

VERIFICACIÓN DE LOS ESQUEMAS DE RECHAZO DE CARGA POR MÍNIMA FRECUENCIA Y DE RECHAZO DE GENERACIÓN POR SOBREFRECUENCIA

ANEXO 1

**ESCENARIO: Despacho Estiaje
Demanda Máxima 2004**

A1 ESCENARIO: DESPACHO ESTIAJE DEMANDA MÁXIMA 2004

El despacho corresponde a 3190 MW para una demanda en barras de 3025 MW y unas pérdidas en la red de 165 MW. Las transferencias Centro-Norte a través de la Línea Chimbote-Paramonga son del orden de 35 MW y las transferencias Sur-Norte a través del Doble Circuito Socabaya-Cotaruse son del orden de 80 MW.

Para el seguimiento de los eventos sobre el SEIN, fundamentalmente en la generación, la frecuencia, la tensión y las transferencias de potencia por la red, se han seleccionado los siguientes elementos del sistema con sus principales variables.

Generación de potencia activa (MW) y reactiva (MVar), Figuras G1 a G10:

ZONA	PLANTA	PLANTA
Costa Centro	Ventanilla Huinco Westing	Sym vent_c Sym huin1 Sym westing
Costa Norte	Cañón del Pato Talara	Sym cpato1 Sym talara13
Sierra Centro	Aguaytia Chimay Matucana Moyopampa Restitución Mantaro	Sym agua13a Sym chimay1 Sym mat12a Sym moyo1 Sym ron1 Sym sam1
Costa Sur	Ilo2 Charcani V	Sym tvcara Sym chavg3
Sierra Sur	Machupichu San Gabán	Sym mach1 Sym sgab1

Tensión en p.u. Figuras G11 a G16 y frecuencia en Hz Figuras G17 a G22:

ZONA	BARRA	NOMBRE POWER FACTORY
Costa Centro	Chavarría Independencia San Juan	CHAVA220 IND220 SJNLS220
Costa Norte	Chimay Guadalupe Piura Oeste Zorritos	CHIM220 SEGUA220 SEPO220 ZORRI220
Sierra Centro	Aguaytía Campo Armiño Paragsha	AGUA220 CARM220 PARAG220
Costa Sur	Héroes Santuario Socabaya Ilo2	HERO22 SANT138 SOCA220 TVCAR220
Sierra Sur	Machupichu Puno San Gabán	MACH138 PUN220 SGAB138
Sierra Norte	Vizcarra	VIZC220

Transferencia de potencia activa (MW) Figuras G23 a G28 y Transferencia de potencia reactiva (MVar) Figuras G29 a G34:

ZONA	LÍNEA	NOMBRE POWER FACTORY
Costa Centro	Independencia - Campo - Armiño San Juan - Santa Rosa	Ine IND_CAM_21 Ine SAN_SRO_21
Costa Norte	Chimbote - Paramonga Huacho - Paramonga Talara - Zorritos Vizcarra Paramonga	Ine CHI_PAR_21 Ine HCH_PAR_21 Ine TAL_ZOR_21 Ine viz_par_21
Sierra Centro	Campo Armiño - Pachachaca Campo Armiño - Pomacocha Oroya - Pachachaca	Ine CAM_PAC_21 Ine CAM_POM_21 Ine ORO_PAC_21
Costa Sur	Moquegua - Socabaya Moquegua - Héroes	Ine MOQ_SOC_21 Ine MOQ_TAC_21
Sierra Sur	Azángaro - Juliaca Tintaya - Callalli	Ine AZA_JUL_11 Ine TIN_CAL_11
Norte Sur	Campo Armiño - Cotaruse Cotaruse - Socabaya	Ine CAM_COT_21 Ine COT_SOC_21

Carga de potencia activa del SEIN por zonas Figuras G35 a G41 (Costa Centro, Costa Norte, Costa Sur, Sierra Centro, Sierra Norte, Sierra Sur)

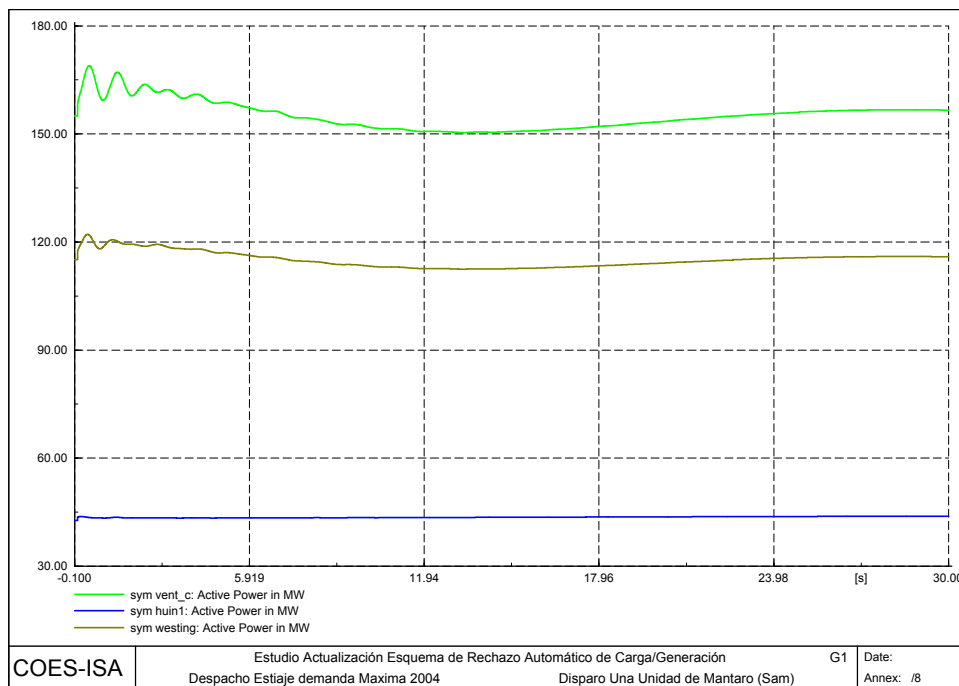
A1.1 EV1: DISPARO DE UNA UNIDAD DE MANTARO CON 95 MW

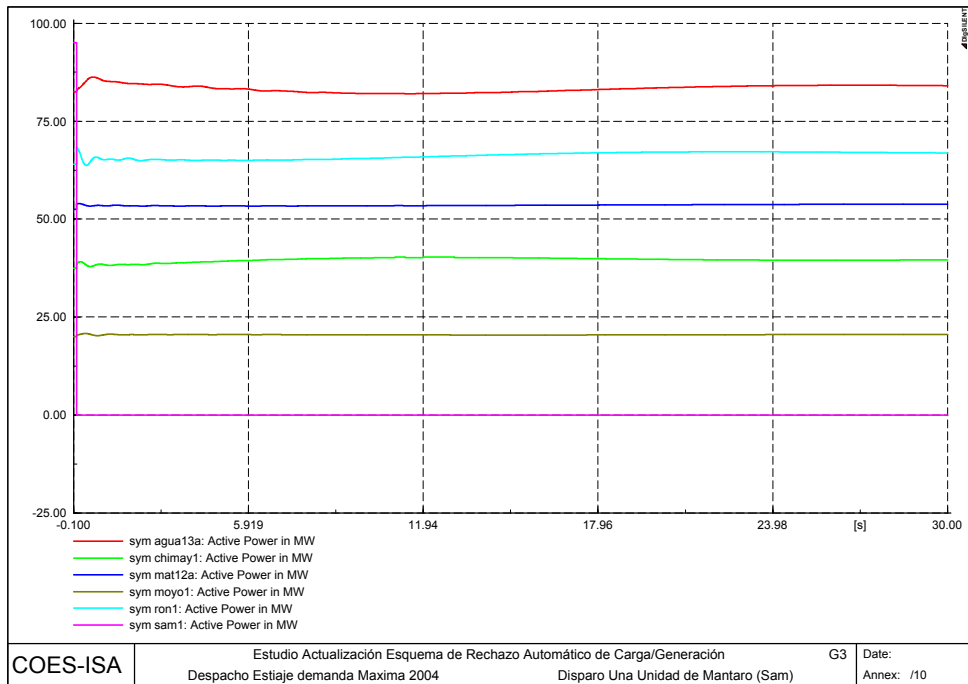
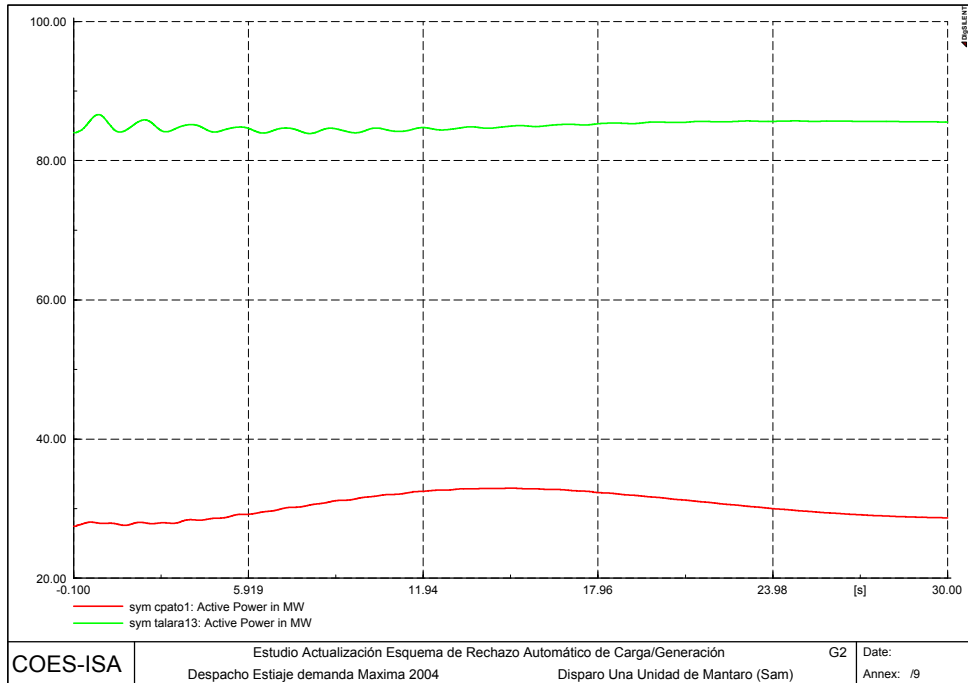
El desbalance es del 2.98% con respecto de la generación y produce una caída de la frecuencia hasta 59.4 Hz con una pendiente máxima de -0.24 Hz/s en el norte de SEIN, con una recuperación rápida a los valores nominales mediante la regulación primaria de frecuencia con un aporte estimado del orden de 70 MW.

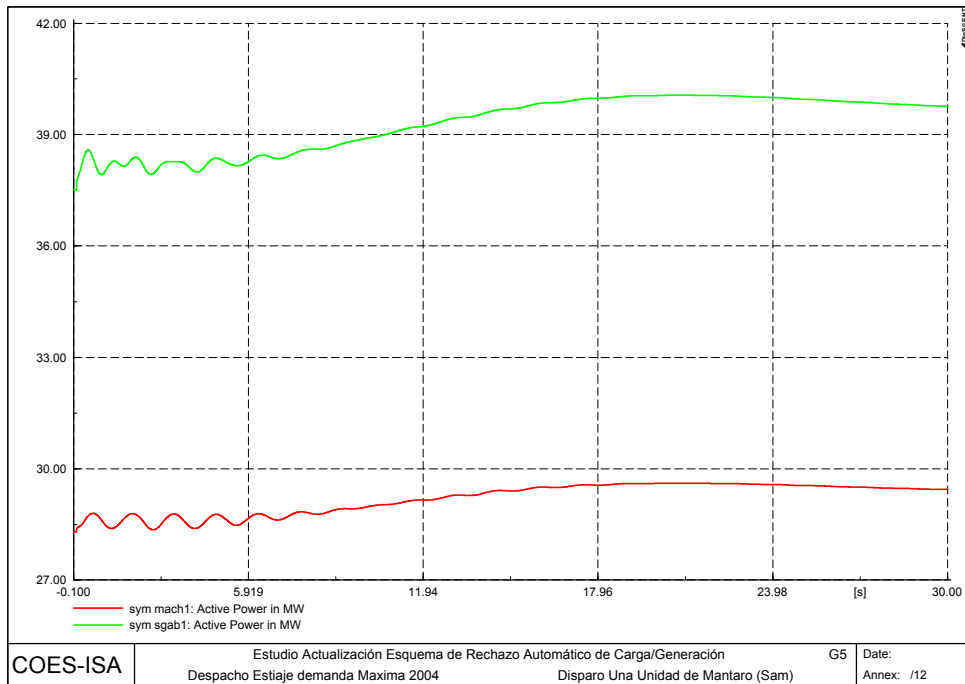
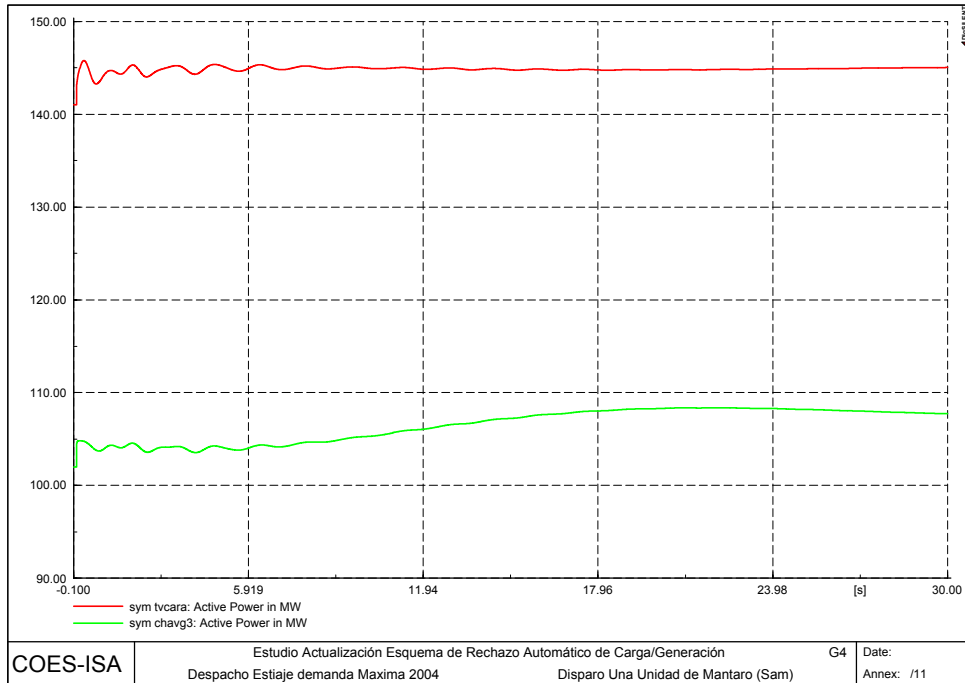
Ante el desbalance indicado, la generación en línea responde inmediatamente con un leve incremento en la potencia activa, Figuras G1 a G5 restableciendo el balance a costa de la frecuencia, y luego, siguiendo su característica de regulación primaria, restablece las condiciones operativas.

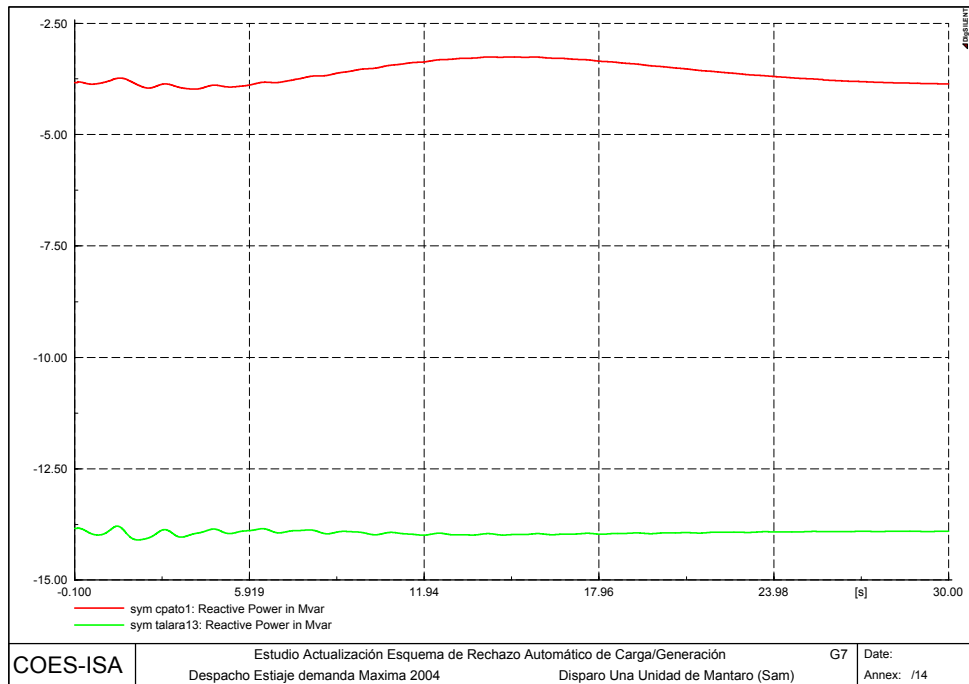
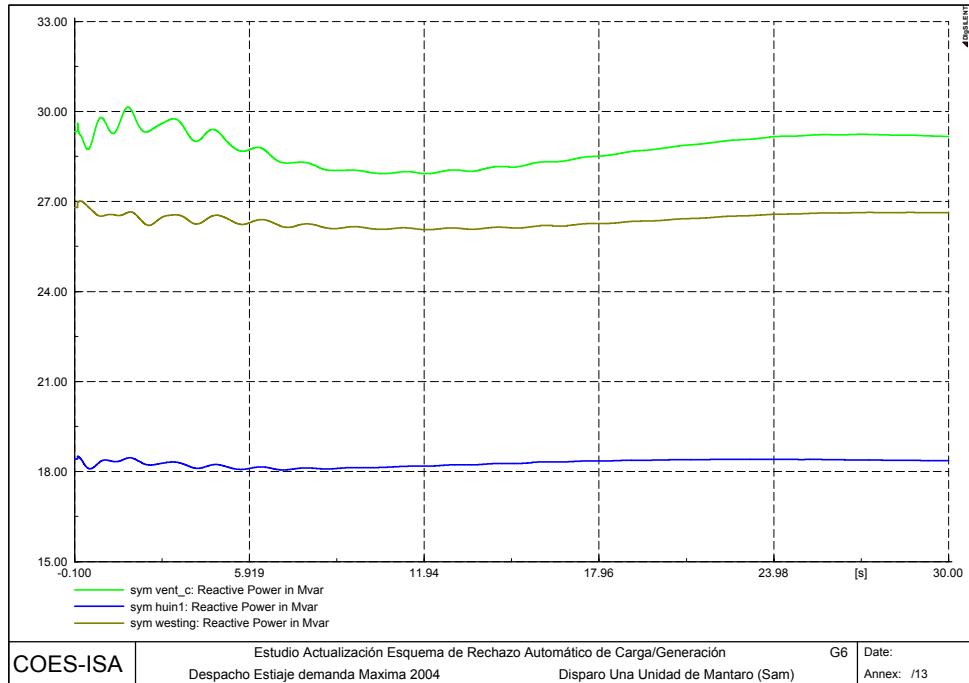
Adicionalmente, Talara muestra una respuesta inicialmente oscilatoria, Cañón del Pato presenta una respuesta rápida y sostenida, son evidentes los aportes de Ilo 2, Charcani V, Machupichu y San Gabán, con presencia de oscilación evidente en Machupichu.

