23:03:32	Ocoña	Desenergización manual de la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV.
23:04	**CC-BAM[4]**	**Informó al CCO-COES que presentaron reducción de carga en la S.E. Las Bambas de 23,00 MW. El CCO-COES coordinó con el CC-BAM recuperar toda su carga reducida.**

[3] CC-MCV : Centro de control Minera Cerro Verde
[4] CC-BAM : Centro de control Minera las Bambas

HORA	S. E.	DESCRIPCIÓN
23:16	CC-ATS	Informó al CCO-COES la desconexión de la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV por una falla monofásica probablemente por descarga atmosférica.
23:18	**CC-ATS**	**Declaró al CCO-COES disponible la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV.**
23:21	CCO-COES	Coordinó con el CC-ATS bypasear los capacitores serie BCS 5382, BCS 5482 y BSC 5484 de las líneas L-5032 (Chilca CTM – Poroma), L-5034 (Poroma – Ocoña) y L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV, respectivamente. Esta maniobra fue un requisito para la puesta en servicio de la línea L-5036.
23:26	**CC-ATS**	**Energizó la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV desde la S.E. Ocoña.** Nota: Luego de la energización, se tuvo una diferencia de tensión de 12 kV, la tensión de llegada en la línea L-5036 era 513 kV y en la barra de San José era 525 kV. Asimismo, la diferencia angular en el extremo de San José fue de 35 grados, mayor a la condición de 30 grados que se requiere para la conexión de la línea.
23:34	**CC-SOU[5]**	**Informó al CCO-COES que presentaron reducción de carga en sus instalaciones. Asimismo, el CCO-COES coordinó con el CC-SOU recuperar toda su carga reducida.**
23:52	CCO-COES	Coordinó con el CC-ATS regular la tensión de 500 kV, a través de los taps del autotransformador de la S.E. Poroma.
23:54	CCO-COES	Coordinó con el CC-ATS regular la tensión de 500 kV, a través de los taps del autotransformador de la S.E. Montalvo.
23:56	CCO-COES	Coordinó con el CC-MCV regular la tensión de 500 kV, a través de los taps del autotransformador de la S.E. San José.
23:57	CCO-COES	Se comunicó con el CC-EGA[6] para subir de 100 MW a máxima generación en la C.H. Charcani V.
23:59	CCO-COES	Solicitó al CC-MCV cuales eran las condiciones de diferencia angular y tensión en el extremo de San José. El CC-MCV informó al CCO-COES que tenia una diferencia de 28 grados y 6 kV.
00:01 **24.09.2016**	CC-MCV	Informó al CCO-COES que tenia 25 grados de diferencia angular en el extremo de San José.
00:03	CCO-COES	Solicitó al CC-MCV bypasear el capacitor serie BSC 5982 de la línea L-5037 (San José – Montalvo) de 500 kV en la S.E. San José.
00:04	CC-MCV	Informó al CCO-COES que tenia 29 grados de diferencia angular en el extremo de San José.
00:04	CCO-COES	Se comunicó con el CC-SGB[7] para subir su generación de 40 MW a 100 MW en la C.H. San Gabán II.
00:07	CC-MCV	Informó al CCO-COES que tenia 23 grados de diferencia angular en el extremo de San José.
00:08	**CCO-COES**	**Se conectó la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV, en la S.E. San José.**
00:09	**CCO-COES**	**Coordinó con el CC-MCV recuperar toda su carga reducida.**

[5] CC-SOU : Centro de control Southern Perú Cooper Corporation
[6] CC-EGA : Centro de control EGASA
[7] CC-SGB : Centro de control San Gabán

HORA	S. E.	DESCRIPCIÓN
00:09	CCO-COES	Se comunicó con el CC-EGA para bajar a 90 MW la generación en la C.H. Charcani V.
00:12	CC-MCV	Informó que esta en servicio el capacitor serie BSC 5982 de la línea L-5037 (San José – Montalvo) de 500 kV en la S.E. San José.

9. SEÑALIZACIÓN DE LAS PROTECCIONES

Subestación	Equipo	Código	Señalización	Interruptor	A/C
Ocoña	L-5036	RED670 ABB	Protección diferencial de línea (87L)	INT-5451 INT-5461	C C
San José	L-5036	RED670 ABB	Protección diferencial de línea (87L)	INT-5951 INT-5961	A A

A/C: Abierto/Cerrado

10. CONTADOR DE INTERRUPTORES

Subestación	Celda	Código	Antes			Después		
			R	S	T	R	S	T
Ocoña	L-5036	INT-5451	324	322	308	324	323	309
		INT-5461	239	257	246	239	258	247
San José	L-5036	INT-5951	-	-	-	-	-	-
		INT-5961	-	-	-	-	-	-

11. CONTADOR DE PARARRAYOS

Subestación	Celda	Código	Antes			Después		
			R	S	T	R	S	T
Ocoña	L-5036	PRL-5662	11	12	12	11	12	12
San José	L-5036	PRL-5651	-	-	-	-	-	-

12. ANÁLISIS DEL EVENTO

Antecedentes:

12.1 A las 23:00:02 h del 23.08.2016, se presentó un recierre monofásico exitoso en la fase "S" de la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV, debido a una falla. De acuerdo con lo informado por la empresa ABY Transmisión Sur, titular de la línea, la falla se produjo por pérdida de aislamiento en la cadena de aisladores en la S.E. Ocoña.

A partir de los diagramas de impedancia (X/R) de los registros oscilográficos (ver Figura 1), se verificó que la componente resistiva de la impedancia de falla es más predominante que la componente reactiva, por lo que, se confirmó que la falla fue por la pérdida de aislamiento en la cadena de aisladores de la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV.

