COES

Comité de Operación Económica
del Sistema Interconectado Nacional

Lima, 10 de enero de 2019

COES/D/DO-024-2019

Ingeniero
José Carlos Velarde Sacio
Gerente General
OSINERGMIN
Presente. -

Asunto : **ADJUNTA INFORME TÉCNICO**

De mi consideración:

De conformidad con lo establecido en el numeral 3.5 de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE), aprobada por Decreto Supremo N° 020-97-EM, cumplimos con remitir a usted el siguiente informe técnico relacionado a transgresiones a la calidad del producto y suministro:

Informe N° COES/D/DO/SEV/IT-092-2018 del 09.01.2019, respecto al evento EV-092-2018, Desconexión de la barra de 60 kV de la S.E. Pucallpa, ocurrido el 30.11.2018 a las 15:08:21 h.

La asignación de las correspondientes responsabilidades, de conformidad con la función asignada al COES en el literal (i) del artículo 14º de la Ley 28832, ha sido efectuada mediante la comunicación COES/D/DO-023-2019, cuya copia le ha sido remitida.

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para saludarlo.

Atentamente,

ING. WILFREDO SIFUENTES ROSALES
DIRECTOR DE OPERACIONES (E)
COES

Adj.: Lo indicado.
C.c.: IEP
MINEM-DGE, D, DP, SEV, SCO, SPR, DJR, SNP, STR.

COES	**INFORME TÉCNICO** **COES/D/DO/SEV/IT-092-2018**	**SUB DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN** **FECHA: 09 ENERO DE 2019**

EVENTO : Desconexión de la barra de 60 kV de la S.E. Pucallpa

FECHA : 30.11.2018

HORA : 15:08:21 h

1. DESCRIPCIÓN DEL EVENTO

Abrió el interruptor IN-4308 del lado de 60 kV del transformador T111-161 de 138/60/10 kV y 55 MVA de la S.E. Pucallpa, por actuación de su protección de sobrecorriente de tiempo definido, al momento de energizar el transformador TR35-163 de 60/22.9 kV y 60 MVA de la C.T.R.F. de Pucallpa. Como consecuencia, la barra de 60 kV de la S.E. Pucallpa ISA quedó fuera de servicio y con ello, se interrumpió el suministro de las subestaciones Parque Industrial, Yarinacocha y Pucallpa EUC con un total de 49,40 MW.

A las 15:16 h se energizó la barra de 60 kV de la S.E. Pucallpa ISA. A las 15:18 h, 15:19 h y 15:20 h, se conectaron las líneas L-6475 (Pucallpa ISA – Pucallpa EUC), L-6476 (Pucallpa ISA – Pucallpa EUC) y L-6473 (Pucallpa EUC – Yarinacocha) de 60 kV, respectivamente, iniciándose la normalización de los suministros interrumpidos.

2. CONDICIONES DEL SISTEMA PREVIO AL EVENTO

2.1 Centros de generación involucrados:

N°	Central	Unidad	Generación	
			MW	MVAr
1	C.T. Aguaytía	TG1	F/S	F/S
		TG2	F/S	F/S
2	C.T.R.F. de Pucallpa	Central	F/S	F/S

F/S: Fuera de servicio por operación.

SUB DIRECTOR DE EVALUACIÓN (e) V°B° ING. EDUARDO ENRIQUEZ COES

2.2 Flujo de potencia por las líneas de transmisión:

N°	Código	Subestaciones		Potencia Activa (MW)	Potencia Reactiva (MVAr)
		De	A		
1	L-1125	Pucallpa ISA	Aguaytía	-51,52 (*)	2,23 (*)

(*): Datos del SCADA-COES.