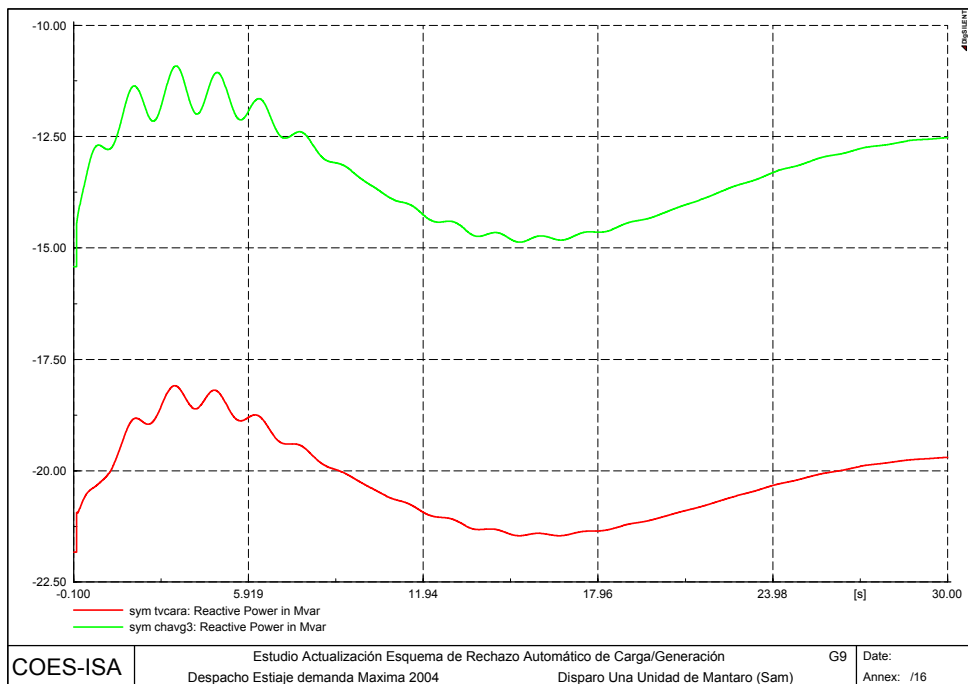
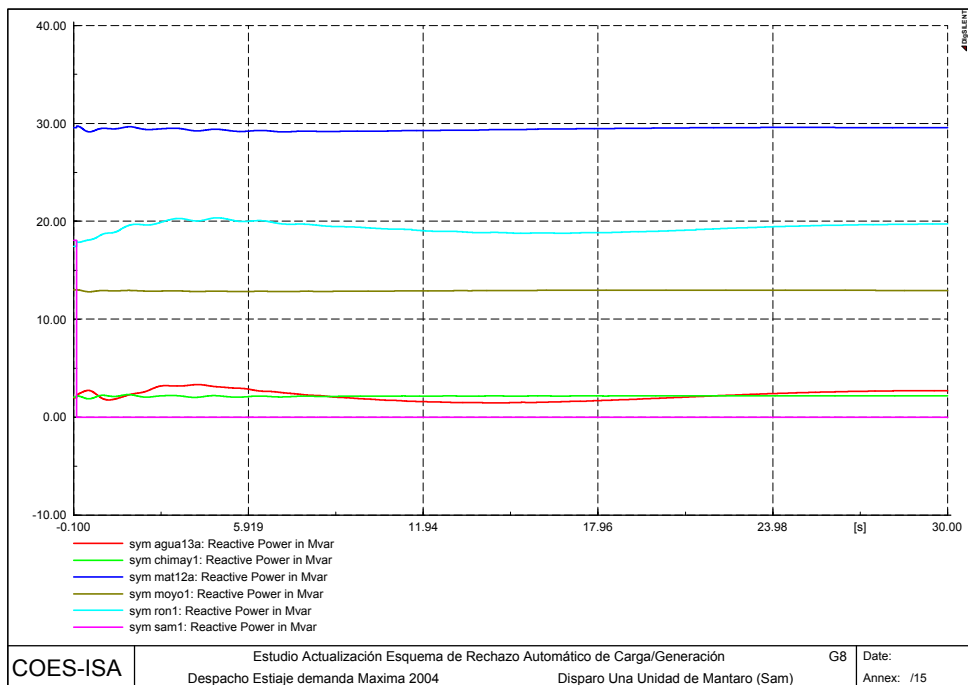
La generación de potencia reactiva no sufre mayores variaciones. Figuras G6 a G10

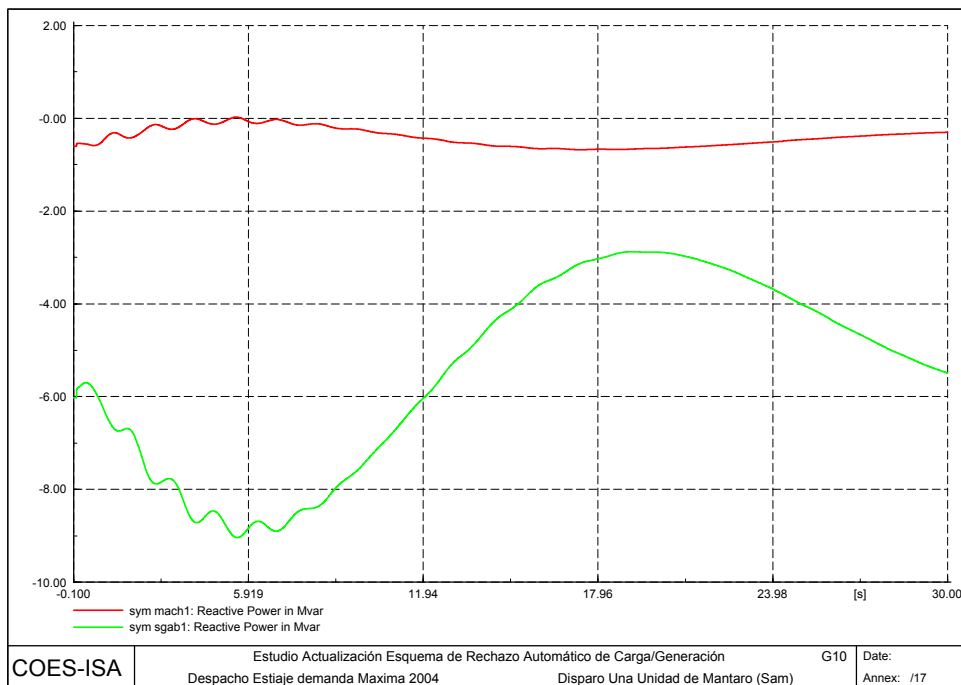




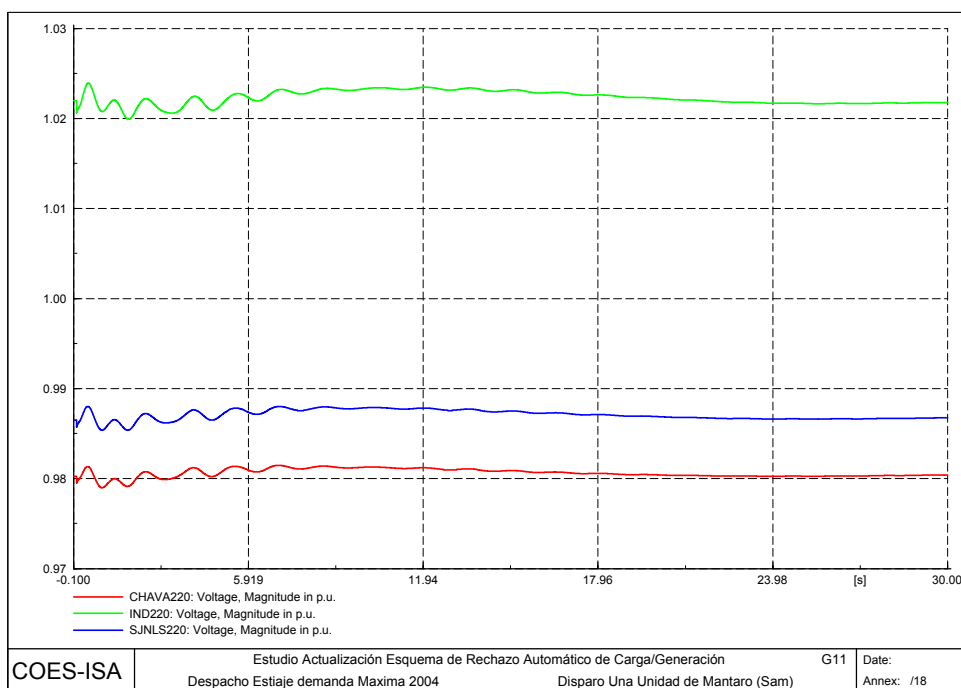


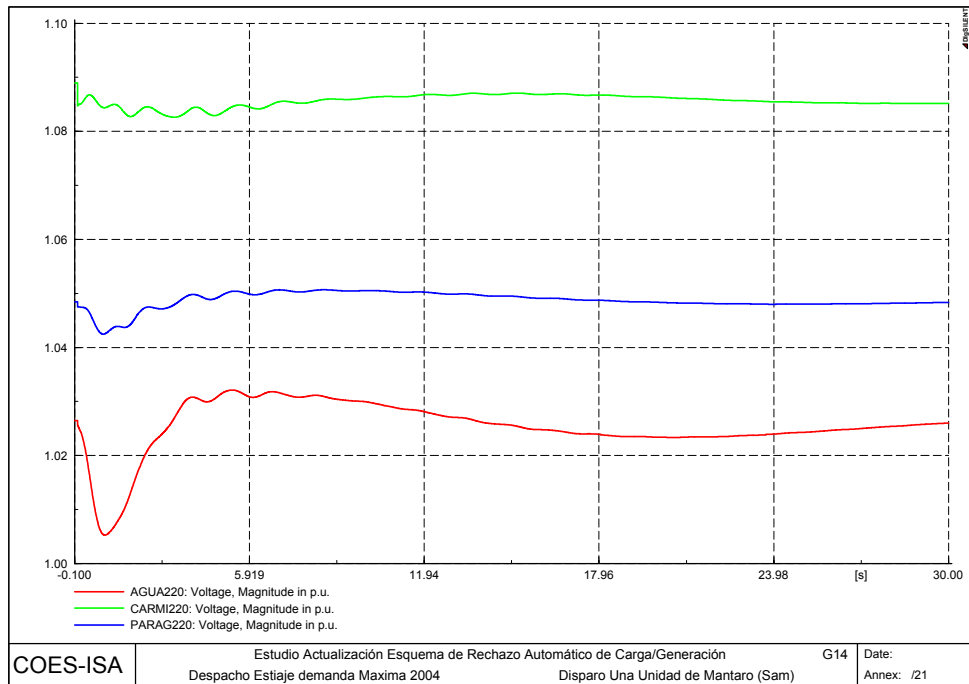
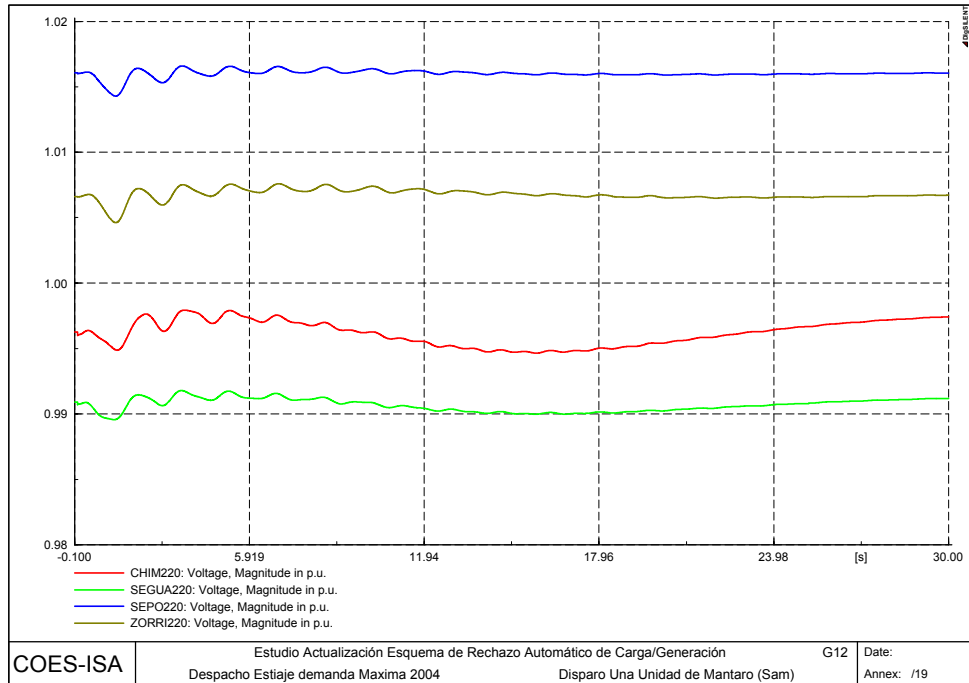


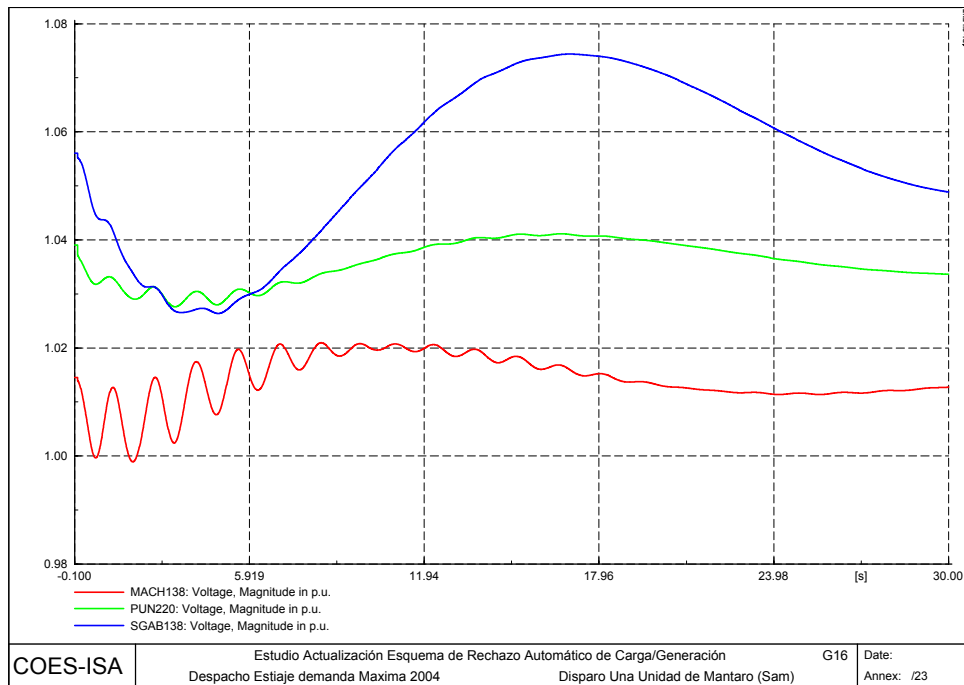
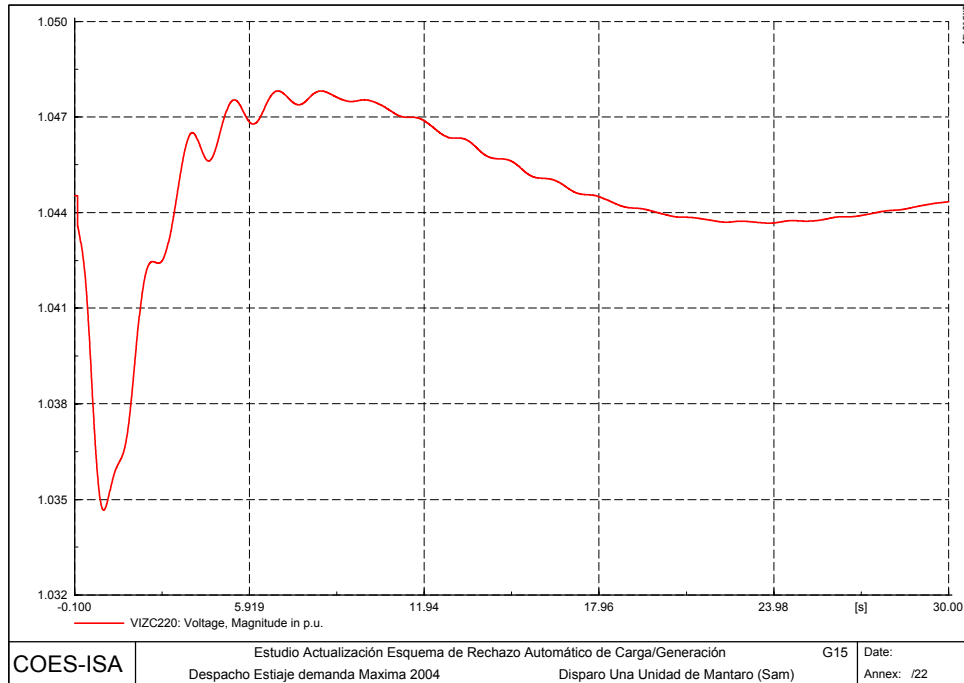




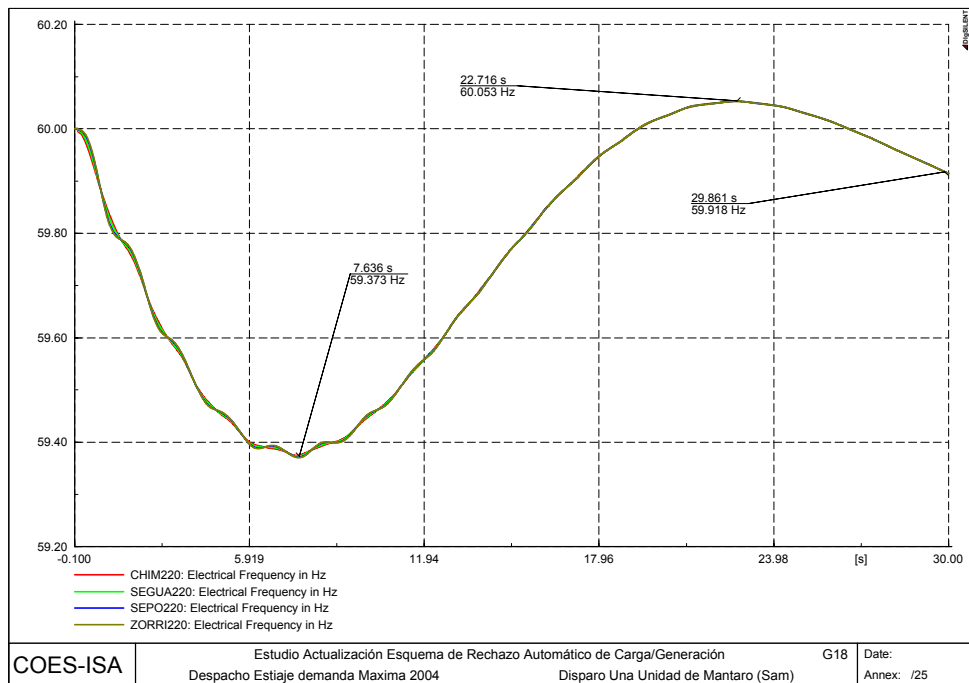
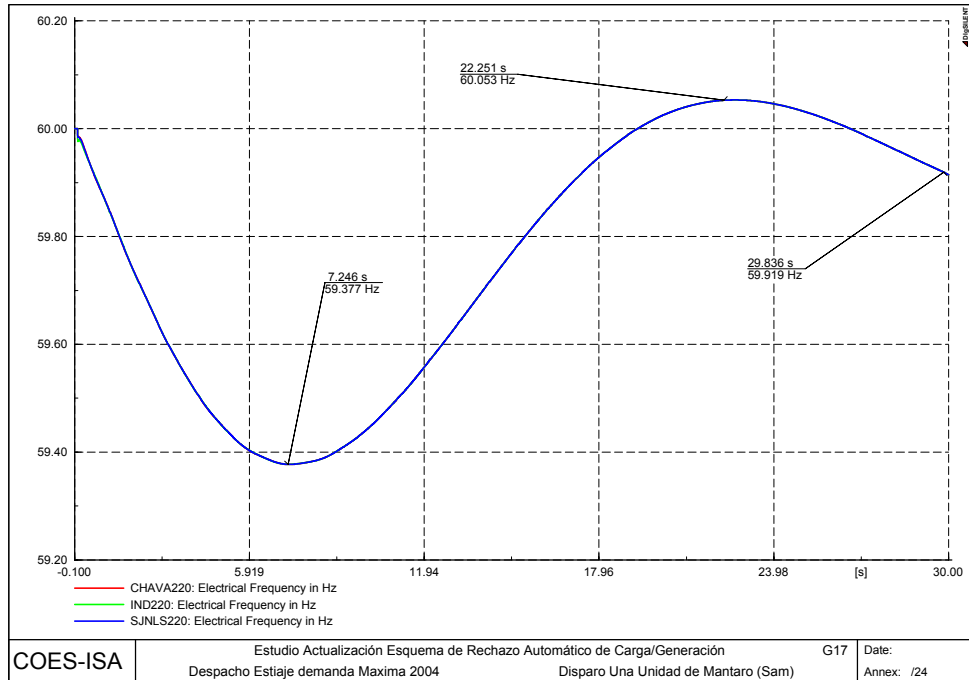
Las tensiones no presentan mayores variaciones, haciéndose evidente una oscilación inicial amortiguada provocada por la perturbación, ver Figuras G11 a G16.