Como consecuencia del recierre monofásico exitoso en la fase "S" de la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV, los usuarios libres Mineras Cerro Verde y

Southern Perú redujeron su carga en 147,20 MW y 3,82 MW, respectivamente, por actuación de sus protecciones propias.

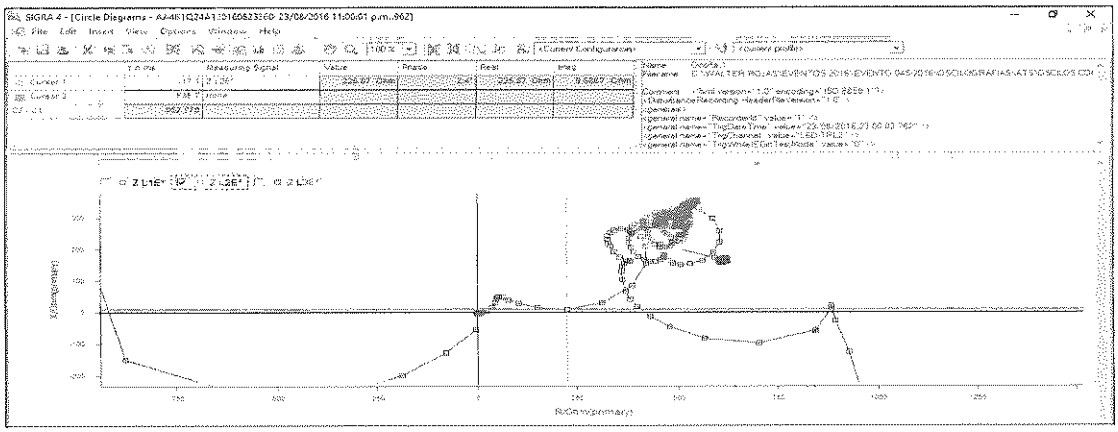

Figura 1. Diagrama X/R de la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV en la S.E. Ocoña – 23:00 h (Fuente: ABY Transmisión Sur)

Análisis del Evento:

12.2 A las 23:02:52 h, luego de 2,83 minutos de ocurrido el recierre monofásico exitoso en la fase "S" (23:00:02 h), y dentro del tiempo de recuperación (*Reclaim time*) de los interruptores de la línea L-5036, se produjo nuevamente una falla monofásica en la fase "T", la cual originó la desconexión trifásica definitiva de la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV. La razón porque se realizó la desconexión de la línea L-5036, se debe a que el tiempo de reclamo de los interruptores[8] está ajustado a 3 minutos, y el tiempo entre la primera y segunda falla del presente evento fue menor a 3 minutos (2,83 minutos). De acuerdo a lo informado por ABY Transmisión Sur (ABY Transmisión Sur), titular de línea, la falla se produjo por la pérdida de aislamiento en la cadena de aisladores en la S.E. Ocoña (Ver Figura 2).

Al respecto, ABY Transmisión Sur informó que el día 25.08.2016 se realizó la limpieza de aislamiento en patio de llaves en la S.E. Ocoña.

[8] **Tiempo de Reclamo**: Tiempo que la línea de transmisión puede hacer un segundo recierre monofásico. Mayormente este ajustado a 3 minutos. Si se presenta una segunda falla monofásica antes de los 3 minutos, se realizará la desconexión definitiva de la línea de transmisión.

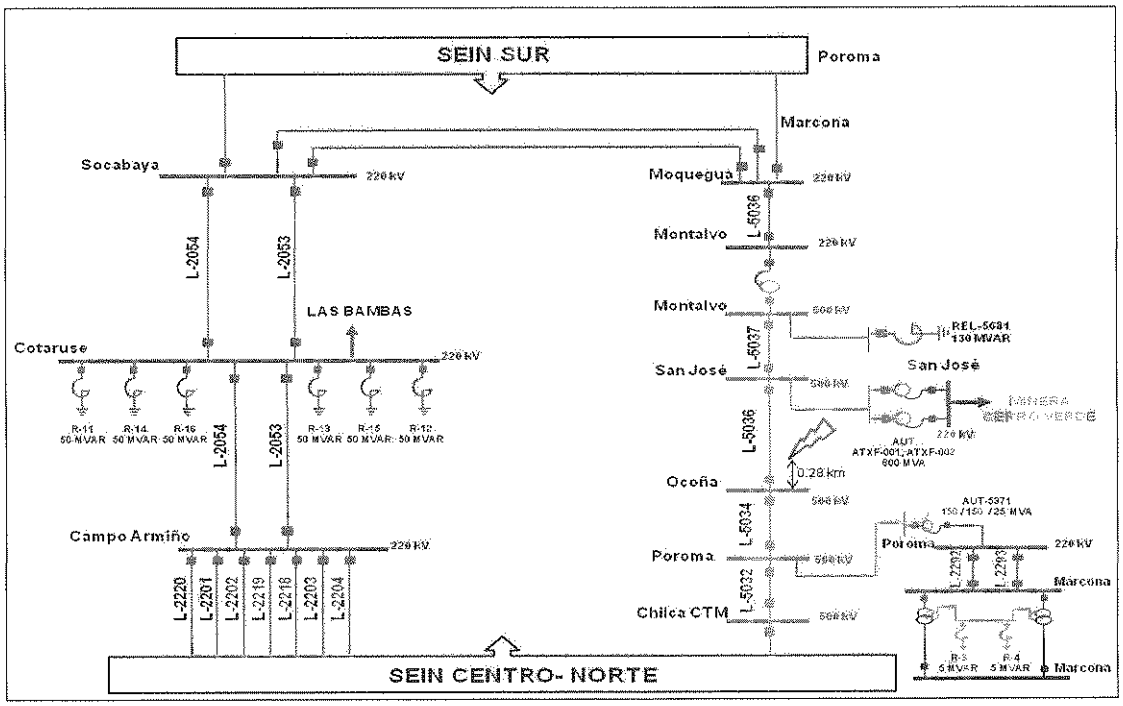

Figura 2. Diagrama unifilar simplificado de la zona de influencia

12.3 En la S.E. San José (ver Figura 3), despues de 57 ms de iniciada la falla, se produjo la desconexión trifásica de la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV, por la activación de la función diferencial de la línea (87L) de su relé de protección RED670.