2.3 Flujo de potencia por los principales transformadores:

N°	Código	S.E.	Nivel de Tensión (kV)	Potencia Activa (MW)	Potencia Reactiva (MVAr)
1	TR35-163	C.T.R.F. Pucallpa	60	F/S (*)	F/S (*)
2	T111-161	Pucallpa ISA	60	-51,10	7,59
3	T39-161		138	F/S (**)	F/S (**)

(*) F/S: Fuera de servicio de acuerdo al programa de operación del SEIN

(**) F/S: Fuera de servicio por mantenimiento programado

3. SECUENCIA CRONOLÓGICA DE EVENTOS

Hora	S.E. / C.C.	Descripción
15:08:20.076	**C.T.R.F. de Pucallpa**	**Se energizó el transformador TR35-163 de 60/22.9 kV y 60 MVA.**
15:08:21.961	**Pucallpa ISA**	**Desconexión trifásica definitiva del interruptor IN-4308 del lado de 60 kV del transformador T111-161 de 138/60/10 kV y 55 MVA de la S.E. Pucallpa. Como consecuencia, la barra de 60 kV de la S.E. Pucallpa quedo fuera de servicio.**
15:09	CC-ISA[1]	Informó al CCO-COES[2] que la barra de 60 kV de la S.E. Pucallpa ISA se encuentra fuera de servicio.
15:10	CC-ISA	Declaró al CCO-COES disponible la barra de 60 kV de la S.E. Pucallpa ISA.
15:12	CC-EUC[3]	Informó al CCO-COES que presenta interrupción de suministros en las subestaciones Parque Industrial, Yarinacocha y Pucallpa EUC.
15:13	CC-EUC	Informó al CCO-COES que los interruptores en 60 kV asociados a las celdas conectadas a la barra de 60 kV de la S.E. Pucallpa ISA se encuentran abiertos.
15:14	CC-IEP[4]	Informó al CCO-COES que perdieron referencia de tensión en su transformador en la C.T.R.F. de Pucallpa. Asimismo, informaron que los interruptores de la línea L-6477 (Pucallpa – C.T.R.F. de Pucallpa) de 60 kV, en ambos extremos, se encontraban abiertos.
15:14	CCO-COES	Coordinó con el CC-ISA energizar la barra de 60 kV de la S.E. Pucallpa ISA.

[1] CC-ISA : Centro de Control de ISA PERÚ.
[2] CCO-COES : Centro Coordinador de la Operación del COES.
[3] CC-EUC : Centro de control de ELECTROUCAYALY.
[4] CC-IEP : Centro de Control de INFRAESTRUCTURAS Y ENERGÍAS DEL PERÚ.

Hora	S.E. / C.C.	Descripción
15:16	**Pucallpa**	**Se energizó la barra de 60 kV de la S.E. Pucallpa ISA.**
15:18	CCO-COES	Delegó al CC-ISA y CC-EUC las maniobras de restablecimiento de la S.E. Pucallpa.
15:18	Pucallpa	Se conectó la línea L-6475 (Pucallpa ISA – Pucallpa EUC) de 60 kV.
15:19	Pucallpa	Se conectó la línea L-6476 (Pucallpa ISA – Pucallpa EUC) de 60 kV.
15:20	Pucallpa EUC	Se conectó la línea L-6473 (Pucallpa EUC – Yarinacocha) de 60 kV.
15:22	CCO-COES	Coordinó con el CC-ISA desconectar el reactor R-11 de 138 kV de la S.E. Pucallpa ISA.
15:24	**CC-ISA**	**Declaró al CCO-COES disponible el SVC de la S.E. Pucallpa.**
15:25	CCO-COES	Coordinó con el CC-ISA conectar el SVC de la S.E. Pucallpa. Asimismo, el CC-ISA informó al CCO-COES que no tiene condiciones de tensión para la conexión del SVC.
15:26	CCO-COES	Coordinó con el CC-TRS[5] desconectar el reactor R-09 de 220 kV de la S.E. Tingo María.
15:29	**Pucallpa**	**Se conectó el SVC de la S.E. Pucallpa ISA.**

4. SEÑALIZACIÓN DE LAS PROTECCIONES

Subestación	Equipo	Código	Señalizaciones	Interruptor	A/C
Pucallpa	T111-161	SIEMENS-7UT86	51 – Sobre corriente de fases	IN-4308	A

A/C : Abierto o Cerrado

5. CONTADOR DE INTERRUPTORES Y PARARRAYOS

No fueron reportados.

SUB DIRECTOR DE EVALUACIÓN (e)
V°B°
ING. EDUARDO ENRIQUEZ
COES

[5] CC-TRS : Centro de control de ETESELVA.