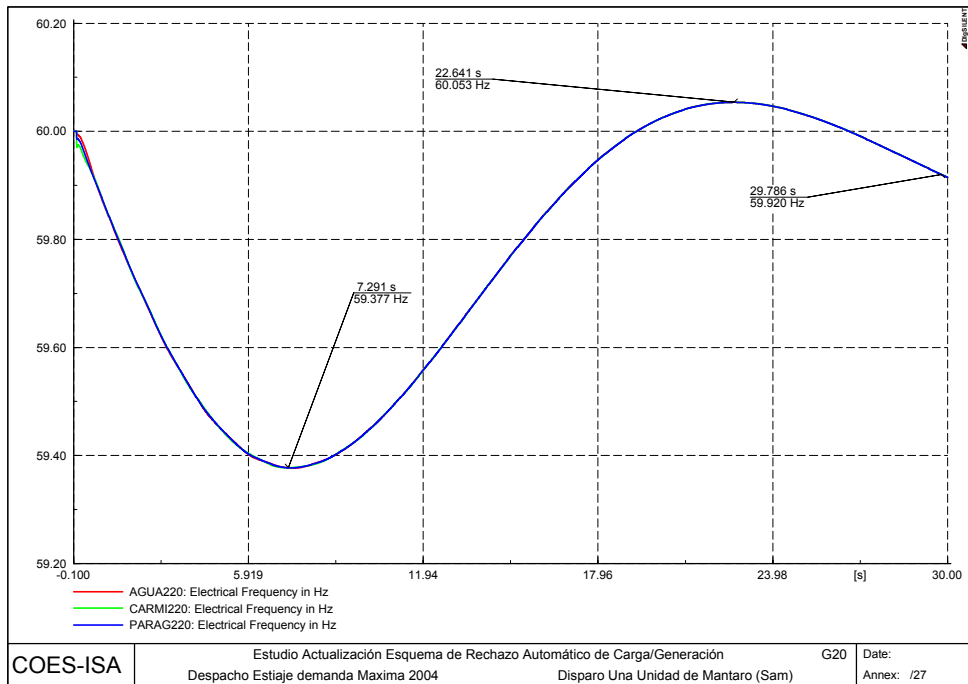
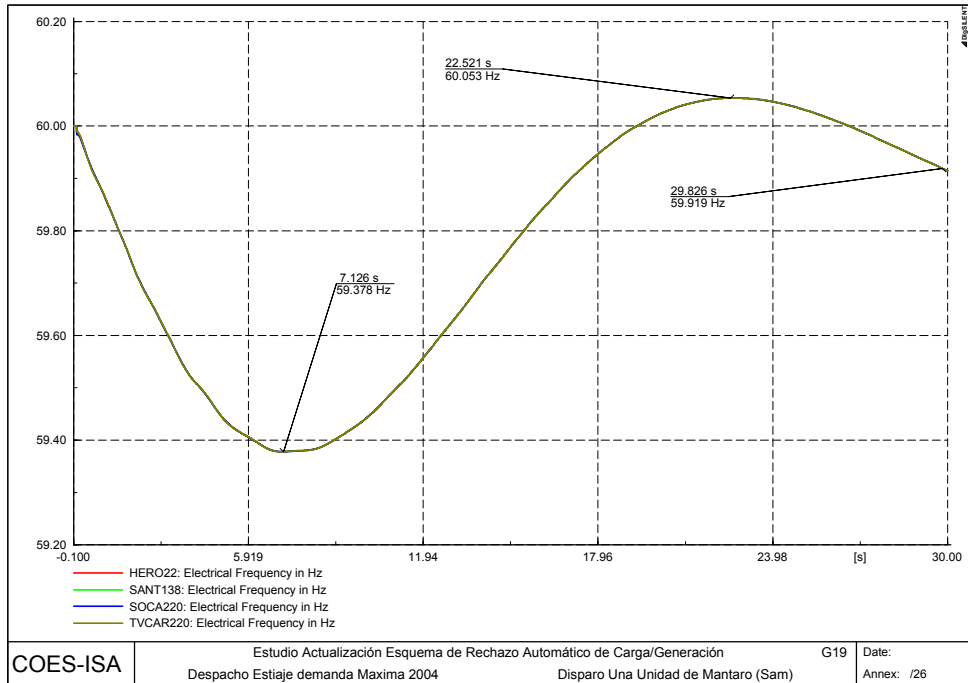


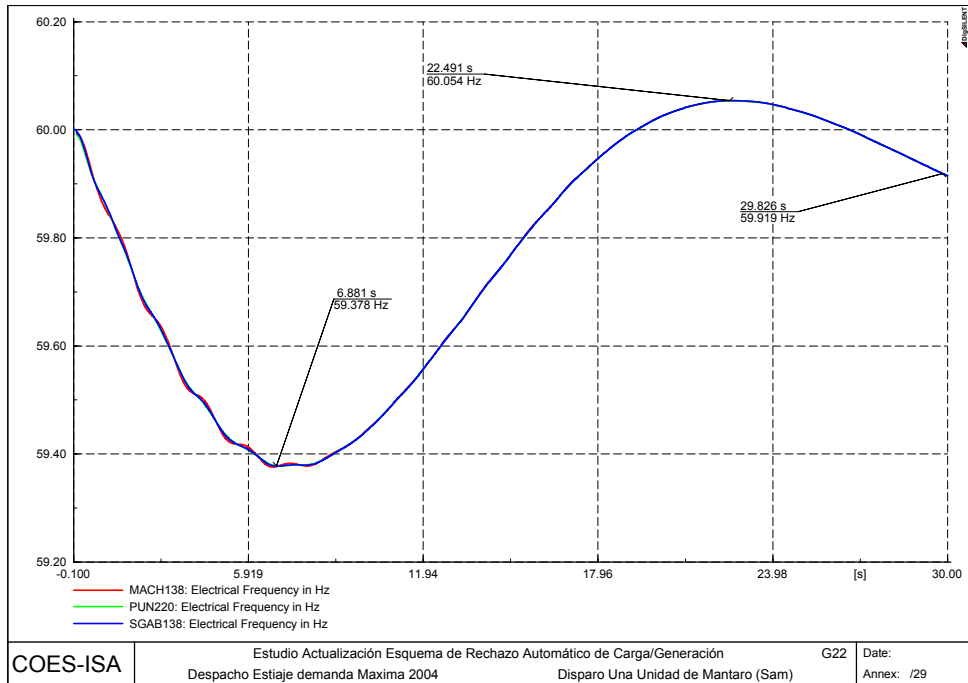
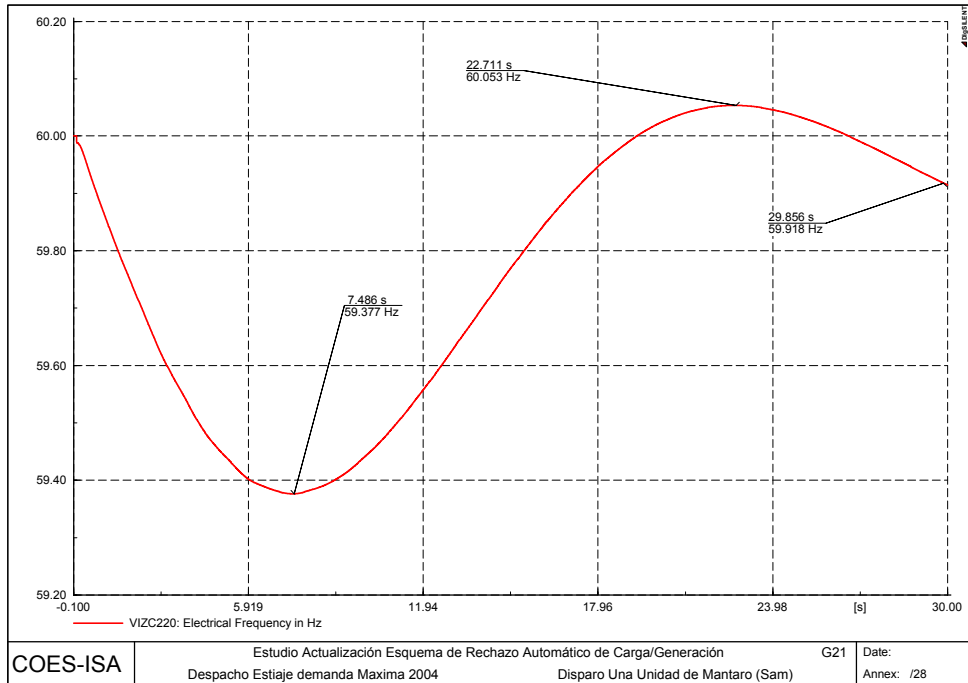




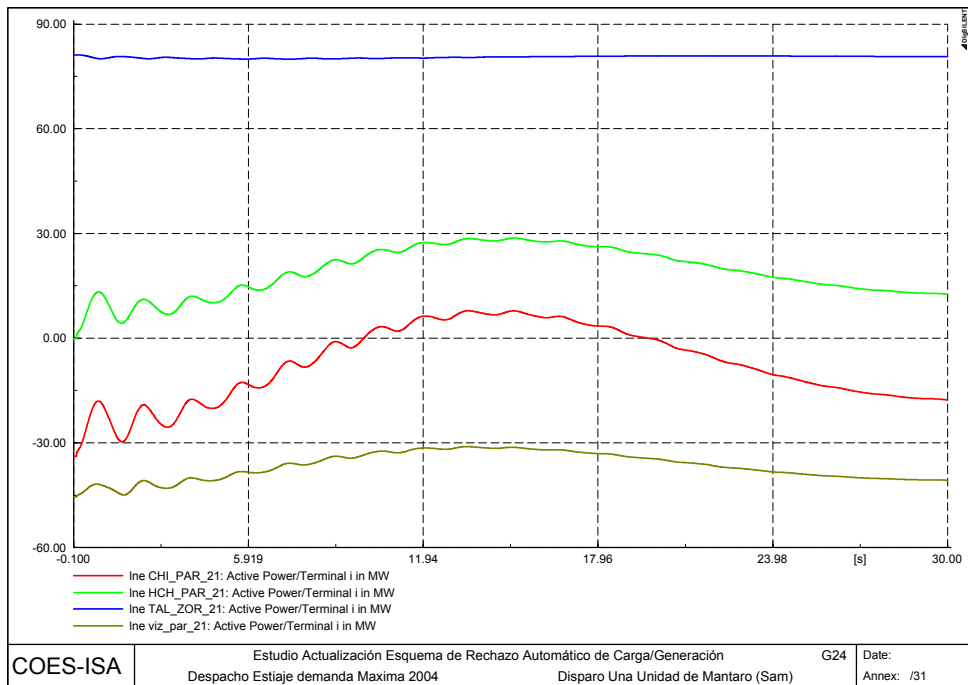
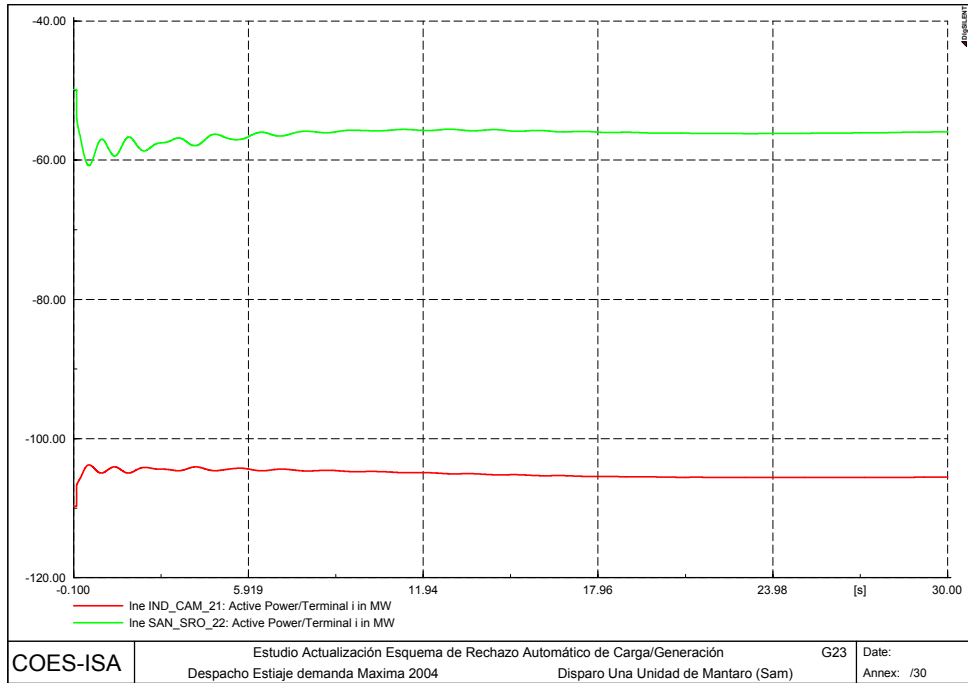
La evolución de la frecuencia no exige la respuesta del esquema de rechazo de carga por mínima frecuencia, ver Figuras G17 a G22. Adicionalmente, presenta un descenso a valores del orden de 59.4 Hz en todo el SEIN con una oscilación perceptible en la fase de caída en las subestaciones de las áreas Norte y Sur. Posteriormente, se hace más evidente la actuación del esquema de regulación primaria recuperando la frecuencia a valores operativos.

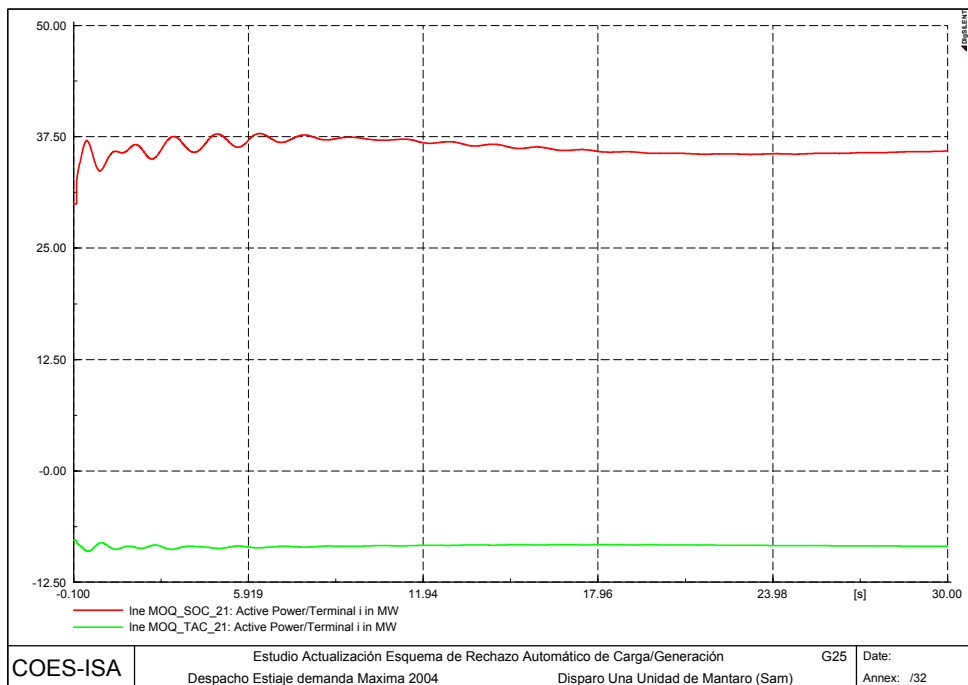




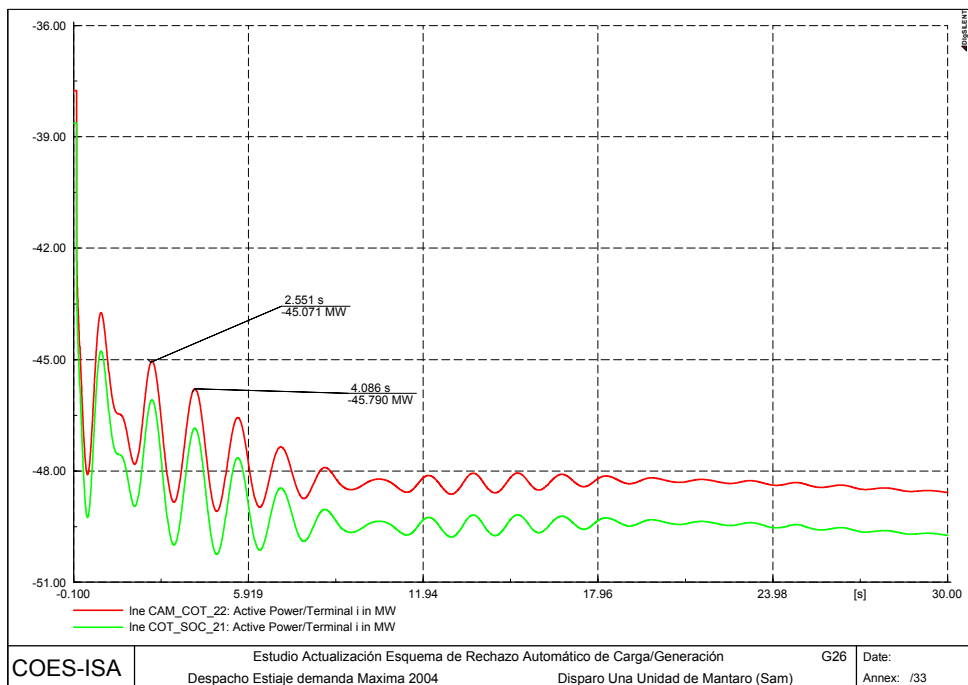


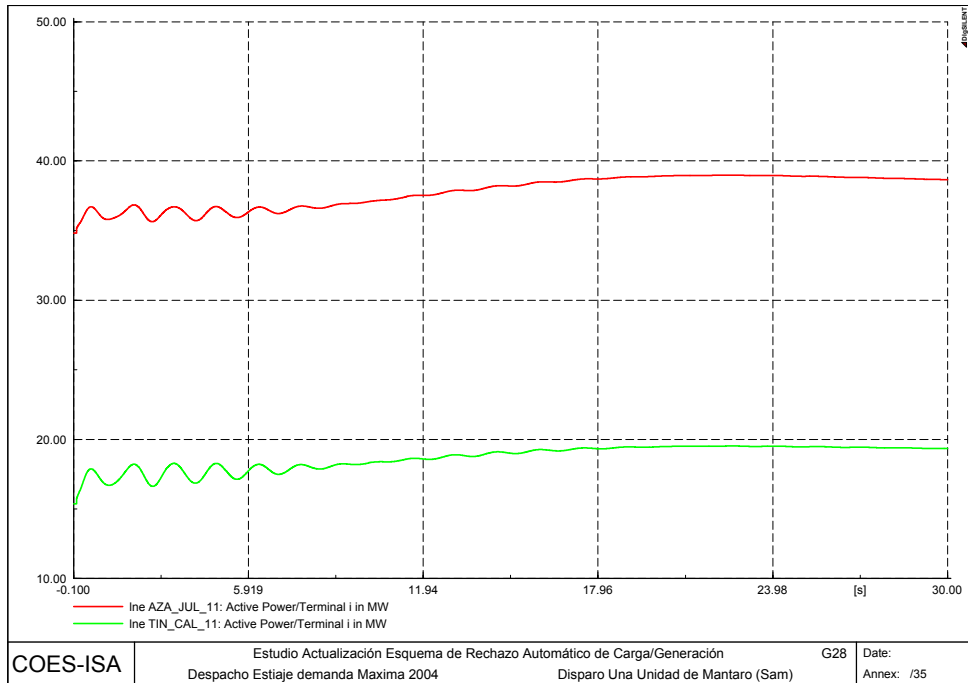
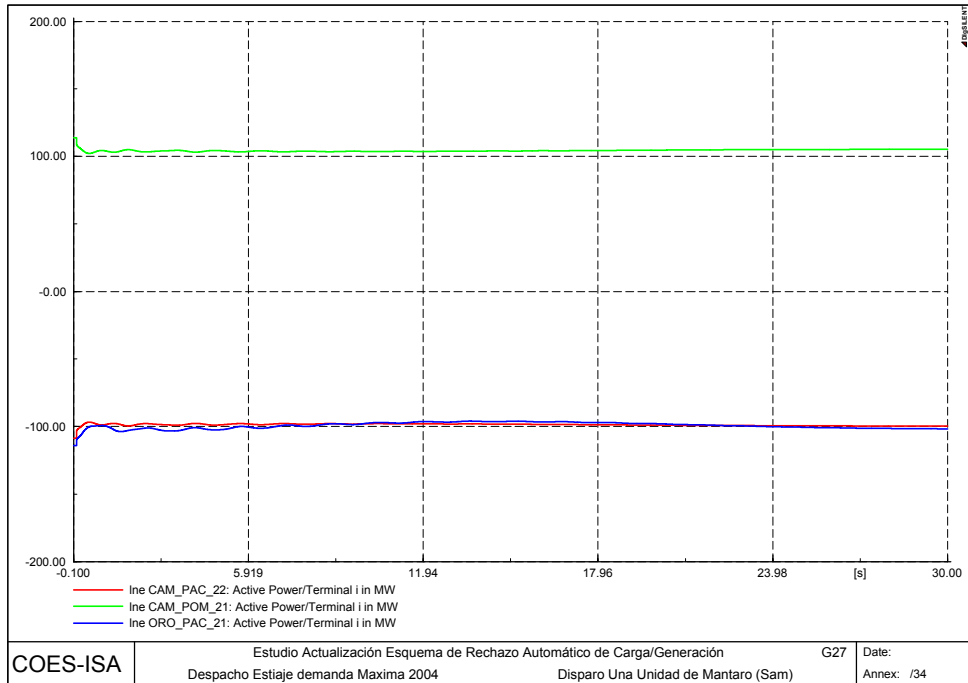
En razón de la pérdida de generación y la respuesta de las unidades de generación se presenta una leve redistribución de los flujos de potencia a través de la red en la Zona Centro, especialmente el área de influencia de Mantaro. En la interconexión Centro-Norte la variación de la transferencia es más perceptible revirtiendo transitoriamente la dirección del flujo, ver Figuras G23 a G28 en particular la figura 24.