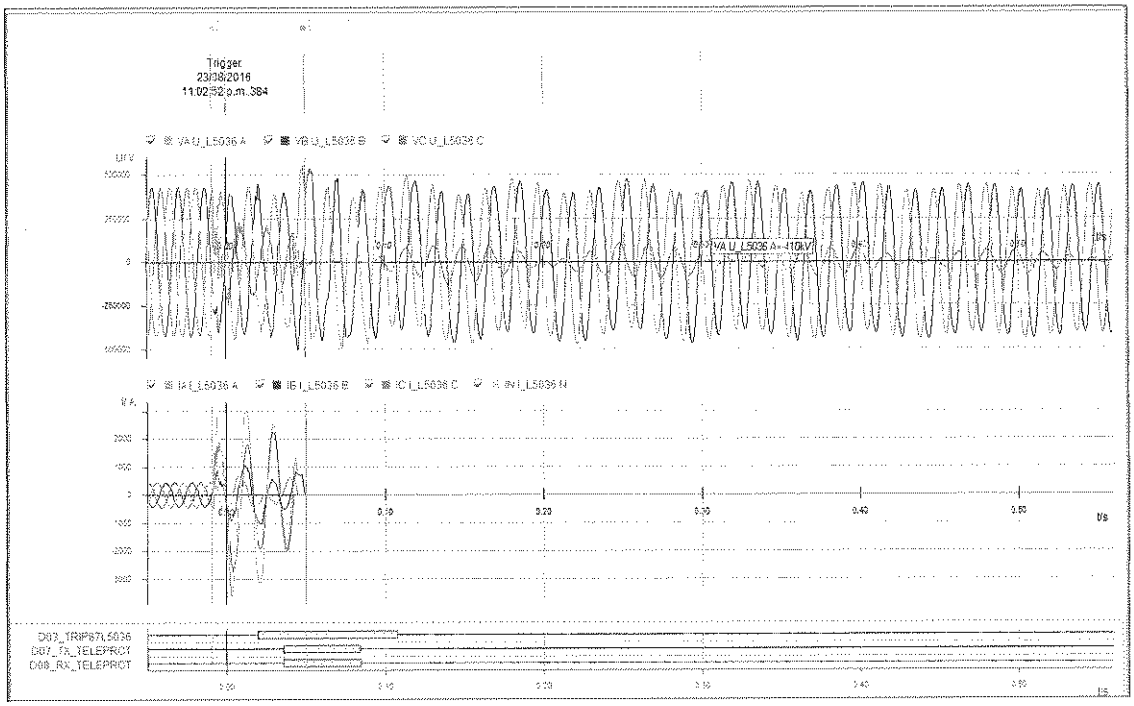

Figura 3. Registro oscilográfico del relé RED670 de la línea L-5036 en la S.E. San José (Fuente: Minera Cerro Verde).

12.4 En la S.E. Ocoña, (ver Figura 4) despues de 58 ms de iniciada la falla, se produjo la desconexión monofásica de la fase "T" de la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV, por la activación de la función diferencial de la línea (87L) de su relé de protección RED670. Despues de 800 ms de iniciada la falla, se produjo el recierre monofásico exitoso.

Al respecto, ABY Transmisión Sur informó al COES que el día del evento, el ajuste del tiempo de recuperación (*Reclaim time*) en la S.E. Ocoña estuvo ajustado a 1 minutos; mientras, el ajuste en la S.E. San José esta ajustado a 3 minutos. El 24.08.2016, ABY Transmisión Sur modificó el ajuste del tiempo de recuperación en la S.E. Ocoña de 1 minuto a 3 minutos.