6. ANÁLISIS DEL EVENTO

Antecedentes

6.1 En la fecha en que ocurrió el evento, el auto transformador T39-161 de 138/60/10 kV y 55 MVA de la S.E. Pucallpa ISA estuvo fuera de servicio debido a que se encontraba realizando sus trabajos de mantenimiento mayor (ver Figura 1), el cual fue programado y aprobado por el COES. Cabe precisar que el mantenimiento mayor de este auto transformador se llevo a cabo desde el 10 de noviembre hasta el 20 de diciembre de 2018.

EMPRESA	UBICACION	EQUIPO	COD	INICIO	FINAL	DESCRIPCION
ISA PERU	PUCALLPA	T39-161	10105	30/11/2018 00:00	1/12/2018 00:00	MANTENIMIENTO MAYOR: LIMPIEZA RESUMEN DE ACEITE, REPARACION DE BORNES DE ALTA TENSION, PRESURIZACIÓN. (R0060799)

Figura 1. Programa de Intervenciones del 30.11.2018 (Fuente COES)

6.2 A las 11:50 h del 30.11.2018, se desenergizó la línea L-6477 (Pucallpa ISA – C.T.R.F. de Pucallpa) de 60 kV, como actividad preventiva, debido a que iban a realizar trabajos de mantenimiento en su franja de servidumbre (vaciado de piedras para evitar crecimiento de vegetación). Este mantenimiento a la faja de servidumbre realizado por IEPSAC[6] no fue coordinado con el COES (ver Figura 2).

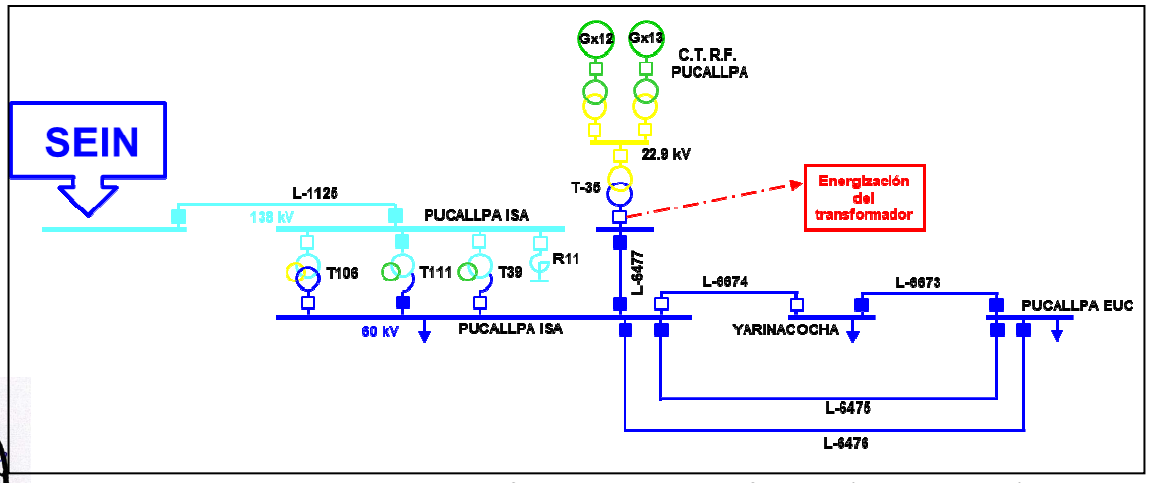

Figura 2. Diagrama unifilar de la zona de influencia (Fuente: COES)

Análisis del Evento: Desconexión de la barra de 60 kV de la S.E. Pucallpa ISA

6.3 A las 18:08:20.076 h, el CC-IEP energizó el transformador TR35-163 de 60/22.9 kV y 60 MVA de la S.E. C.T.R.F. de Pucallpa, como consecuencia, la tensión en la barra de 60 kV de la S.E. Pucallpa disminuyó desde 60 kV (1,001 p.u.) hasta 40,8 kV (0,68 p.u.) en la fase "T", esta fuerte caída de tensión originó una variación de potencia reactiva instantánea en el auto transformador T111-161 desde +7,77 MVAr hasta -13,32 MVAr, ver Figura 3 y Figura 4.