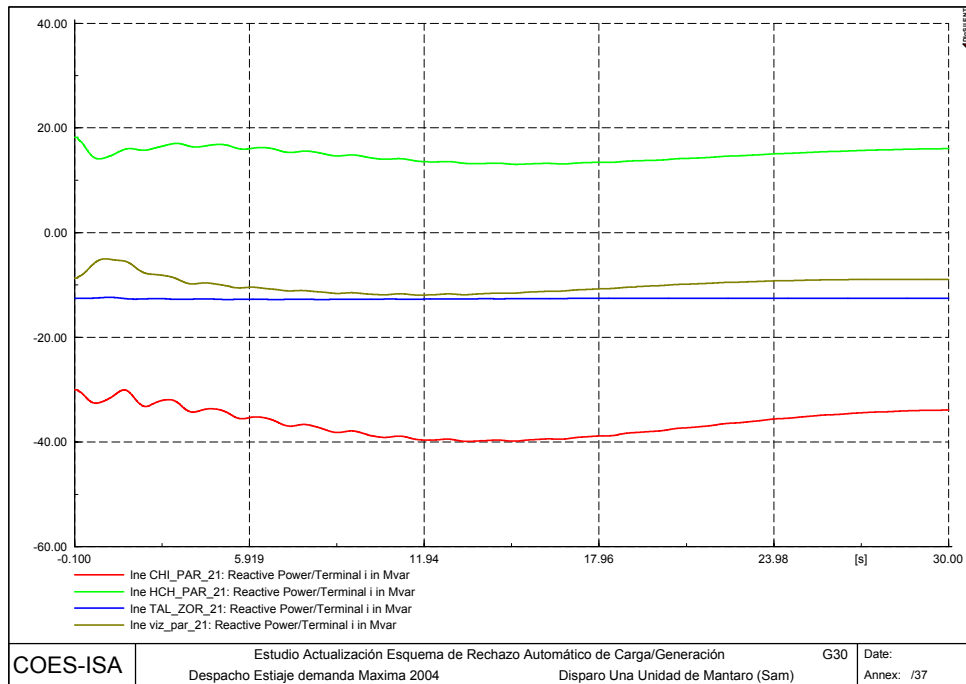
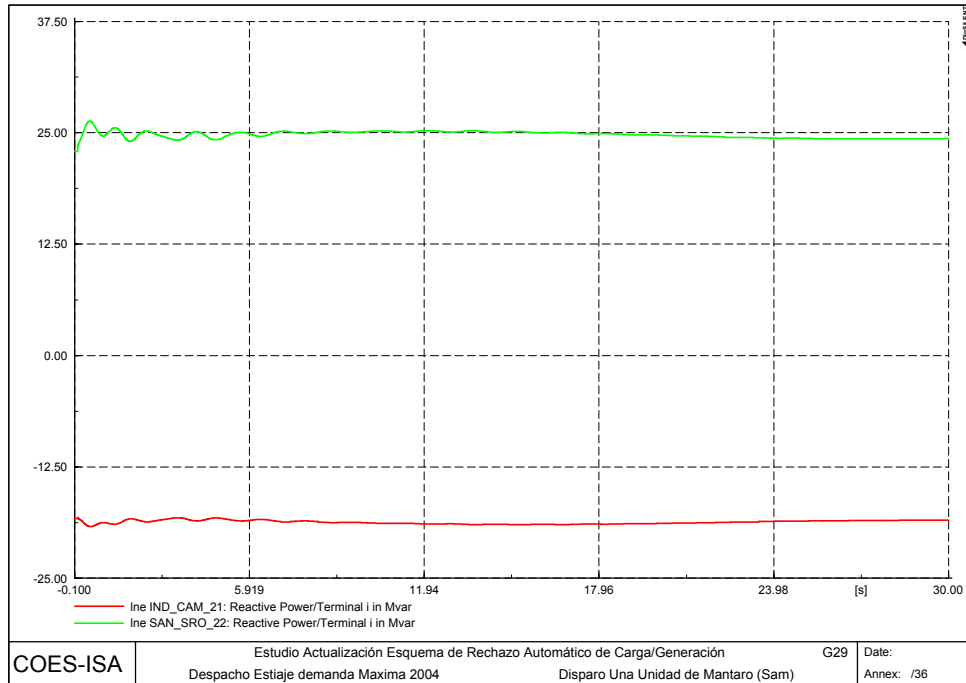


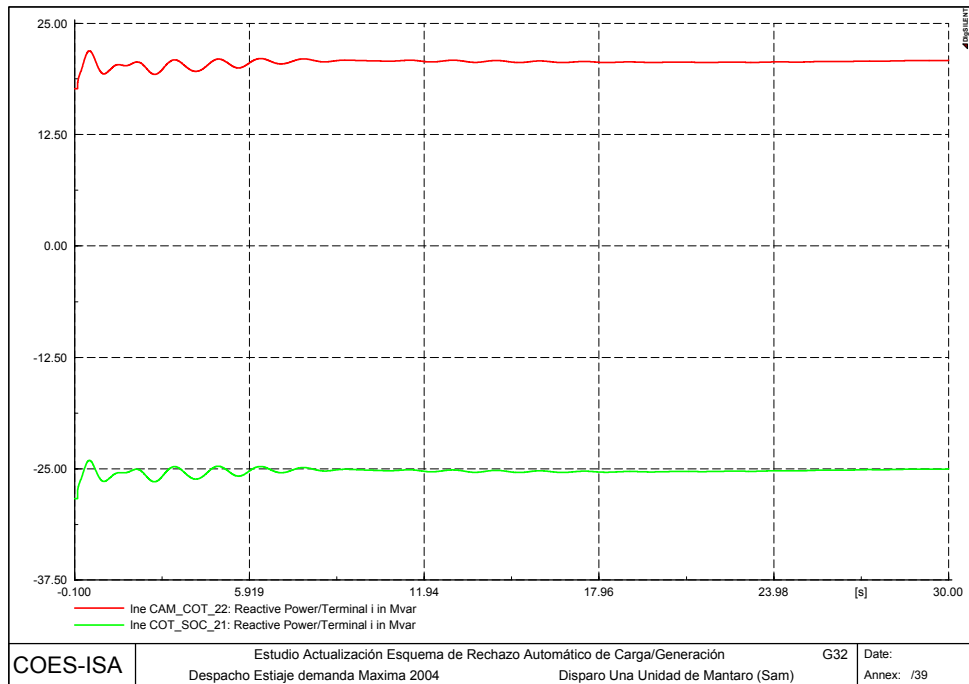
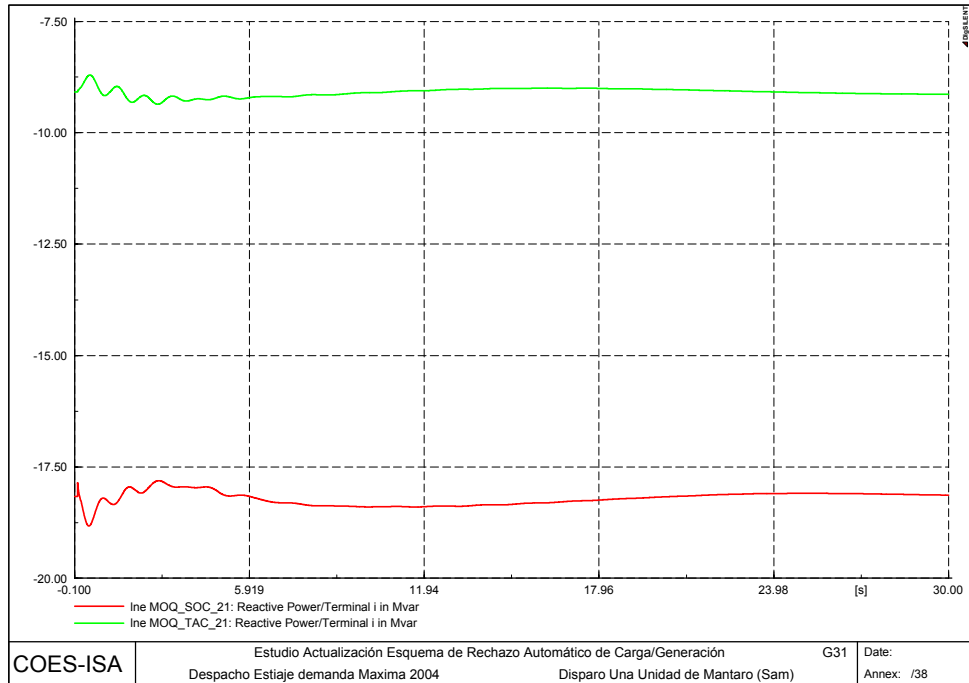
Los aportes Sur-Centro aumentan de manera paralela de 80 MW hasta valores cercanos a los 100 MW, haciendo evidente una oscilación de potencia amortiguada a través de esta conexión en el orden de 0.65 Hz, ver Figura G26, como impacto inicial del evento.

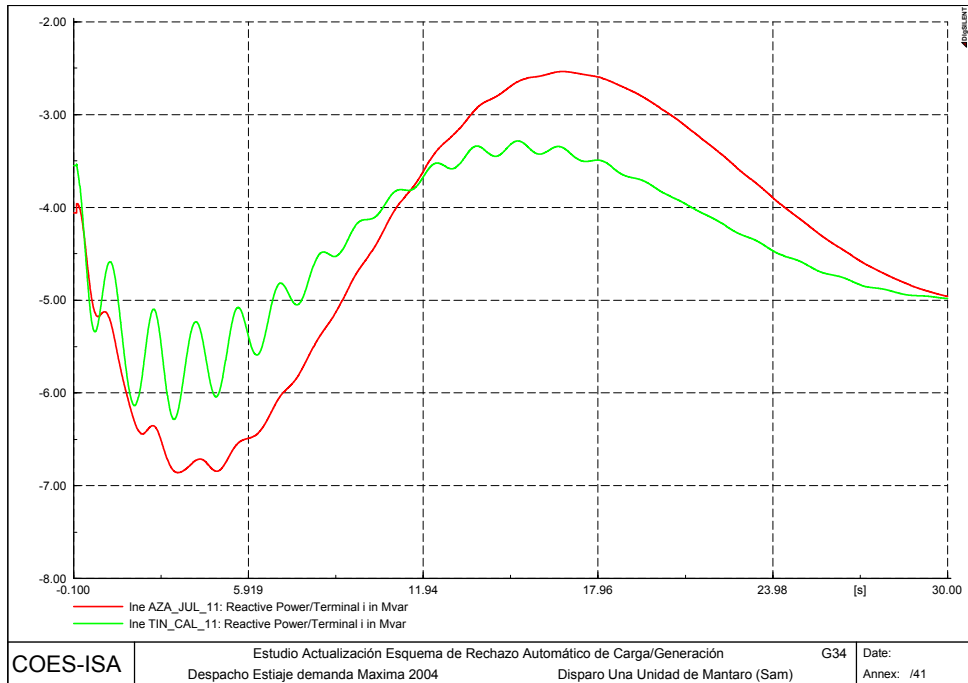
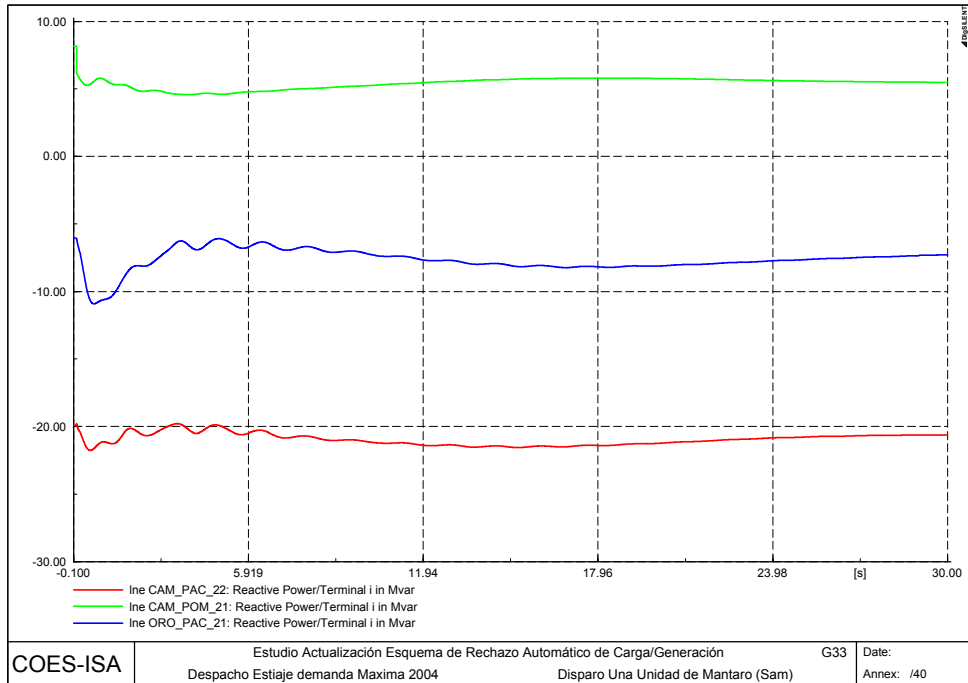




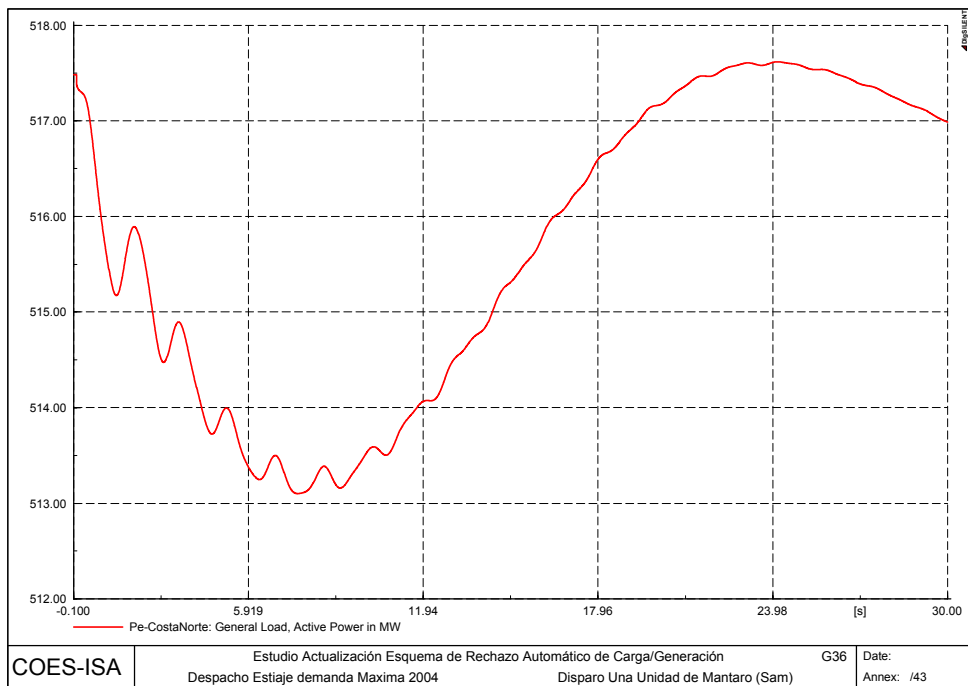
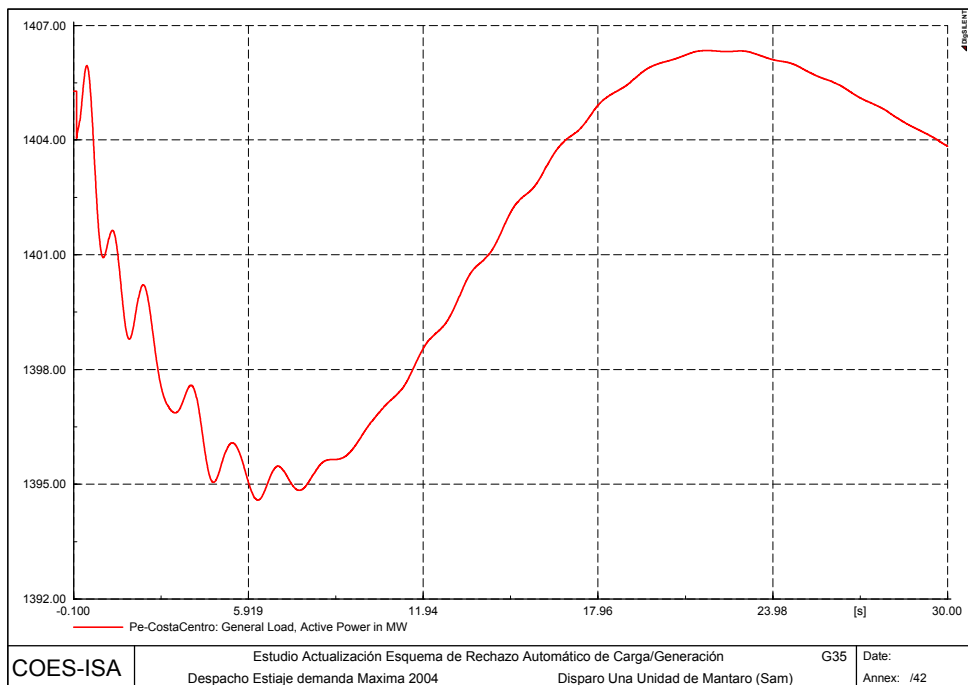
Las transferencias de potencia reactiva no sufren mayores variaciones, tal como se observa en las Figuras 29 a 34.