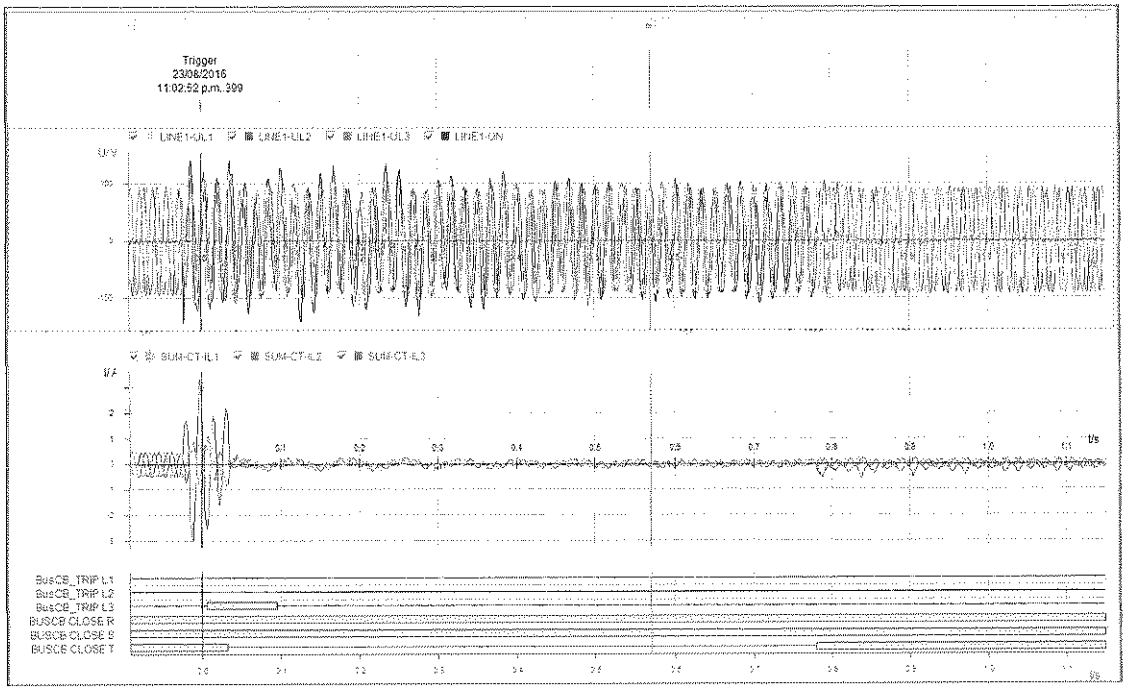

Figura 4. Registro oscilográfico del relé RED670 de la línea L-5036 en la S.E. Ocoña (Fuente: ABY Transmisión Sur).

12.5 Como consecuencia de la falla en la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV, los usuarios libres Minera Cerro Verde redujo su carga en 56,80 MW por la activación de la lógica 3 del esquema de "*Disparo Automático de Carga por Diferencia Angular*" (DACA) y de 3,10 MW por la actuación de sus protecciones propias. Asimismo, el usuario libre Minera Las Bambas redujo su carga en 23,00 MW; por actuación de sus protecciones propias.

<u>Actuación del esquema de Disparo Automático de Carga por Diferencia Angular (DACA).</u>

12.6 A partir, de la desconexión de la línea L-5036 (Poroma – Ocoña) de 500 kV se produjo la activación de la lógica 3 del esquema de "Disparo Automático de Carga por Diferencia Angular" (ver Figura 5), debido a que se cumplieron las siguientes condiciones:

- Condición 1: Diferencia angular de tensión Ocoña – San José 500 kV > 50° (ver Figura 6).

- Condición 2: Diferencia angular de tensión Chilca - Montalvo 500 kV > 50° (ver Figura 7).

Es importante mencionar que esta lógica 3 se activa cuando los flujos en las subestaciones de Poroma y Ocoña son superiores a 300,00 MW. Para el presente evento, el flujo por la línea L-5036 era de 417,00 MW, con lo cual se verificó que se cumplió con la condición establecida.

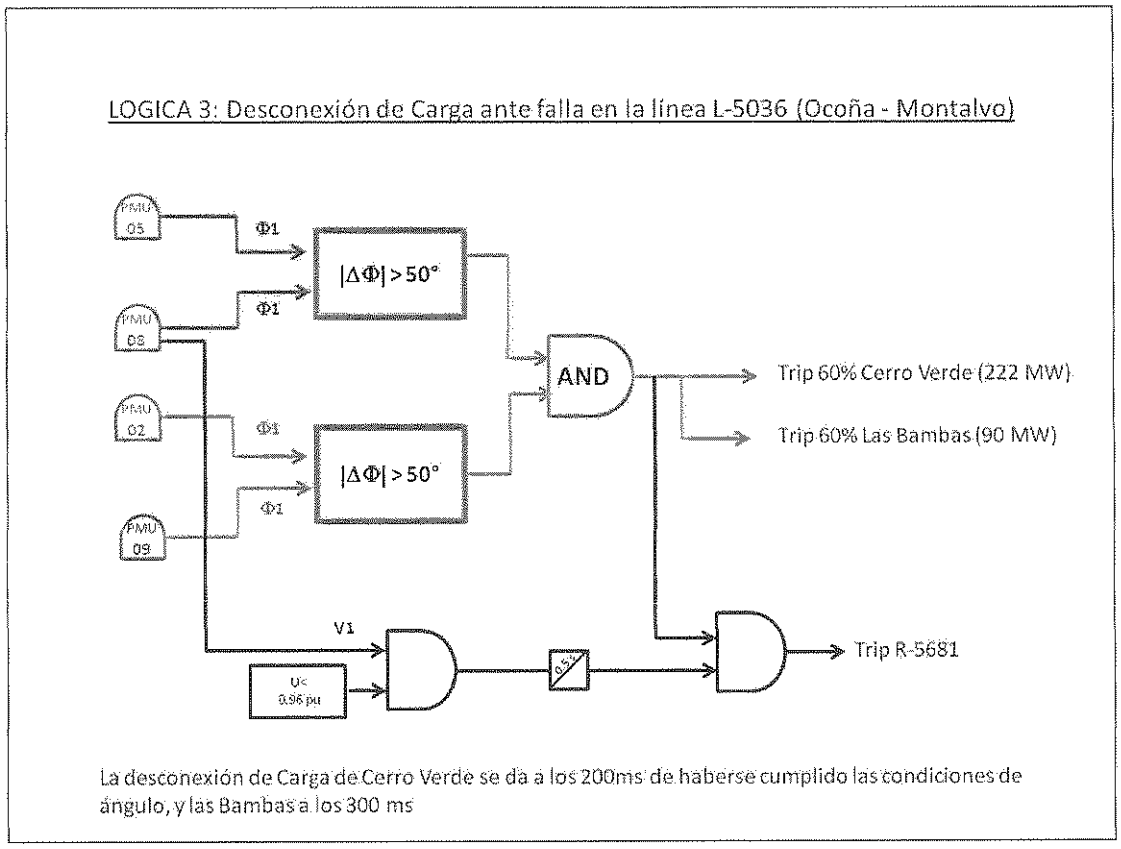

Figura 5. Lógica 3 del esquema de Disparo Automaticó de Carga por Diferencia Angular.