[6] Infraestructuras y Energías del Perú S.A.C.

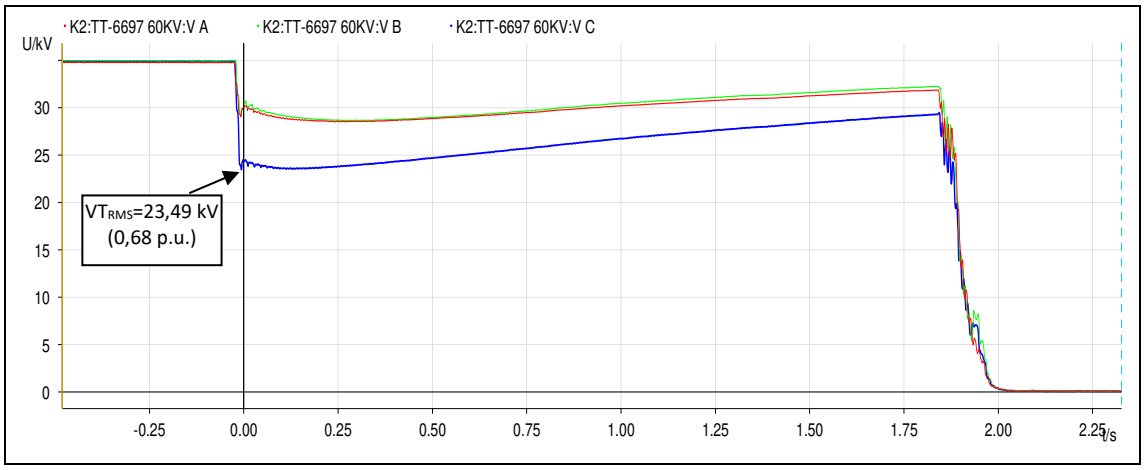

Figura 3. Registro de tensión de la barra de 60 kV de la S.E. Pucallpa ISA (Fuente: ISA PERÚ)

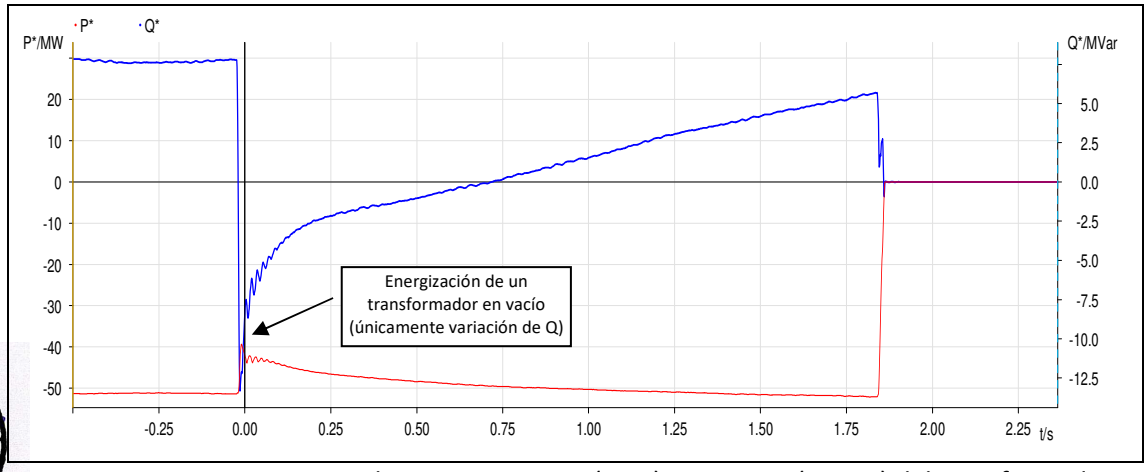

Figura 4. Registro de potencia Activa (MW) y Reactiva (MVAR) del transformador T111-161 de la S.E. Pucallpa ISA (Fuente: ISA PERÚ)

6.4 En el autotransformador T111-161 138/60/10 kV y 55 MVA de la S.E. Pucallpa, la energización del transformador de la C.T.R.F. Pucallpa originó un incremento súbito de corriente en las tres fases, en la fase "T" la corriente se incrementó desde 495 amperios hasta 720,70 amperios en forma instantánea, en la fase "S", la corriente se incrementó hasta 617 amperios para estabilizarse finalmente en 597 amperios.