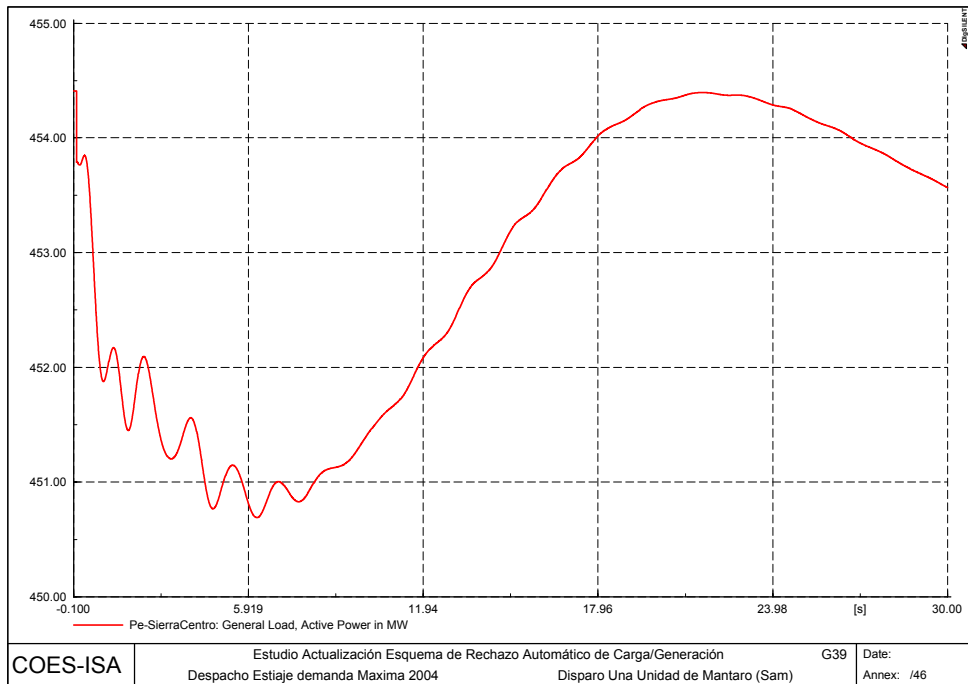
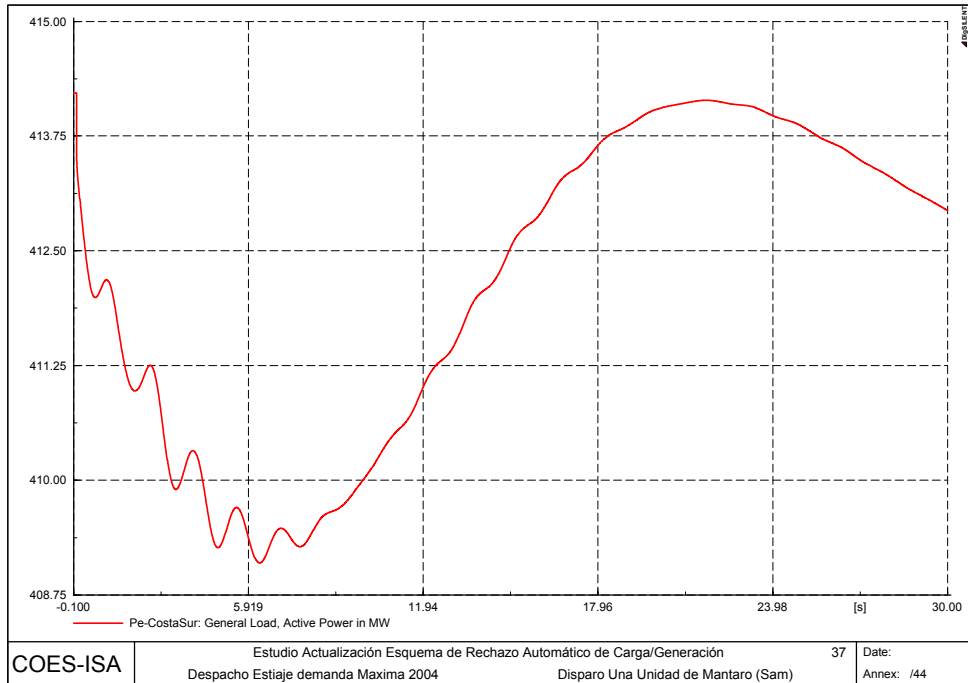


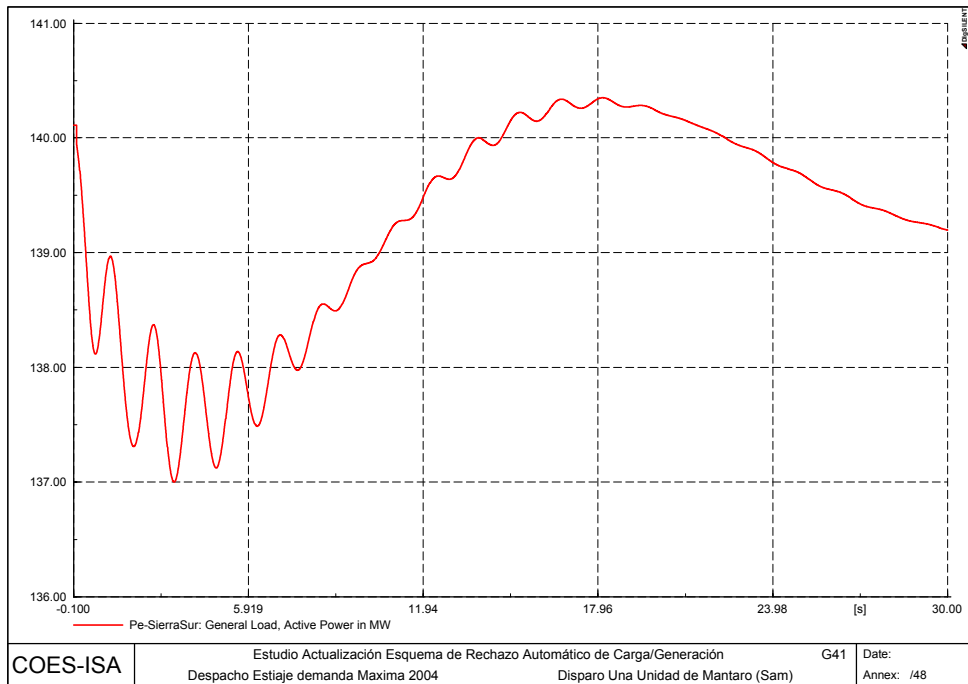
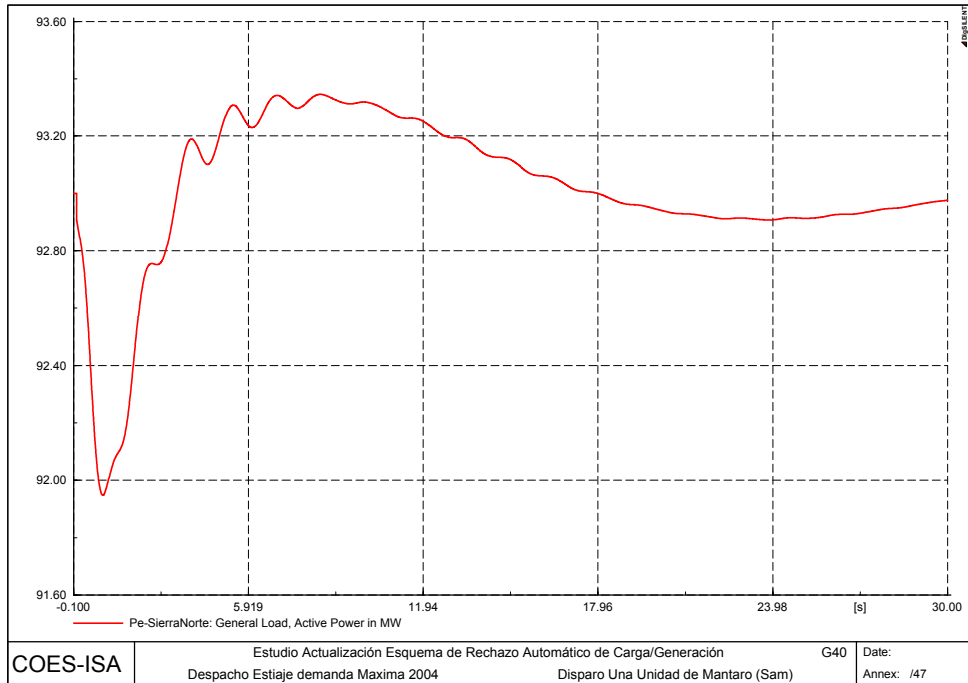




Finalmente, las Figuras G35 a G41 muestran la evolución consolidada de la carga en el modelo de análisis eléctrico frente a su sensibilidad a la tensión, a la frecuencia, a la regulación primaria de frecuencia y a las oscilaciones de potencia resultantes del evento.



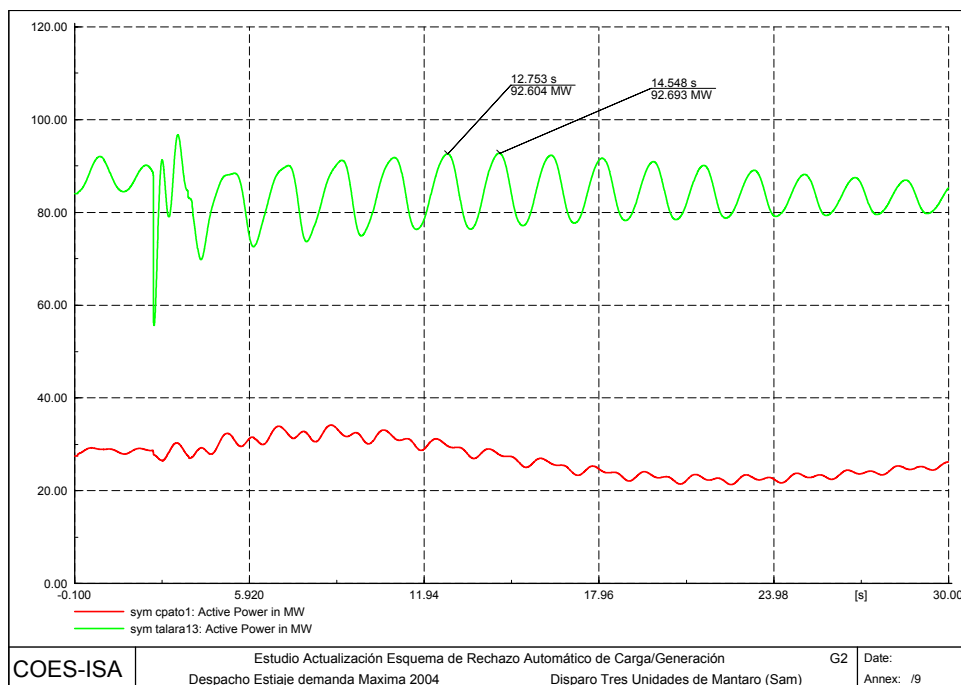


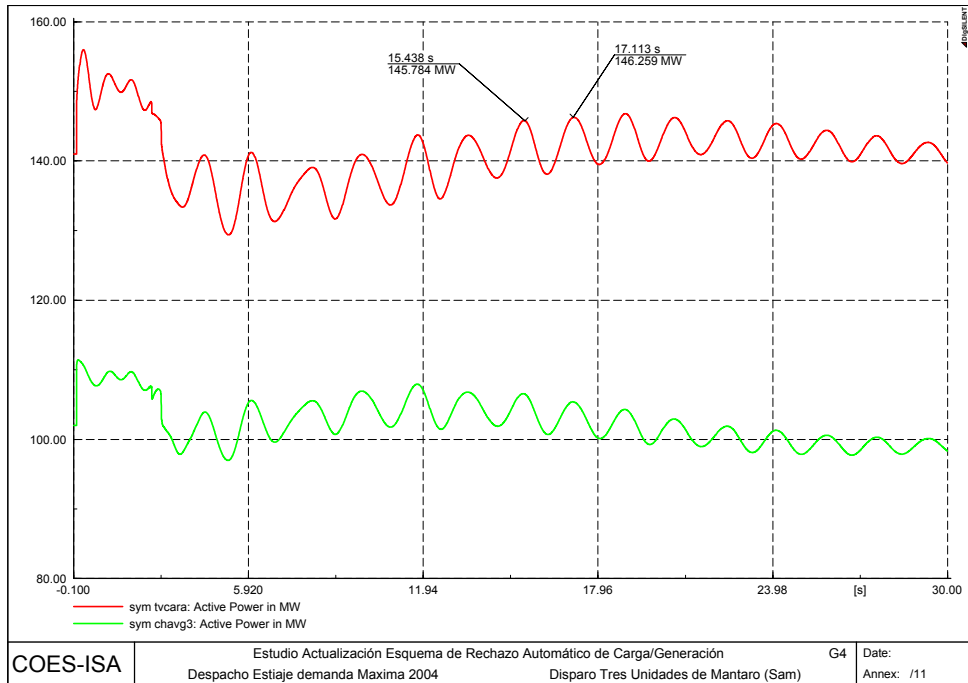
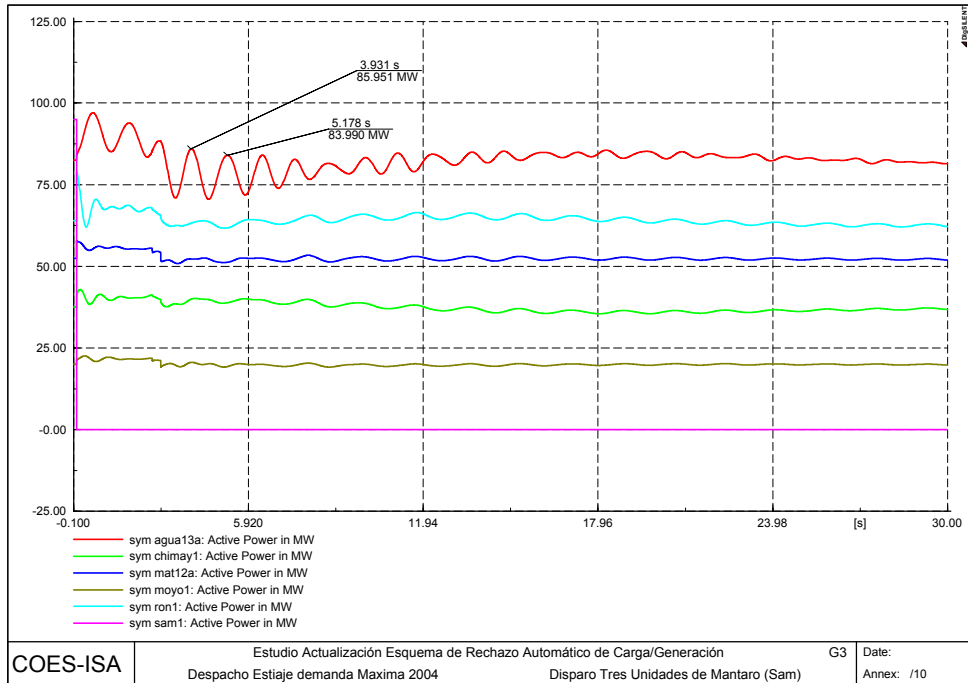


A1.2 EV2: DISPARO DE TRES UNIDADES DE MANTARO CON 285 MW

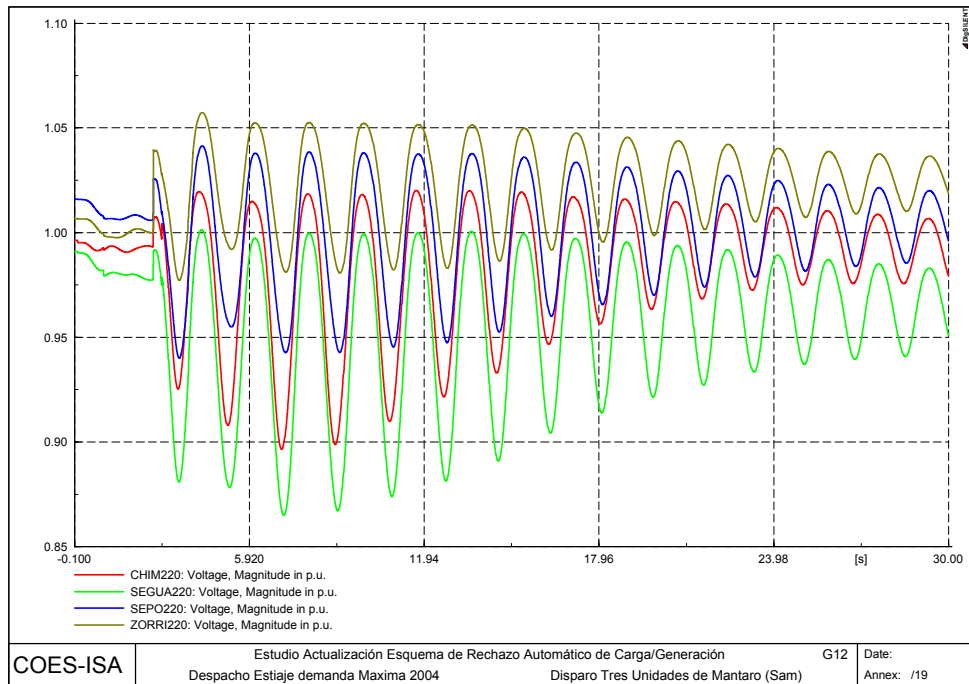
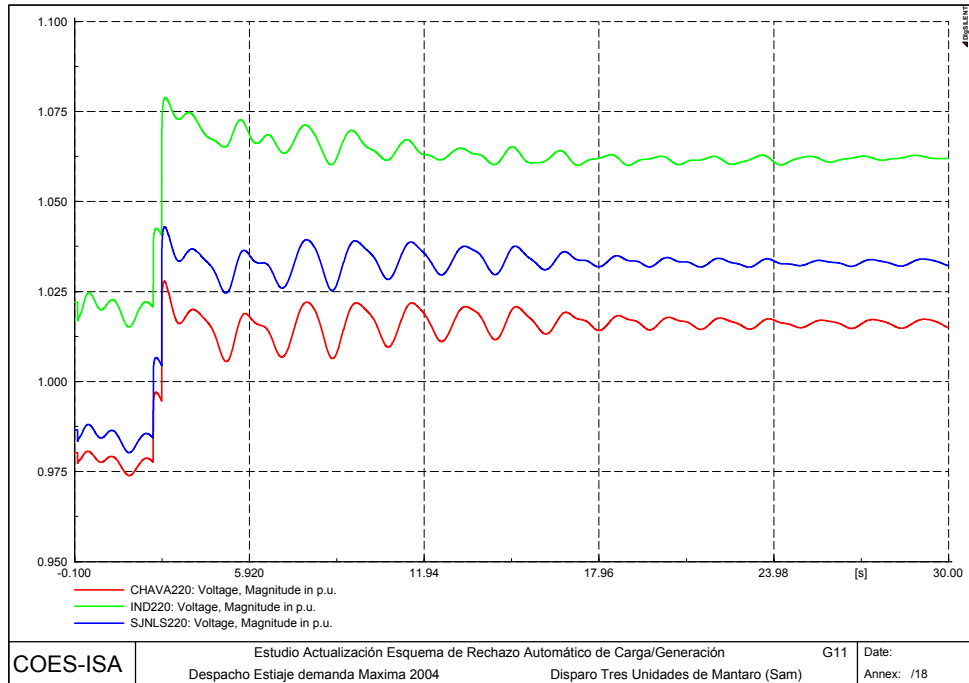
El desbalance es del 8.95% con respecto a la generación y produce una caída de la frecuencia hasta valores del orden de 58.77 Hz con una pendiente máxima de -0.78 Hz/s en el Norte del SEIN, y con una recuperación rápida a los valores nominales mediante la actuación del esquema de rechazo de carga por mínima frecuencia que desconecta 302 MW (10%). Operaron las etapas de umbral de frecuencia con 3.48% en la Etapa 1, con 6.25% en la Etapa 2, y se presentó una mínima actuación de la Etapa 3 con un 0.25%, fundamentalmente en la Zona Norte. Adicionalmente, se presentó apertura de la Interconexión con Ecuador, sumando 82 MW a la carga desatendida, para un total de desconexión del 12.7%. Por lo tanto, la recuperación de la frecuencia alcanzó valores del orden de 60.97 Hz con evolución posterior alrededor de las condiciones nominales.