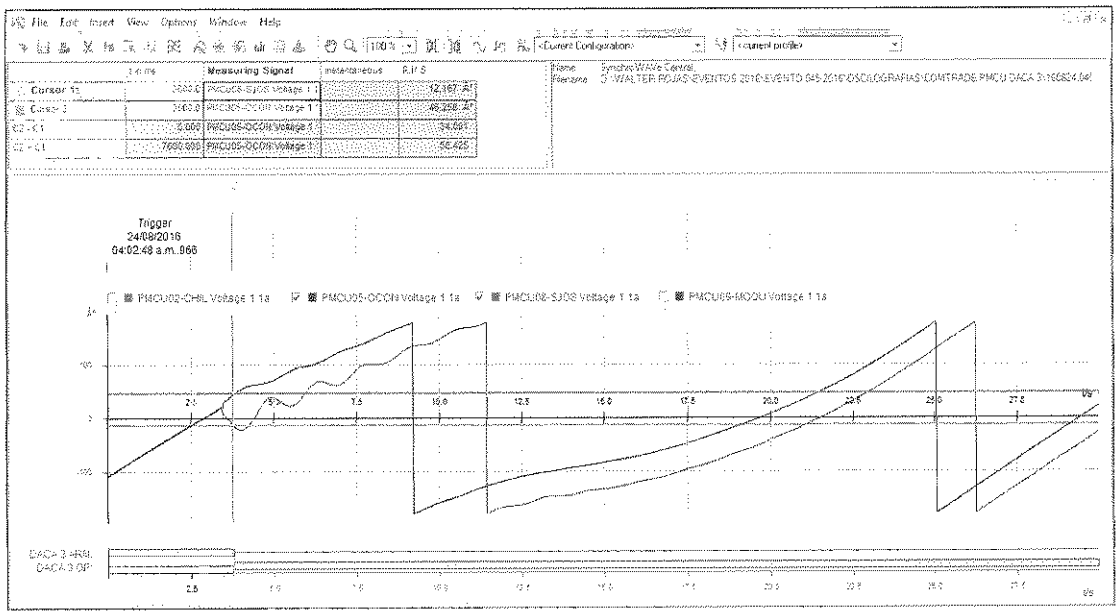

Figura 6. Oscilografía de la Diferencia Angular entre las SS.EE. Ocoña y San José (Fuente: Cerro Verde).

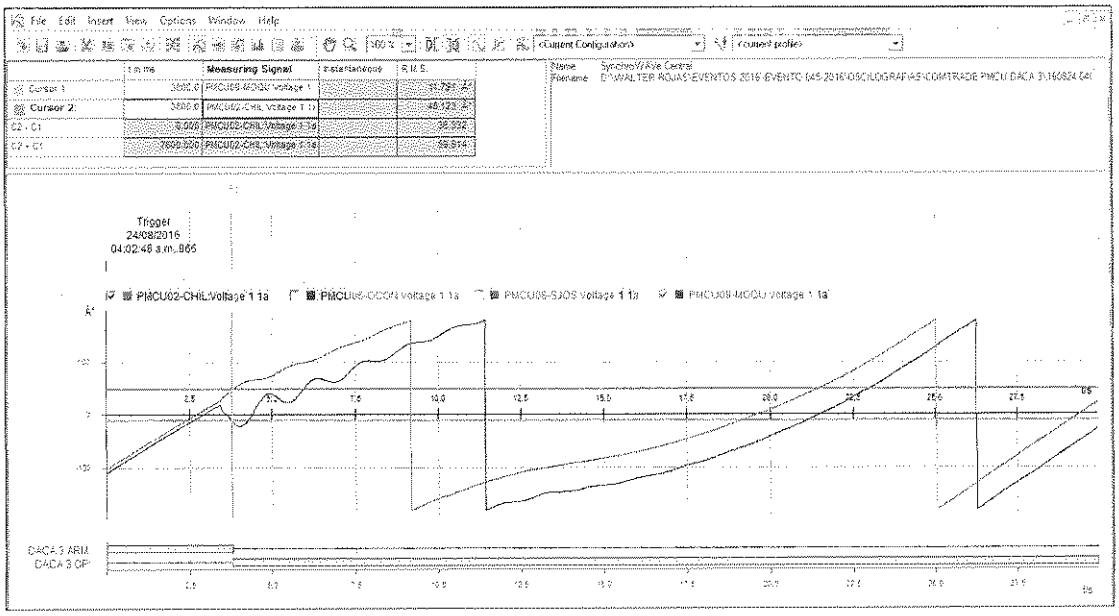

Figura 7. Oscilografía de la Diferencia Angular entre las SS.EE. Chilca y Montalvo (Fuente: Cerro Verde).

12.7 Respecto, a la Condición 3 de la lógica del DACA 3, "*Tensión Montalvo 500 kV < 0,96 p.u, Tiempo > 0.5 s*", la cual, no se cumplio en el presente evento porque la tensión de fase mínima registrada durante la falla fue de 289,23 kV (0.962 p.u.) (ver Figura 8).