Luego de 1884 ms de ocurrido el evento, se produjo la desconexión del interruptor IN-4308 de 60 kV del transformador T111-161 por la activación de su protección de sobre corriente de fases (51), del relé SIEMENS-7UT86 (ver Figura 5). Cabe resaltar que los ajustes de sobre corriente de fases del lado de 60 kV del transformador T111-161 son: Curva= DT, $I_{pick-up}$=600 y T_{dial}=1,8 segundos.

Respecto al comportamiento de la protección de sobre corriente de fases, es preciso indicar que solo la corriente de la fase "S" superó los ajustes de la mencionada función de protección y que, al momento del disparo, la corriente en esta fase era de

I_{RMS}= 597,6 Amperios, por lo cual, se puede indicar que la protección actuó de acuerdo con sus ajustes implementados.

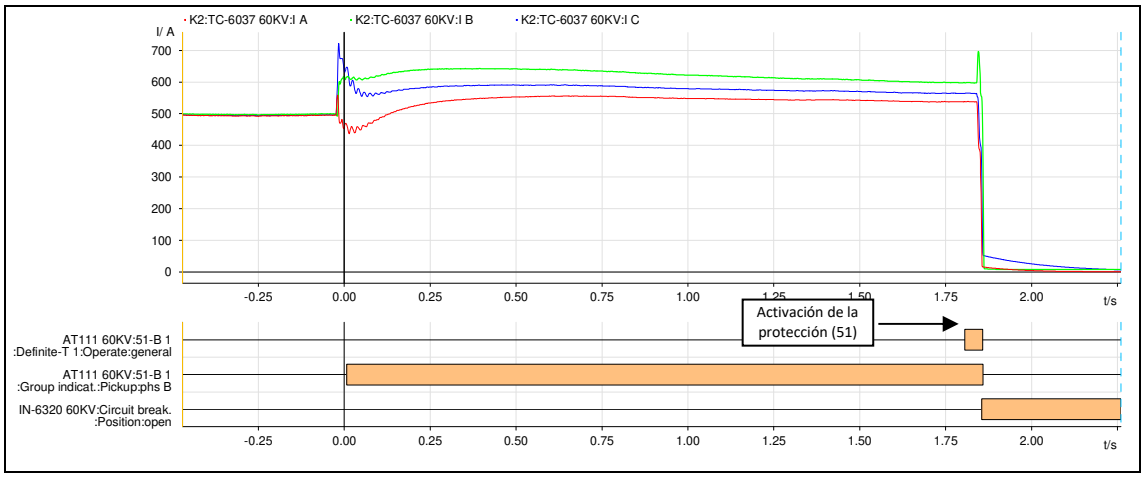

Figura 5. Registro oscilográfico del relé SIEMENS-7UT86 del transformador T111-161 de la S.E. Pucallpa ISA (Fuente: ISA PERÚ)

6.5 Los efectos de la energización de un transformador, normalmente, son de naturaleza transitoria y sus efectos deberían atenuarse significativamente en tiempos menores a 400 ms, con lo cual, no deberían activarse las protecciones de sobrecorriente o de mínima tensión de los equipos adyacentes. En el presente caso, se observa que los efectos de la energización del transformador TR35-163 de 60/22.9 kV y 60 MVA de la S.E. C.T.R.F. de Pucallpa se mantuvieron por tiempos del orden de 2 segundos, lo cual originó la actuación de la protección de sobrecorriente de fases en tiempo definido del auto transformador T111-161 de 138/60/10 kV de la S.E. Pucallpa.

6.6 La causa por la cual el efecto de la energización del transformador TR35-163 tuvo una duración prolongada, fue la aparición del fenómeno electromagnético denominado *"Sympathetic Inrush"*[7] (ver Figura 6) el cual se produce cuando se energiza un transformador, en serie o en paralelo, mientras el otro transformador permanece en servicio, la particularidad de este fenómeno es su duración, el cual puede llegar hasta los 5,00 segundos.