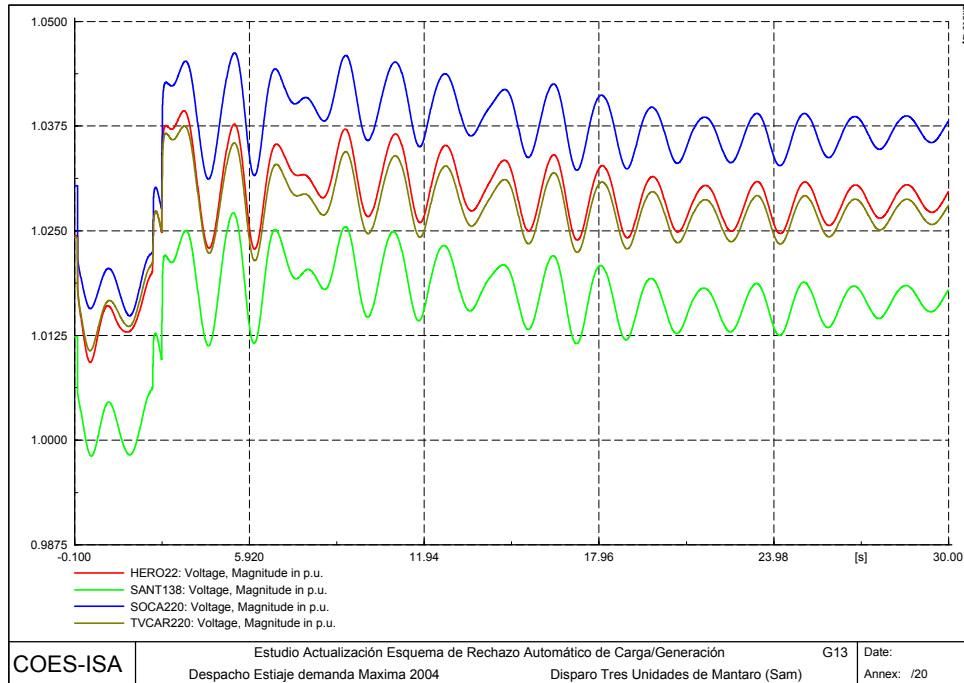
La respuesta de Talara, posterior a la desconexión de carga, es de naturaleza oscilatoria ligeramente amortiguada, con una frecuencia del orden de 0.56 Hz, reflejada en contrafase con las plantas del Sur del SEIN. De manera paralela, Aguaytía presenta una oscilación del orden de 0.8 Hz.



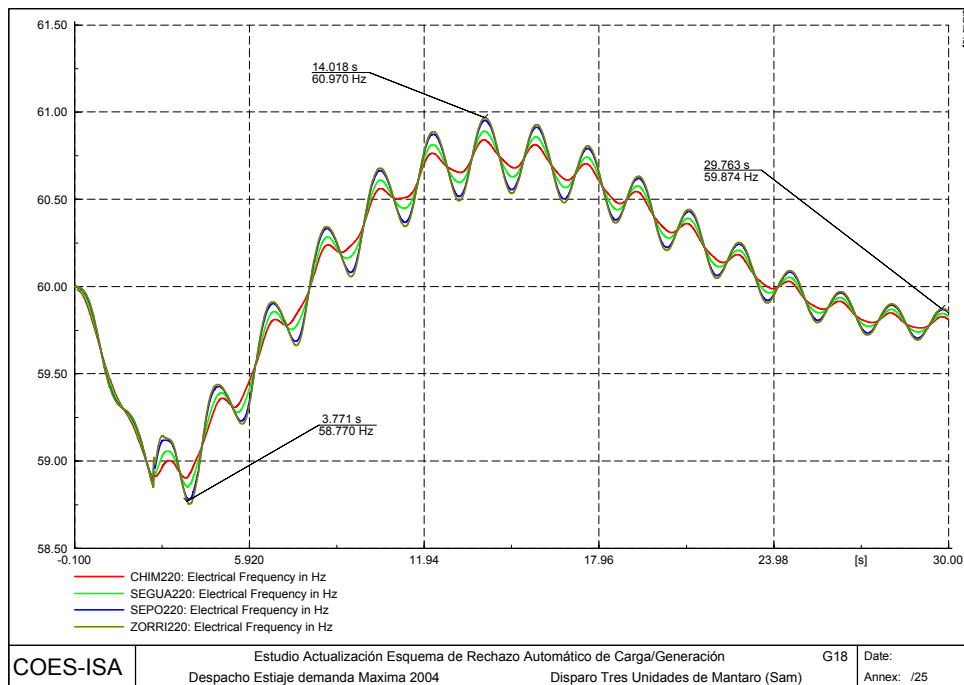


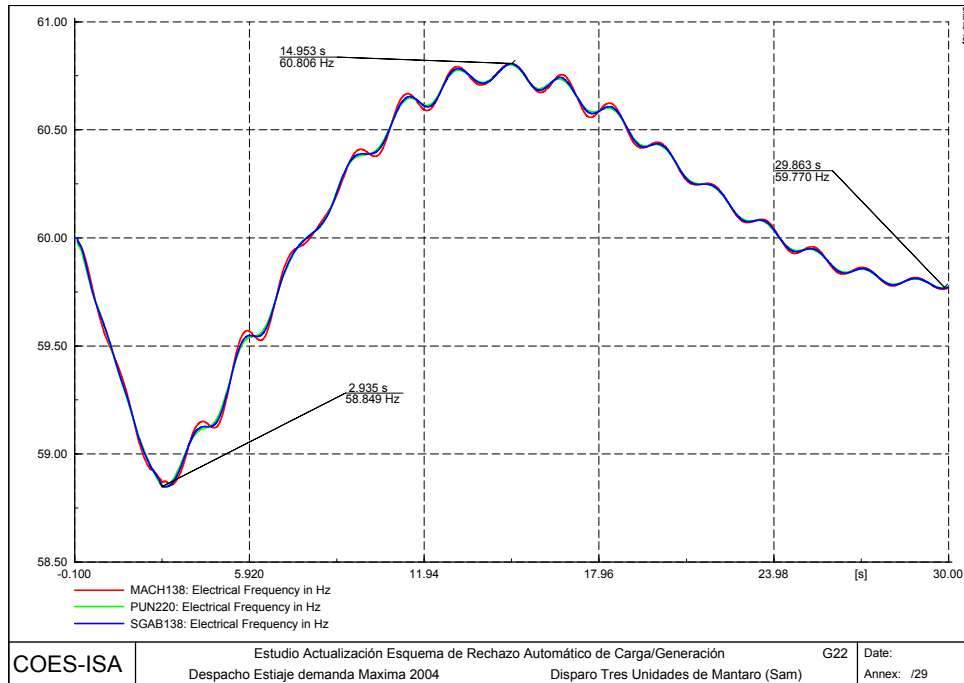
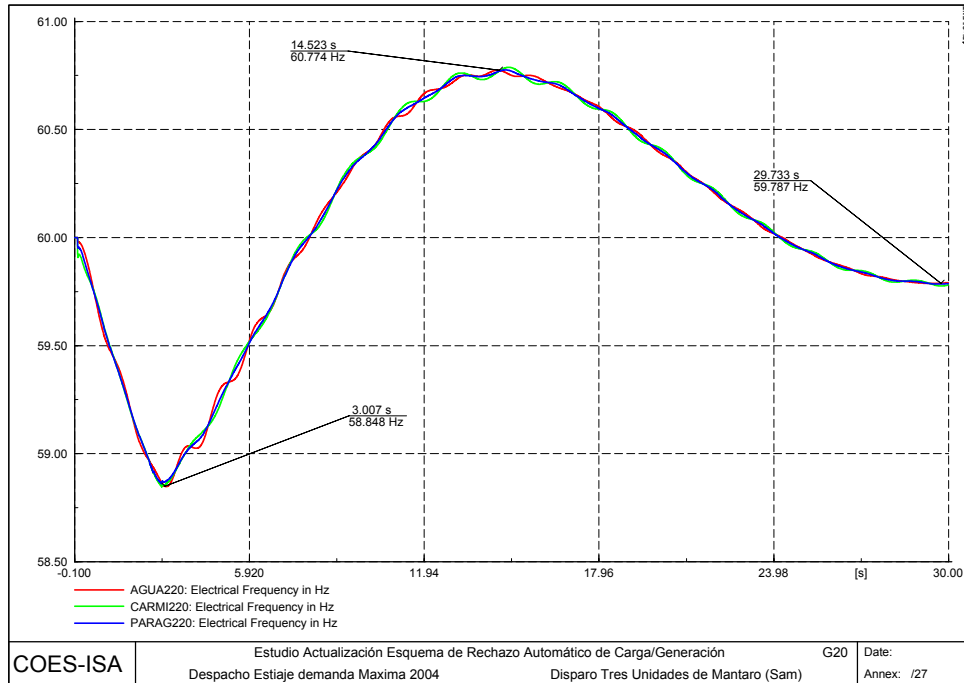
Debido a la caída de la frecuencia, se presentan aperturas de algunos condensadores con un total de 4.5 MVar. Las tensiones resultantes son superiores a la condición de prefalla, de naturaleza oscilatoria en las zonas Norte y Sur del SEIN.



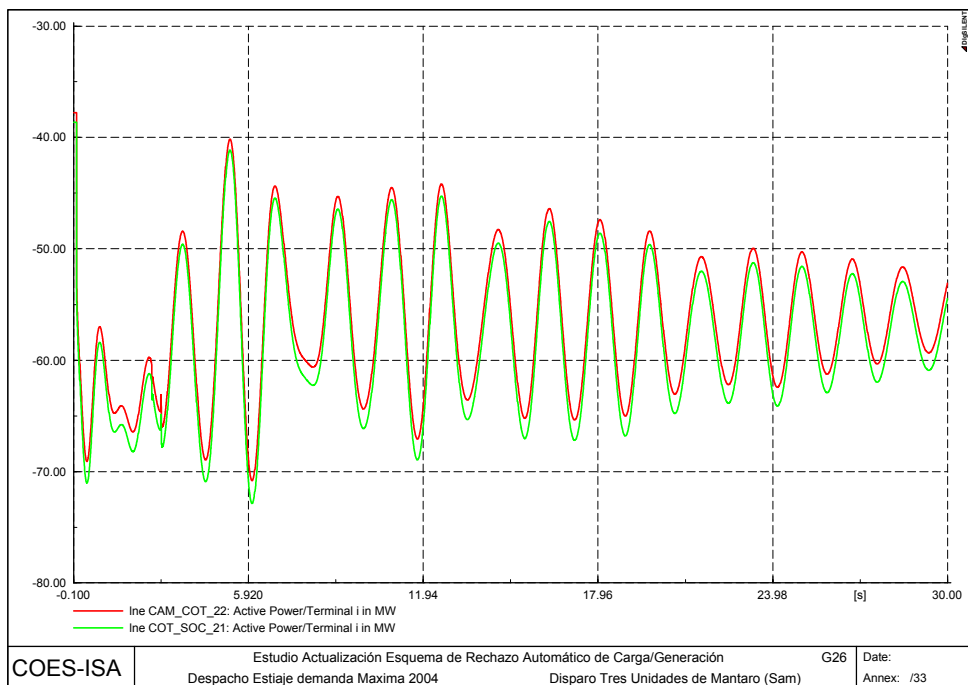
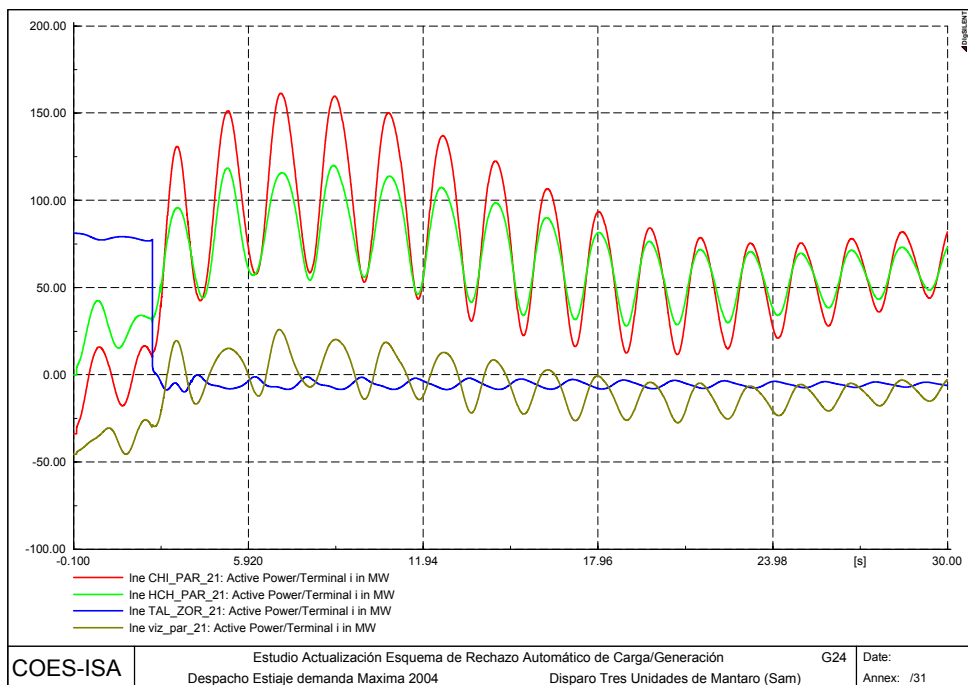


La evolución de la frecuencia muestra un valor mínimo en la zona Norte de 58.77 Hz mientras que en las zonas Centro y Sur la frecuencia no cae por debajo de 58.8 Hz. En la fase de recuperación, la frecuencia presenta una oscilación pronunciada en las zonas Norte y Sur y leve en la zona central, coherente con la respuesta de tensión.





Cabe anotar que la pérdida de carga ocasiona la redistribución de flujos de potencia. En este caso, la transferencia de potencia activa a través de la línea Chimbote – Paramonga pasa de 34 MW dirección Norte hasta un valor promedio de 110 MW en dirección Sur, observándose además una oscilación a través de la línea. De igual forma, las líneas Cotaruse – Socabaya aumentan su transferencia Sur - Norte de 80 MW a 110 MW en promedio.



A1.3 EV3: DISPARO DE CUATRO UNIDADES DE MANTARO CON 380 MW

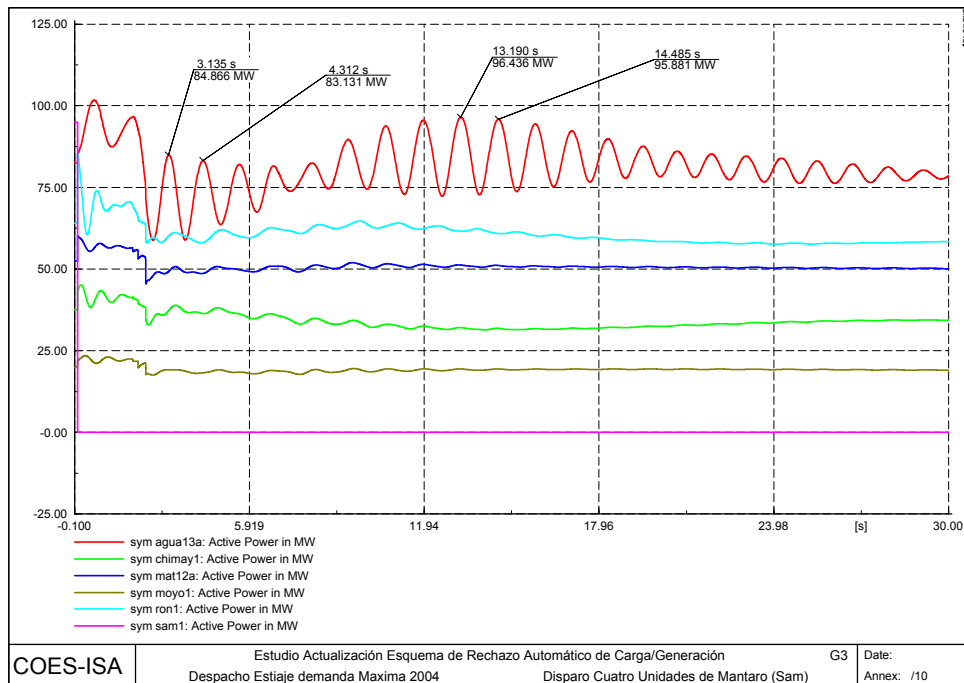
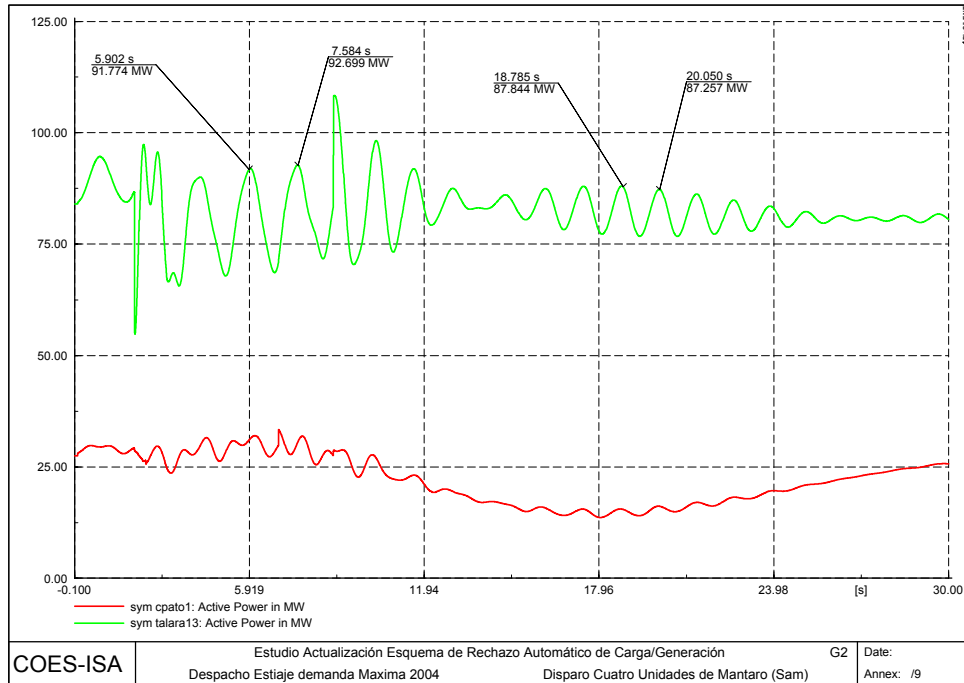
El desbalance es del 11.91% con respecto a la generación y produce una caída de la frecuencia hasta valores del orden de 58.75 Hz con una pendientes diferentes en las áreas del SEIN, -1.0 Hz/s en el Norte, -0.84 Hz/s en el Sur y valores de menor pendiente el Zona Centro. La frecuencia presenta una rápida recuperación superiores al nominal mediante la actuación del esquema de rechazo de carga por mínima frecuencia que desconecta 536 MW (17.72%). Operan tres (3) etapas de umbral de frecuencia con un total de 17.55% distribuidos en 3.45% en la Etapa 1, 6.25% en la Etapa 2 y 7.84% en la Tercera Etapa. Además, se presentó desconexión de carga por derivada de frecuencia en las tres primeras etapas con un total del 0.17%.

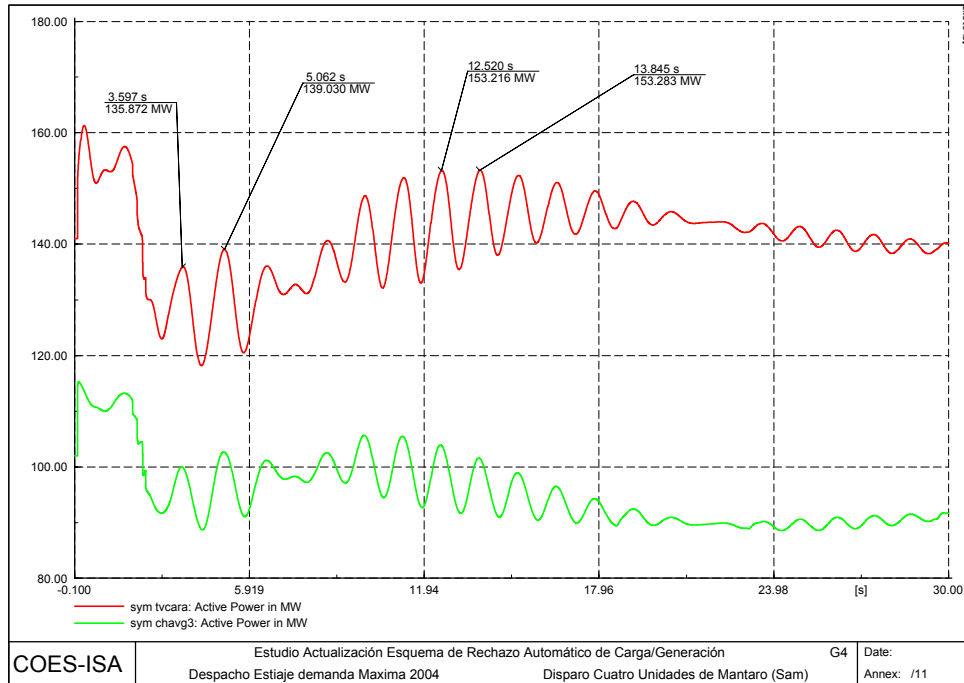
Adicionalmente, se presentó apertura de la Interconexión con Ecuador, sumando 82 MW a la carga desatendida, para un total de desconexión del 20.4%.