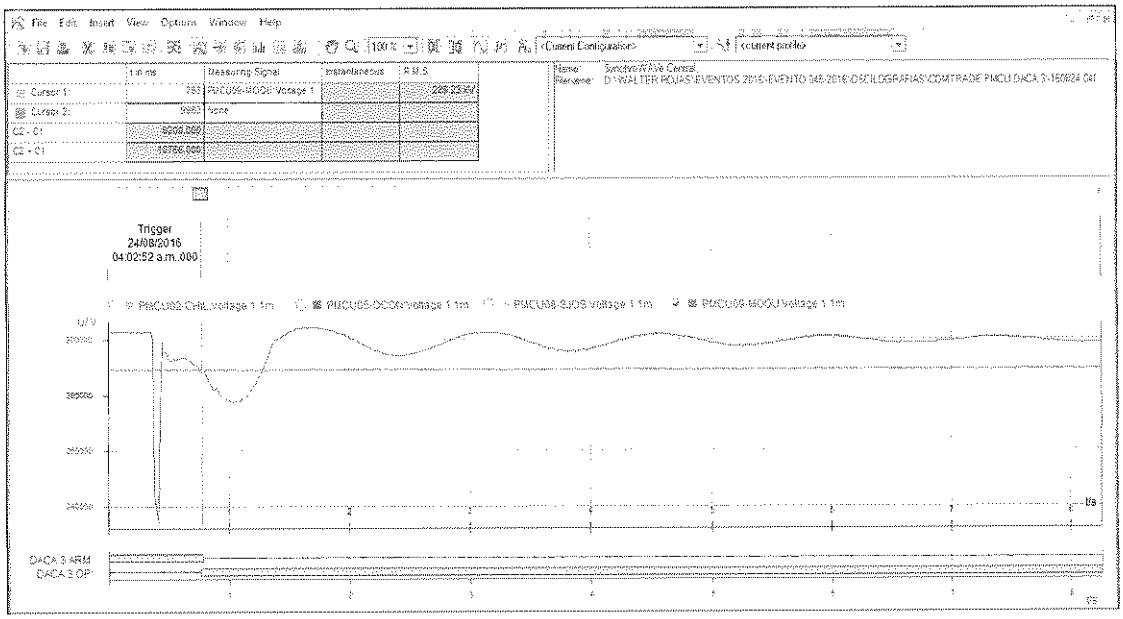

Figura 8. Tensión de fase secuencia positiva de la S.E. Montalvo 500 kV (Fuente: Cerro Verde).

12.8 En la Figura 9, las diferencias angulares entre las SS.EE. Chilca y Montalvo y las SS.EE. Ocoña y San José, superaron los 50°, debido a la dinámica del sistema. Por

lo cual, al cumplirse las condiciones 1 y 2 para la activación de la lógica 3 del DACA, a los 200 ms, se produjo la correcta actuación de esta lógica.

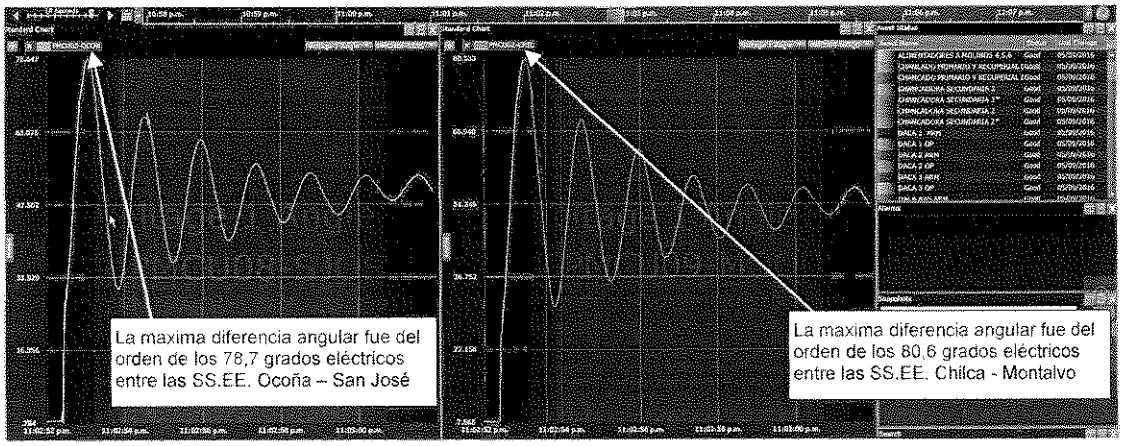

Figura 9. Cálculo de la diferencia angular durante el evento entre las subestaciones Chilca – Montalvo y Ocoña – San José (Fuente: Cerro Verde)

12.9 Asimismo, sobre la activación de la lógica 3 del DACA, en las subestaciones de San Luis y San Carlos, donde se produjo la interrupción de 24,60 MW y 32,20 MW, respectivamente, es necesario mencionar lo siguiente:

- En la S.E. San Luis, corresponde a los circuitos de alimentación 4, 5 y 6, y relaves (ver Figura 10).
- En la S.E. San Carlos, corresponde a los circuitos HPGR# 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8. A modo de ejemplo, en la Figura 11, se muestra el comporamiento de la carga del circuito HPGR#6.