SUB DIRECTOR DE EVALUACIÓN (e) V°B° ING. EDUARDO ENRÍQUEZ COES

[7] ***Sympathetic Inrush:*** Es el transitorio de corriente originado por la energización de un transformador mientras que otro, conectado en serie o paralelo, se encuentra en servicio. Estas corrientes tienen muchos efectos adversos, como el mal funcionamiento de la protección diferencial del transformador, fallas de aislamiento, etc. La diferencia principal con el fenómeno "Inrush" tradicional, es el tiempo de atenuación de la corriente en el cual, mientras que esta última puede atenuarse en un tiempo promedio de 400 ms, el primero toma tiempos por encima de los 5000 ms.

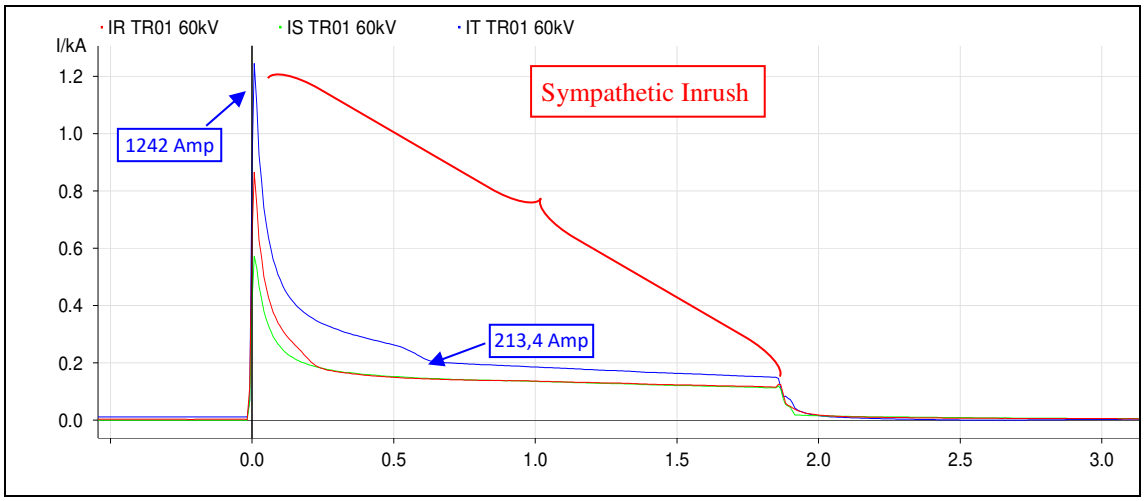

Figura 6. Registro oscilográfico del registrador de fallas de la S.E. C.T.R.F. de Pucallpa (Fuente: IEPSAC)

6.7 Tal como se mencionó en el numeral 6.2, IEPSAC realizo las maniobras de conexión y desconexión de sus equipos, línea L-6477 (Pucallpa ISA – C.T.R.F. Pucallpa) y transformador TR35-163 de 60/22.9 kV y 60 MVA de la C.T.R.F. de Pucallpa, sin informar de las maniobras en tiempo real al CCO-COES. Por lo mencionado, IEPSAC incumplió lo establecido en el numeral 6.1.1[8] del PR-09 del COES, el cual establece que todas las centrales de generación con operación comercial deben coordinar la operación en tiempo real de sus instalaciones con el COES. Asimismo, incumplió lo establecido en el numeral 6.2.5[9] del mismo PR-09, dado que no informó al COES que la indisponibilidad de su línea de transmisión y transformador elevador ocasionarían cambios en la disponibilidad de sus instalaciones respecto al programa vigente.

6.8 Dado que IEPSAC no coordinó la operación de sus instalaciones con el COES, la energización del transformador TR35-163 de la C.T.R.F. Pucallpa en condición del sistema N-1 (auto transformador T39-161 fuera de servicio por mantenimiento), originó la desconexión del auto transformador T111-161 de 138/60/10 kV y 55 MVA de la S.E. Pucallpa.