Debido a la situación descrita, la simulación muestra que la frecuencia alcanza valores del orden de 62.0 Hz provocando la actuación del esquema de rechazo de generación por sobrefrecuencia desconectando 62.2 MW (Unidad 4 de Cañón del Pato, Tumbes, Cempacas, Piura y Malacas) permitiendo de manera conjunta con la regulación de frecuencia una recuperación a condiciones nominales con evolución posterior alrededor de las condiciones nominales.

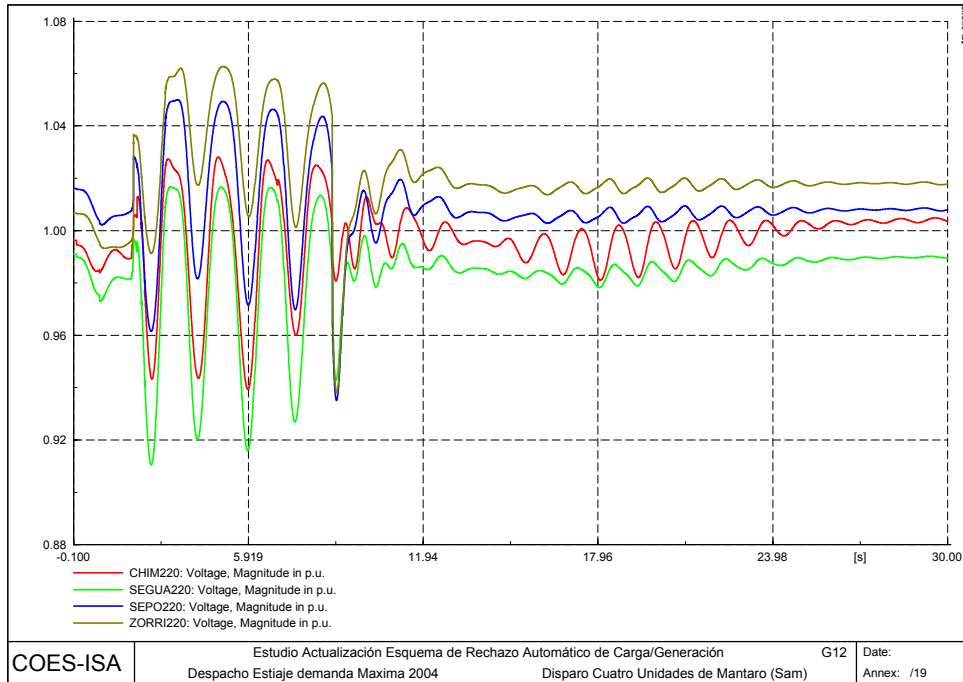
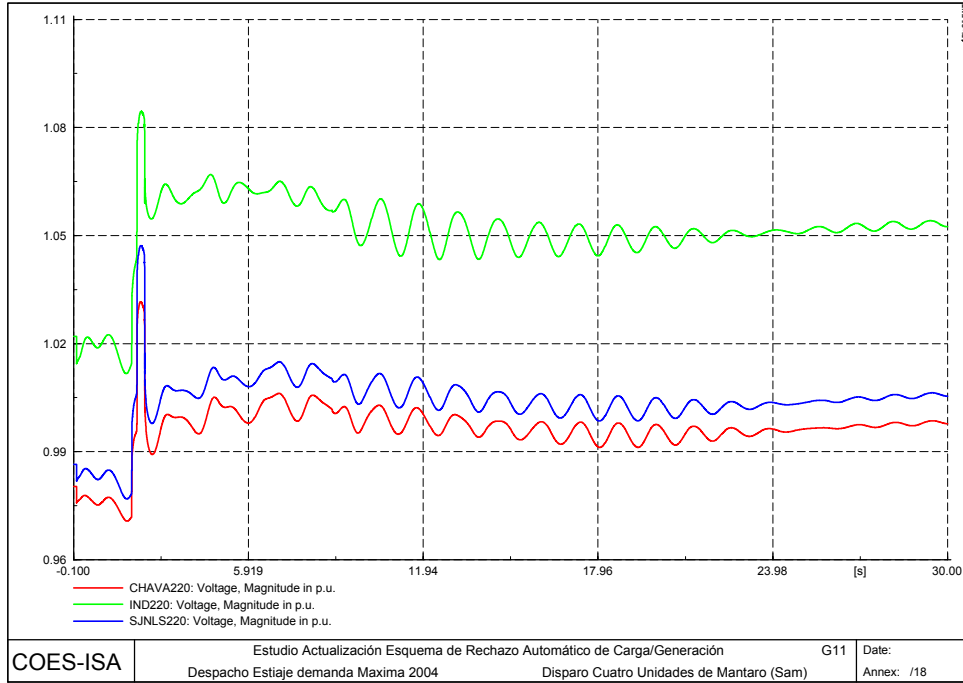
En toda la evolución del evento se desconectan 342.65 MVAR controlando las tensiones del SEIN.

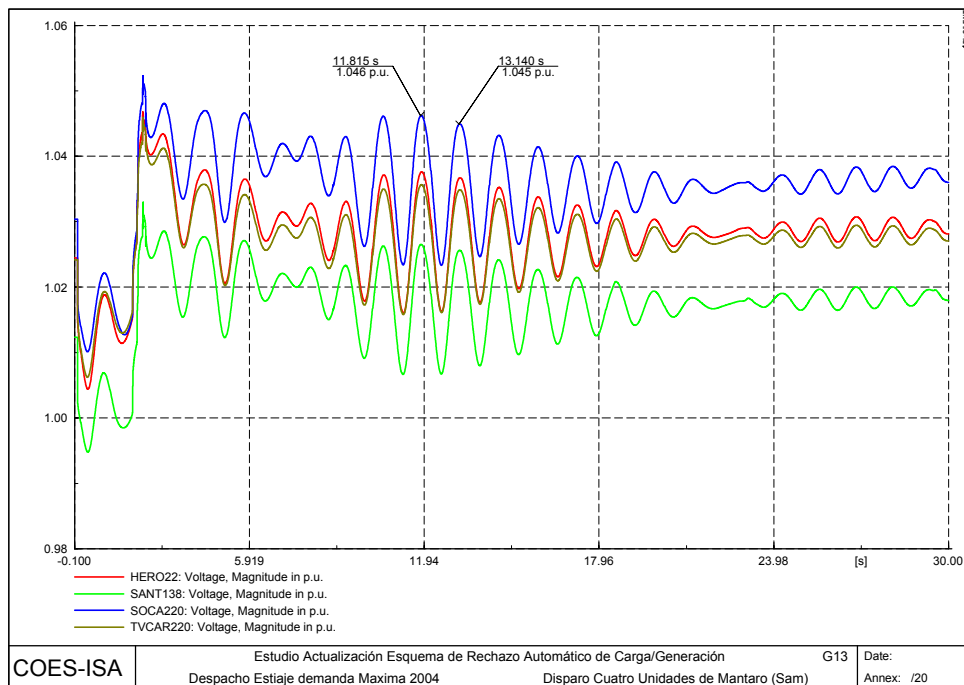
Según lo indicado por el análisis modal, la respuesta de la generación ante los eventos es de naturaleza oscilatoria ligeramente amortiguada. En este caso y durante la evolución inicial del evento, Talara participa en un modo del orden de 0.6 Hz y luego del rechazo de generación participa en el modo de 0.8 Hz, con Aguaytía y las plantas de la Zona Sur, ver Figuras G2 a G4.



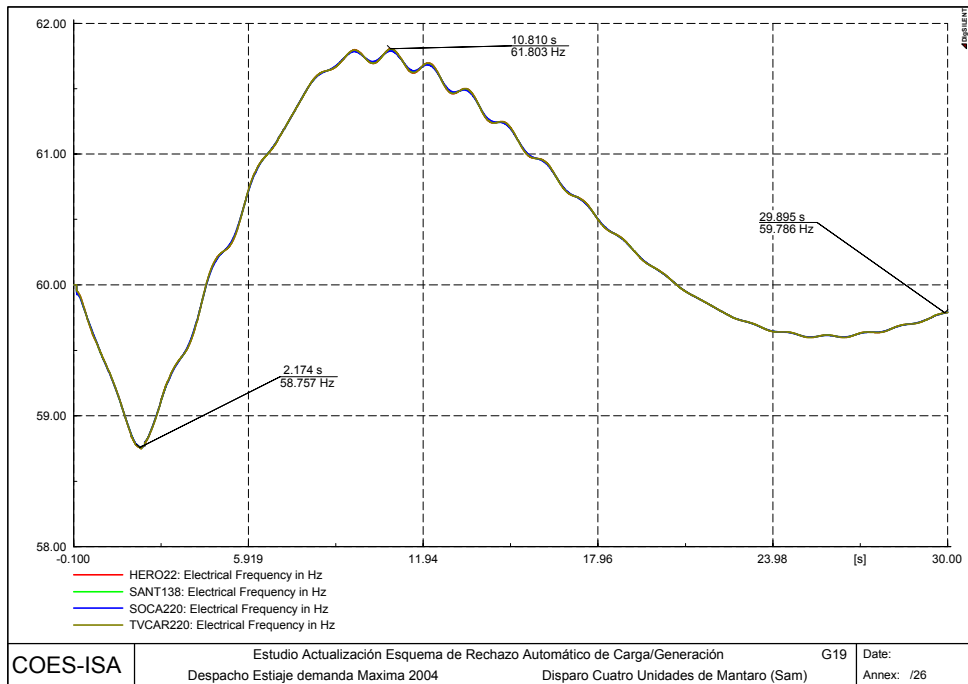
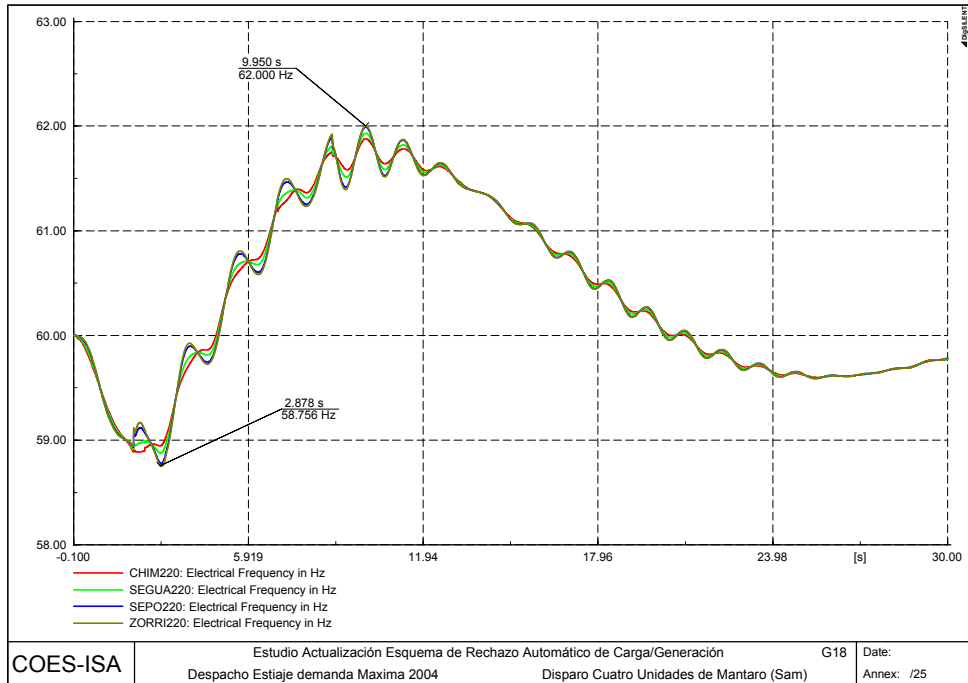


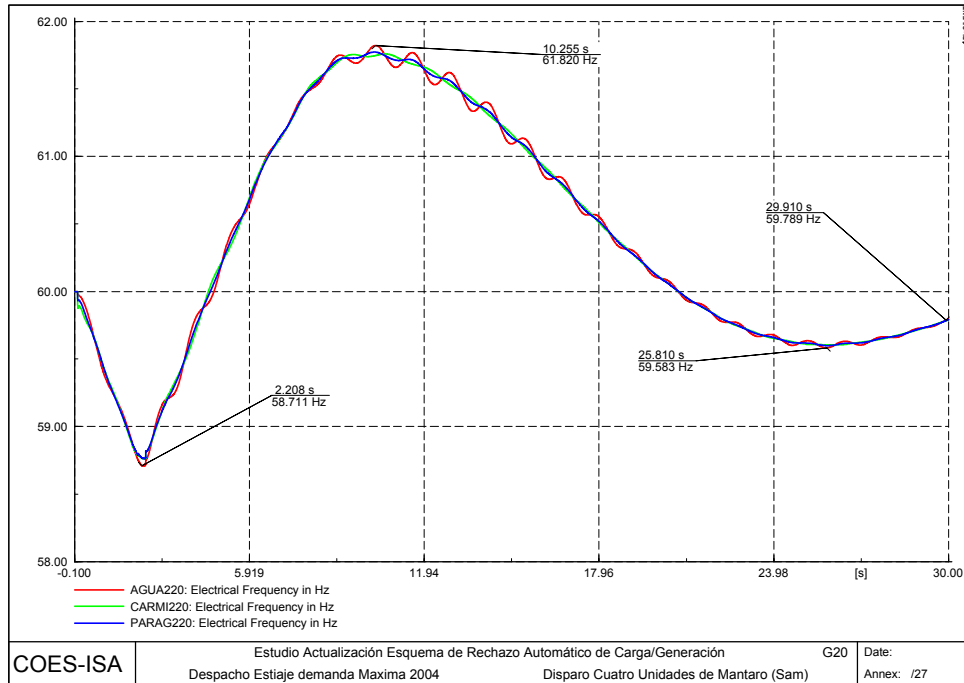
Con la desconexión de condensadores siguiendo la naturaleza del evento, la tensión evoluciona dentro de los rangos de operación y presenta naturaleza oscilatoria en la Zona Norte durante la desconexión de carga, estabilizándose con el rechazo de generación. En la Zona Sur, la tensión presenta alguna variación al inicio del evento por la desconexión de carga y evoluciona con oscilación amortiguada después del rechazo de generación, ver Figuras G11 a G13.



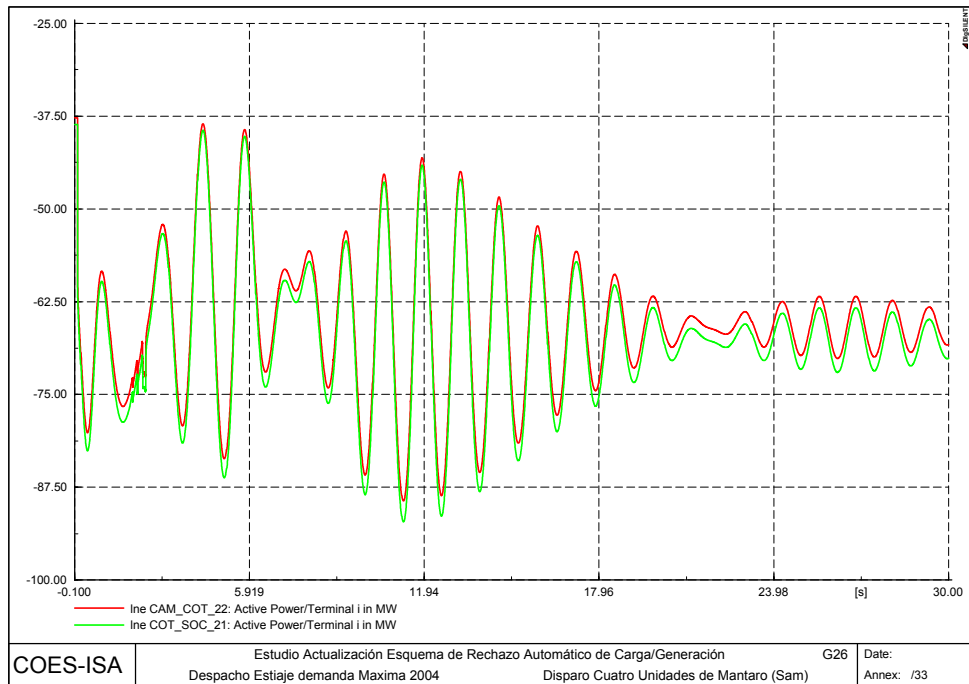
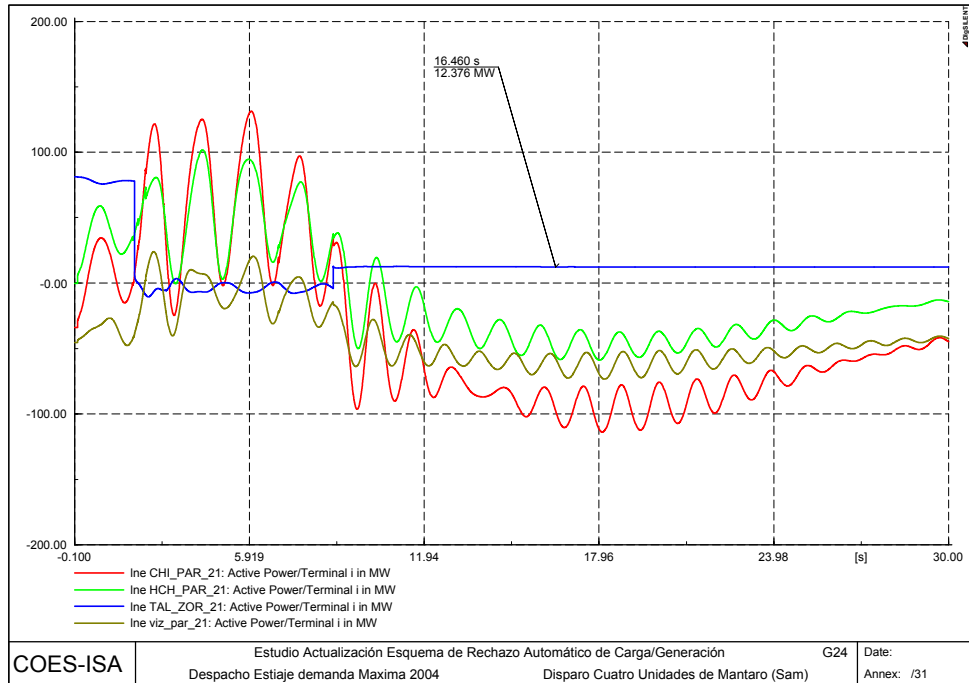