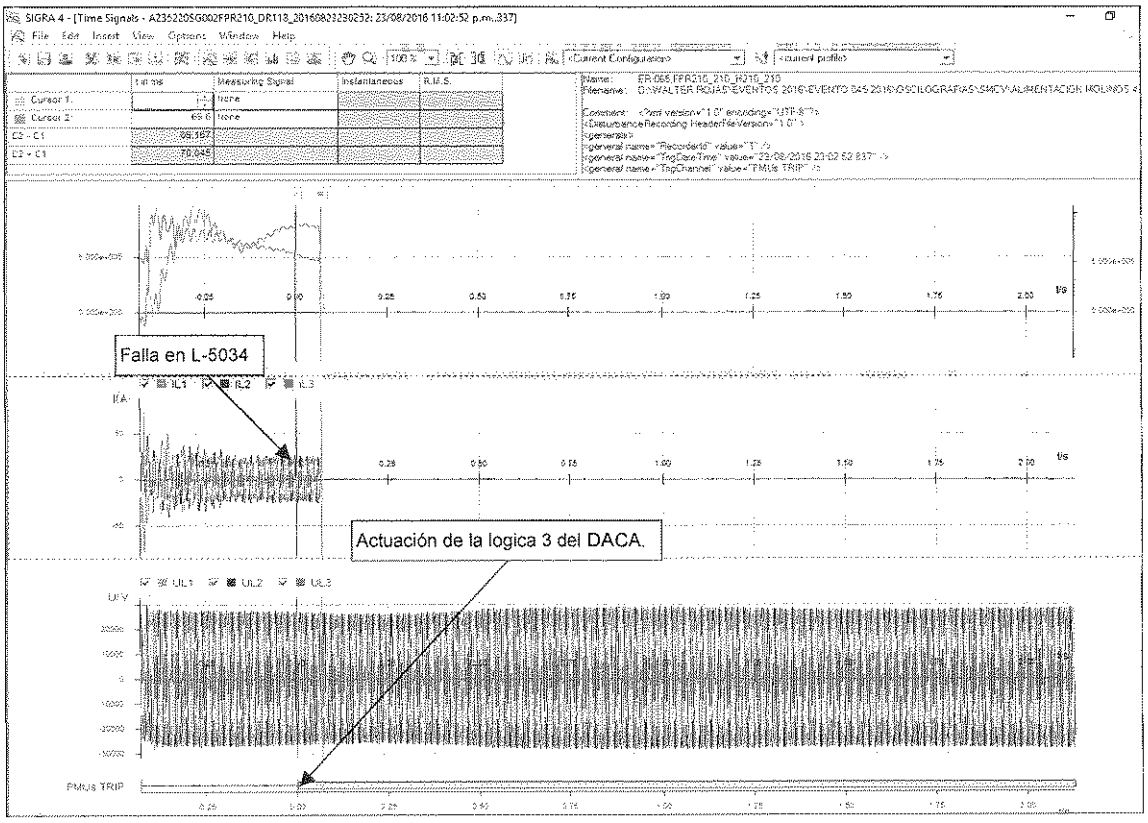

Figura 10. Oscilografia comportamiento de alimentación 4, 5 y 6 – S.E. San Luis. (Fuente: Cerro Verde)

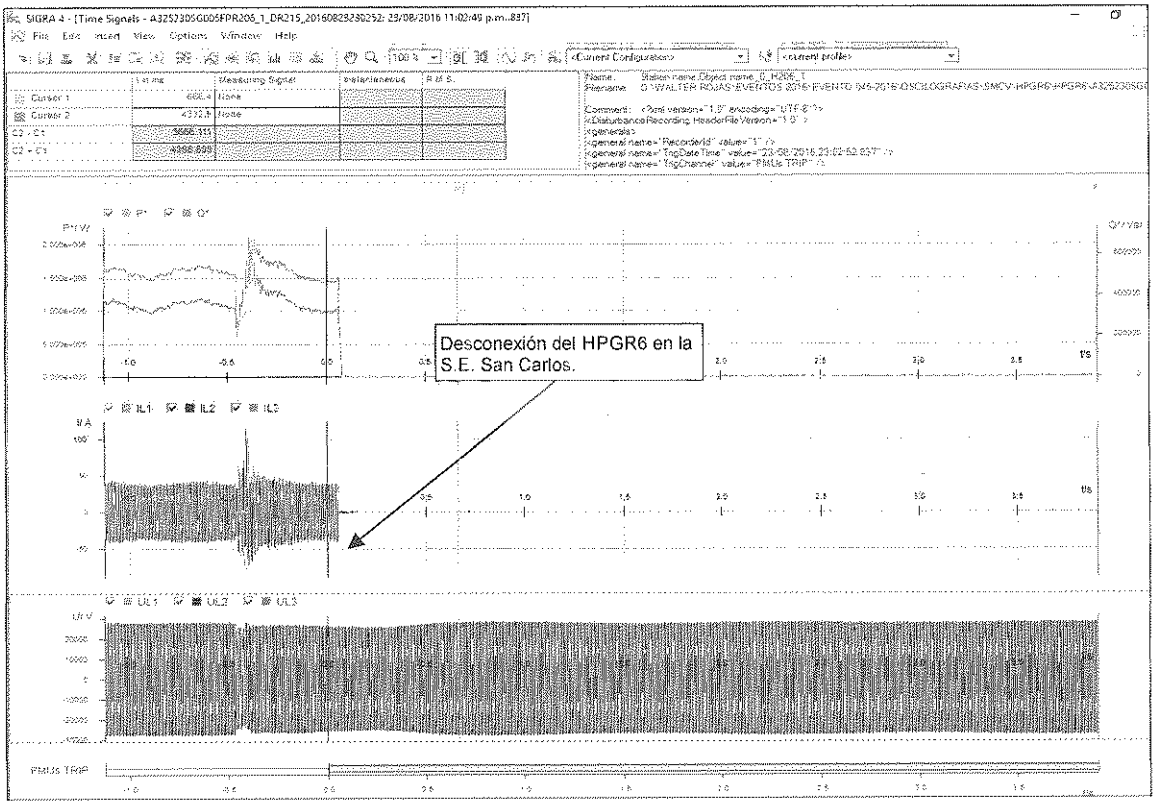

Figura 11. Oscilografia comportamiento del HPRG6 – S.E. San San Carlos. (Fuente: Cerro Verde)

12.10 Producto de la pérdida de carga en las SS.EE. San Luis y San Carlos, se desconectaron los filtros de armónicos de la S.E. San Luis con 130 MVAr, por sobrevoltaje originado por la activación del paso de la segunda armónica después de 250 ms (ver Figura 12).