Normalización de Suministro

6.9 No hubo maniobras que ocasionarán demoras en la normalización de suministros.

7. CONSECUENCIAS

7.1 **En la Calidad del Producto:** No se presentaron.

7.2 **En la Calidad del suministro:**

SUB DIRECTOR DE EVALUACIÓN (e)
V°B°
ING. EDUARDO ENRIQUEZ
COES

[8] Numeral 6.1 Del COES
6.1.1 Realizar la coordinación de la Operación en Tiempo Real de las Unidades de Generación en Operación Comercial y del sistema de transmisión comprendida en el alcance del presente procedimiento (…).
[9] Numeral 6.2.5 Informar al COES inmediatamente y por comunicación telefónica u otra que el COES implemente, los cambios en la disponibilidad total o parcial de sus instalaciones respecto del programa vigente.

7.2.1 Las interrupciones de suministro que se produjeron fueron las siguientes:

Suministro	S.E.	Potencia (MW)	Duración (min)
EUC-SEPU	Pucallpa EUC	29,90	14,00
EUC-SEYA	Yarinacocha	7,30	13,00
EUC-SEPI	Parque Industrial	12,20	10,00
Total		**49,40**	

8. CONCLUSIONES

8.1 La energización del transformador TR35-163 de 60/22.9 kV y 60 MVA de la S.E. C.T.R.F. de Pucallpa, fue realizada por IEPSAC sin previa coordinación con el CCO-COES, incumpliendo lo establecido en los numerales 6.1.1 y 6.2.5 del PR-09 del COES.

8.2 La energización del transformador TR35-163 de 60/22.9 kV y 60 MVA de la S.E. C.T.R.F. de Pucallpa, originó el incremento de la corriente a través del transformador T111-161 de 138/60/10 kV y 55 MVA de la S.E. Pucallpa ISA, y la consecuente aparición del fenómeno electromagnético denominado *Sympathetic Inrush*.

8.3 El aumento de la corriente en la fase "S" en el lado de 60 kV del transformador T111-161 de 138/60/10 kV y 55 MVA de la S.E. Pucallpa ISA, produjo la actuación de su protección de sobre corriente de fases en tiempo definido.

8.4 La interrupción de suministros con un total de 49,40 MW de la empresa ELECTRO UCAYALI, fue consecuencia de la energización no coordinada del transformador TR35-163 de 60/22.9 kV y 60 MVA de la C.T.R.F. de Pucallpa, de titularidad de la empresa IEPSAC, el cual originó la aparición del fenómeno denominado *Sympathetic Inrush* y la consecuente desconexión del lado de 60 kV del auto transformador T111-161 de 138/60/10 kV y 55 MVA de la S.E. Pucallpa.

9. OBSERVACIONES:

Ninguna.

SUB DIRECTOR DE EVALUACIÓN (e)
V°B°
ING. EDUARDO ENRIQUEZ
COES

10. RECOMENDACIONES:

10.1. A IEPSAC:

- Respecto a la programación de los mantenimientos en sus instalaciones, cumplir con informar al COES con los plazos establecidos en el PR-12 del COES.
- Respecto a la coordinación de la operación en tiempo real de sus instalaciones, cumplir con lo establecido en el PR-09 del COES.
- Cumplir con enviar las señales de estado y medidas en tiempo real al COES, de las instalaciones de la C.T.R.F. Pucallpa, de acuerdo con lo establecido en la Norma Técnica para el Intercambio de la Información en Tiempo Real.

11. DOCUMENTOS CONSIDERADOS EN EL INFORME

N°	EMPRESA	INFORMACIÓN FINAL	FECHA DOCUMENTO
1	COES SINAC	SEV/CTAF-EV-093-2018	27.12.2018
2	ISA PERÚ	ISA – 000001172018	02.12.2018
3	ELECTRO UCAYALI	CC-EUC-015-2018	06.12.2018

San Isidro, 09 de enero de 2019

ING. EDUARDO ENRIQUEZ COAQUIRA
SUB DIRECTOR DE EVALUACIÓN (e)
COES

ING. WILFREDO SIFUENTES ROSALES
DIRECTOR DE OPERACIONES (E)
COES