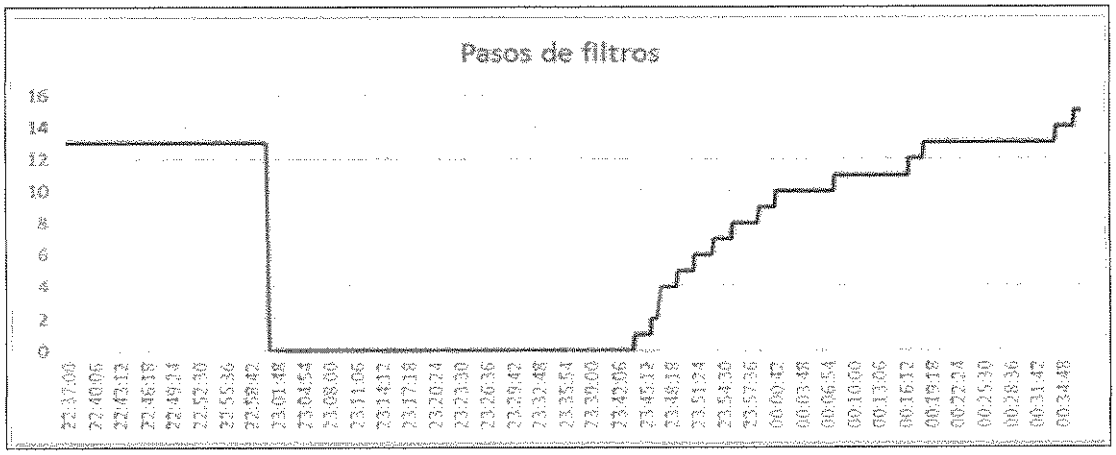

Figura 12. Tendencia de desconexión de filtros de armónicos de la S.E. San Luis (Fuente: Cerro Verde)

Restablecimiento.

12.11 A las 23:18 h, el CC-ATS declaró al CCO-COES disponible la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV.

12.12 A las 23:04 h y 23:34 h, Las Mineras Las Bambas y Southern Perú informaron al CCO-COES, respectivamente, sobre su reducción de carga. Inmediatamente, el CCO-COES coordinó la recuperación de dichas cargas.

12.13 A las 23:26 h, se energizó la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV, desde el lado de Ocoña.

12.14 A las 00:08 h del 24.08.2016, se conectó la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV en el extremo de San José. La demora en la conexión se debió a la diferencia angular que se tuvo de 35 grados, el cual se tuvo que disminuir hasta 30 grados, a través del incremento de generación en el área Sur del SEIN.

12.15 A las 00:09 h, el CCO-COES coordinó con la Minera Cerro Verde recuperar el total de su carga interrumpida.

13. CONSECUENCIAS

12.1 **En la calidad del producto:** No se produjeron transgresiones a la calidad del producto.

12.2 **En la calidad del suministro:**

12.2.1 Las interrupciones de suministros debido a la activación del DACA 3, por desconexión de la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV, fueron:

Suministro	S.E. Alimentación	Sala Eléctrica	Carga	Potencia (MW)	Inicio (hh:mm)	Final (hh:mm)	Duración (min)
Minera Cerro	San Luis	ER-065	Relaves CB-215	15,60	23:03	23:35	32,00

Suministro	S.E. Alimentación	Sala Eléctrica	Carga	Potencia (MW)	Inicio (hh:mm)	Final (hh:mm)	Duración (min)
Verde		ER-065	Alimentadores Molinos 4, 5 y 6 CB-109	4,60	23:03	23:36	33,00
		ER-065	Alimentadores Molinos 4, 5 y 6 CB-106	4,40	23:03	23:26	23,00
	San Carlos	ER-011	HPGR 2	4,82	23:03	23:52	49,00
		ER-011	HPGR 4	5,28	23:03	23:59	56,00
		ER-011	HPGR 5	5,70	23:03	00:14	71,00
		ER-011	HPGR 6	5,20	23:03	00:18	75,00
		ER-011	HPGR 7	5,40	23:03	00:04	61,00
		ER-011	HPGR 8	5,80	23:03	23:08	65,00
Total				**56,80**			

12.2.2 Las reducciones de carga, por actuaciones propias, debido a la falla en la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV, ocurridas a las 23:00 h, fueron:

Suministro	S.E.	De (MW)	A (MW)	Reducción (MW)	Inicio (hh:mm)	Final (hh:mm)	Duración (min)
Minera Cerro Verde	San Luis	171,80	24,60	147,20	23:00	00:10	67,00
Minera Southern Perú	Toquepala - Concentradora	43,30	39,48	3,82	23:00	23:11	11,00
Total				**151,02**			

12.2.3 Las reducciones de carga, por actuaciones propias, debido a la falla en la línea L-5036 (Ocoña – San José) de 500 kV, ocurridas a las 23:02 h, fueron:

Suministro	S.E.	De (MW)	A (MW)	Reducción (MW)	Inicio (hh:mm)	Final (hh:mm)	Duración (min)
Minera Cerro Verde	Hidrometalúrgica	60,72	57,62	3,10	23:03	23:28	25,00
Minera las Bambas	Las Bambas	137,00	114,00	23,00	23:02	23:17	15,00
Total				**26,10**			

14. RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES

Ninguna.