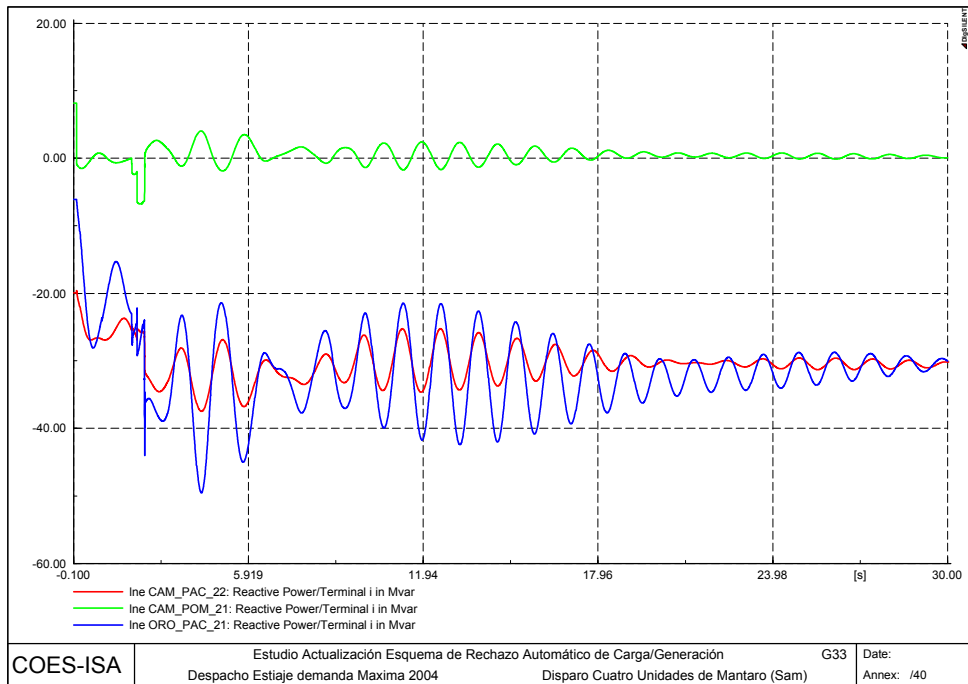
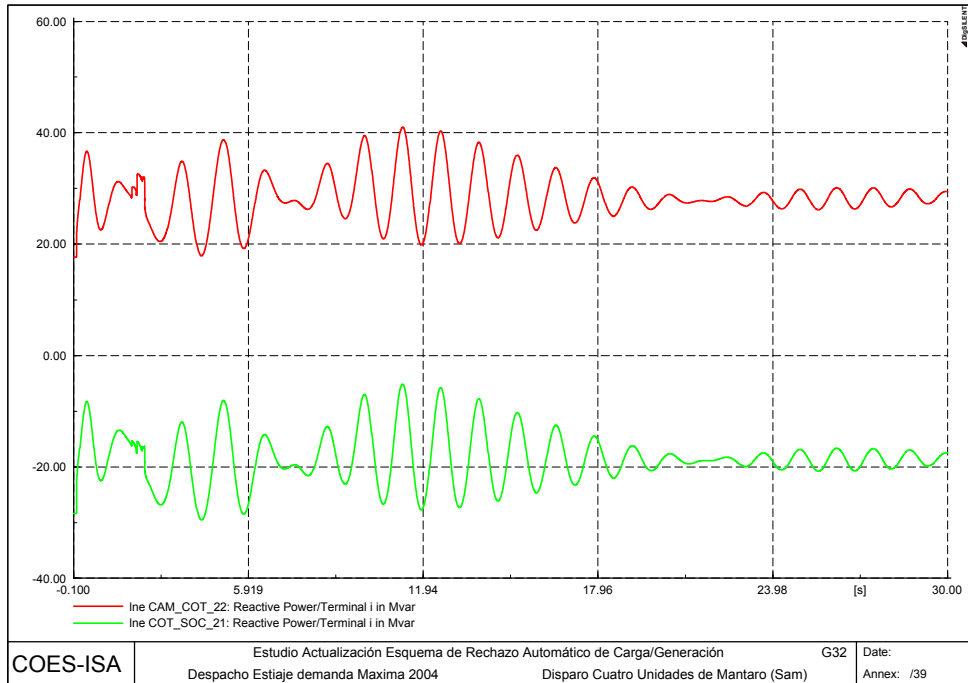
La evolución de la frecuencia muestra un valor mínimo de 58.71 Hz en Aguaytía y en la Zona Norte, y allí mismo llega a valores de recuperación del orden de 62 Hz con naturaleza oscilatoria, dando arranque al esquema de rechazo de generación del Sistema Norte. Luego, frente al rechazo de generación, la respuesta de la carga con la frecuencia y la regulación primaria, la frecuencia llega a condiciones normales dentro del intervalo de simulación, ver Figuras G18 a G20.





Es evidente que la evolución del evento provoca una redistribución de flujos de potencia. La transferencia de potencia activa a través de la línea Chimbote – Paramonga pasa de 34 MW dirección Norte hasta un valor promedio de 60 MW en dirección Sur por la presencia de oscilación, evolucionando a un promedio de 100 MW en la dirección norte después del rechazo de generación, ver Figuras G24 y G26. La transferencia Socabaya-Cotaruse aumenta de 40 MW por circuito a alrededor de 65 MW por circuito en presencia de oscilación amortiguada.





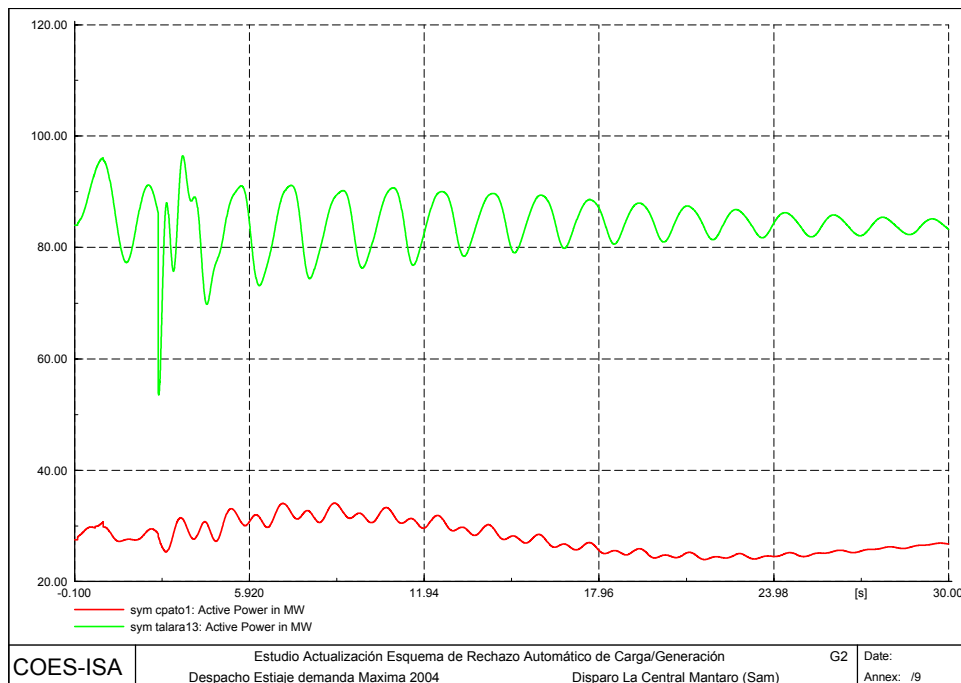
A1.4 EV4: DISPARO DE LA CENTRAL DE MANTARO CON 572 MW

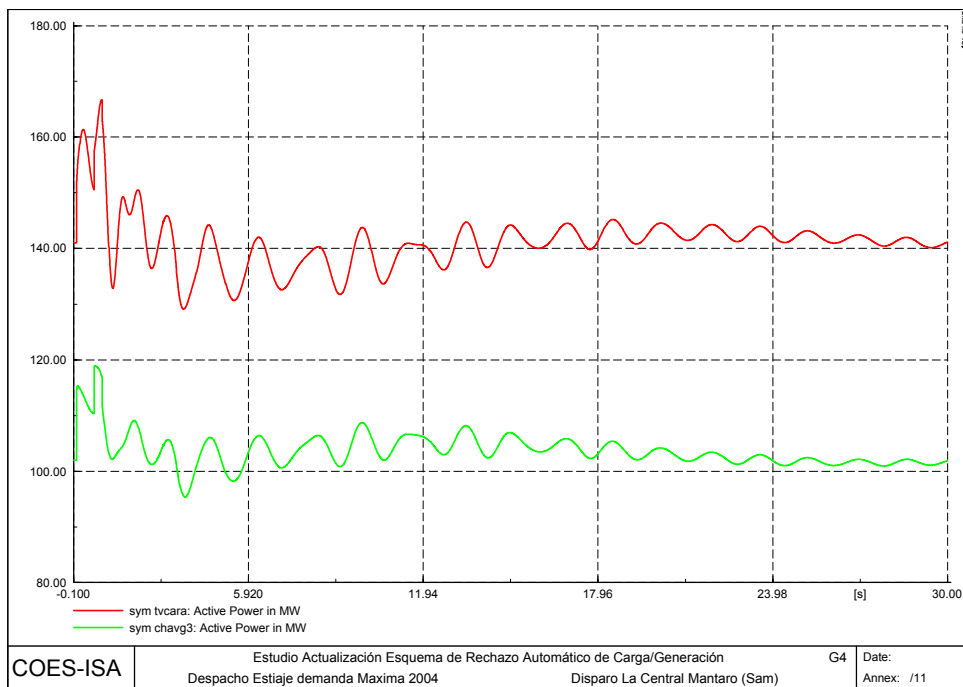
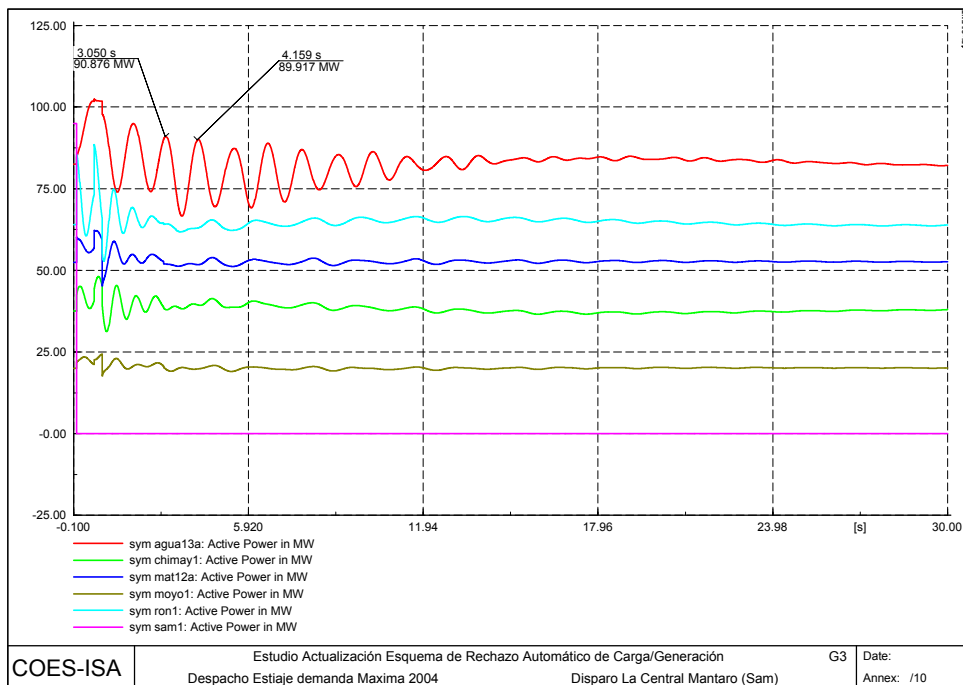
Este evento representa un desbalance generación – demanda del 18% con respecto a la generación y produce una caída de la frecuencia hasta valores del orden de 58.88 Hz con pendientes diferentes en las áreas del SEIN, -1.2 Hz/s en la Zona Norte y menores pendientes en las Zonas Sur y Centro. La frecuencia se recupera rápidamente a valores nominales mediante la actuación del esquema de rechazo de carga por mínima frecuencia que desconecta 480 MW (15.87%). Operan una (1) etapa por umbral de frecuencia con un total de 1.8% equivalente a 54.6 MW, y tres (3) etapas por derivada de frecuencia con un total de 14.07% equivalentes a 425.41 MW. Las desconexión por derivada de frecuencia corresponde a 2.53% en la Etapa 1, 4.98% en la Etapa 2 y 6.55% en la Etapa 3.

Adicionalmente, se presentó apertura de la Interconexión con Ecuador, sumando 82 MW a la carga desatendida, para un total de desconexión del 18.6%.

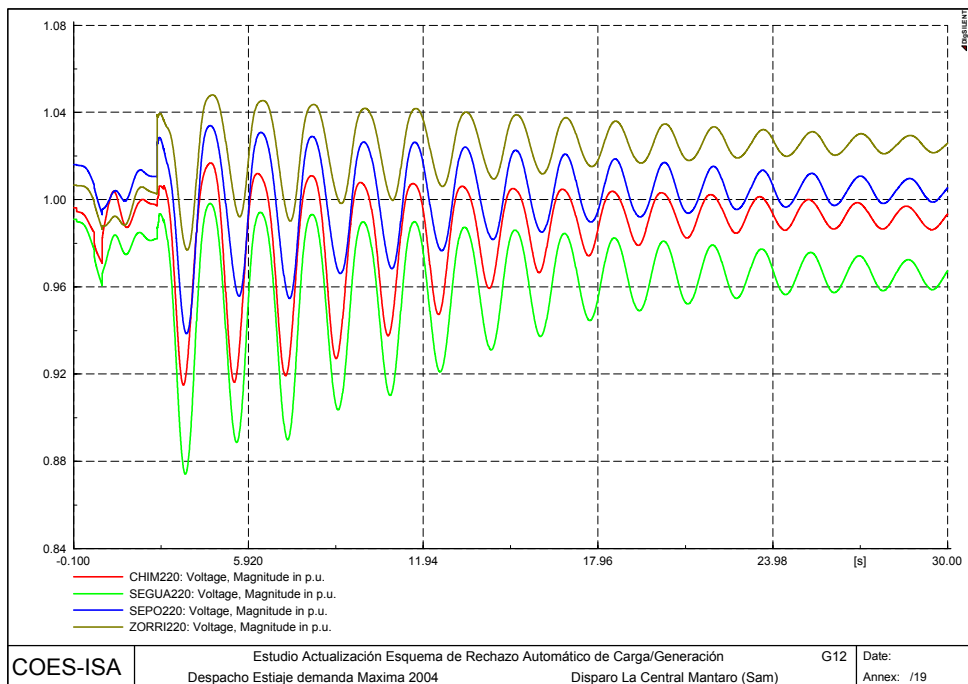
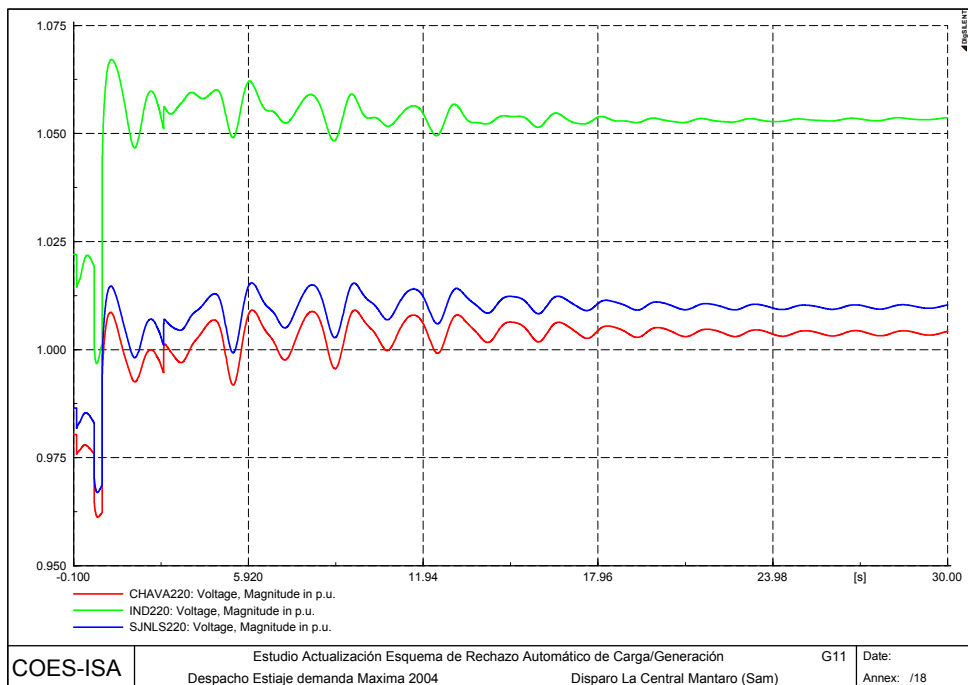
En toda la evolución del evento se desconectan 310.6 MVar controlando las tensiones del SEIN.

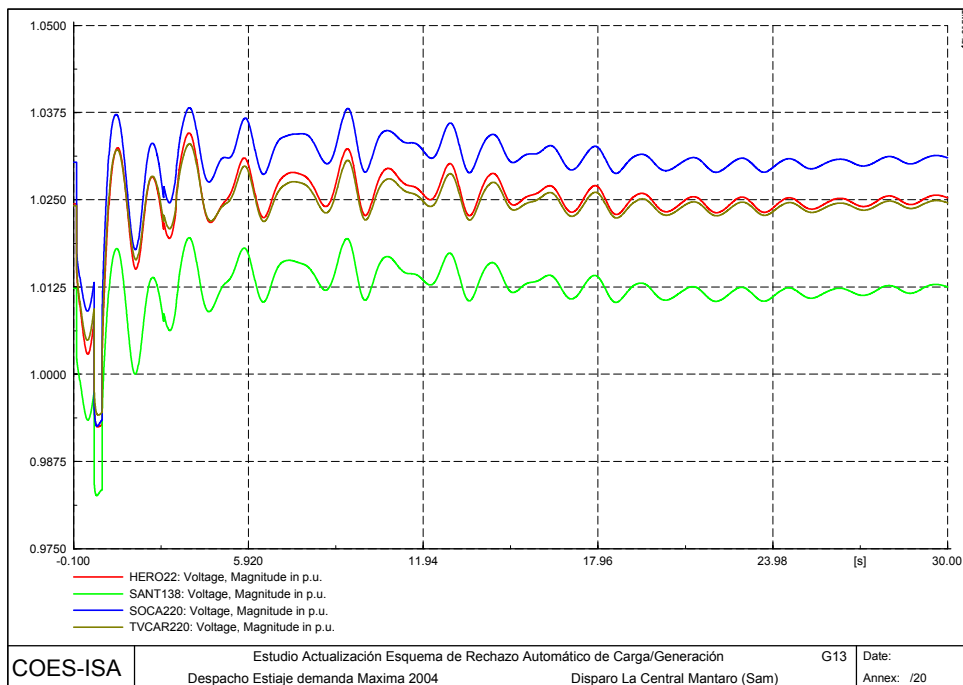
Las Figuras G2 a G4 muestran la respuesta de la generación del SEIN ante el evento, haciendo evidente la naturaleza oscilatoria ligeramente amortiguada.



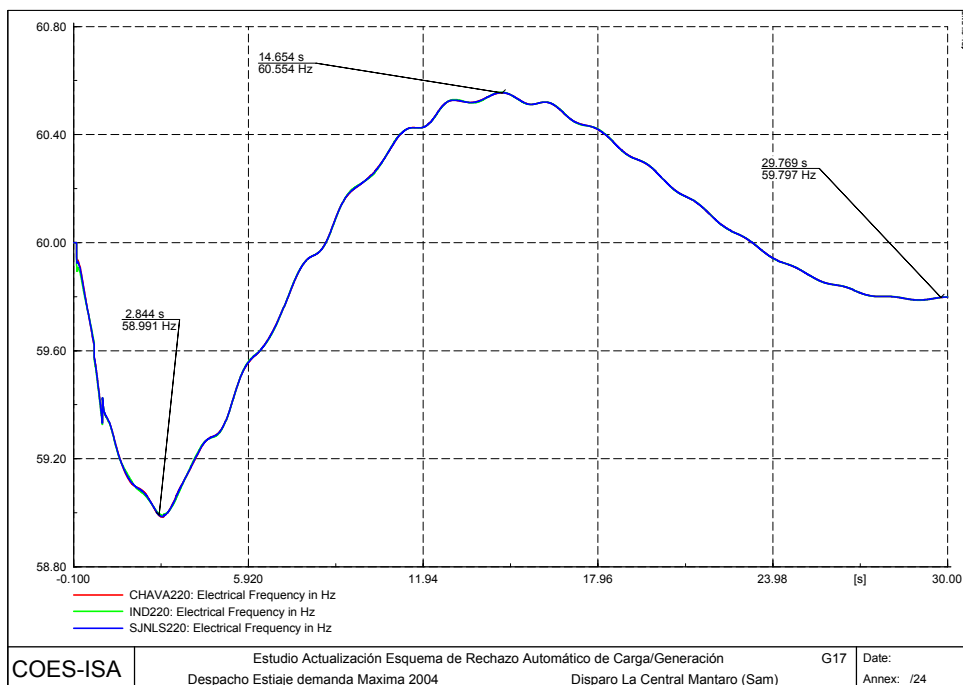


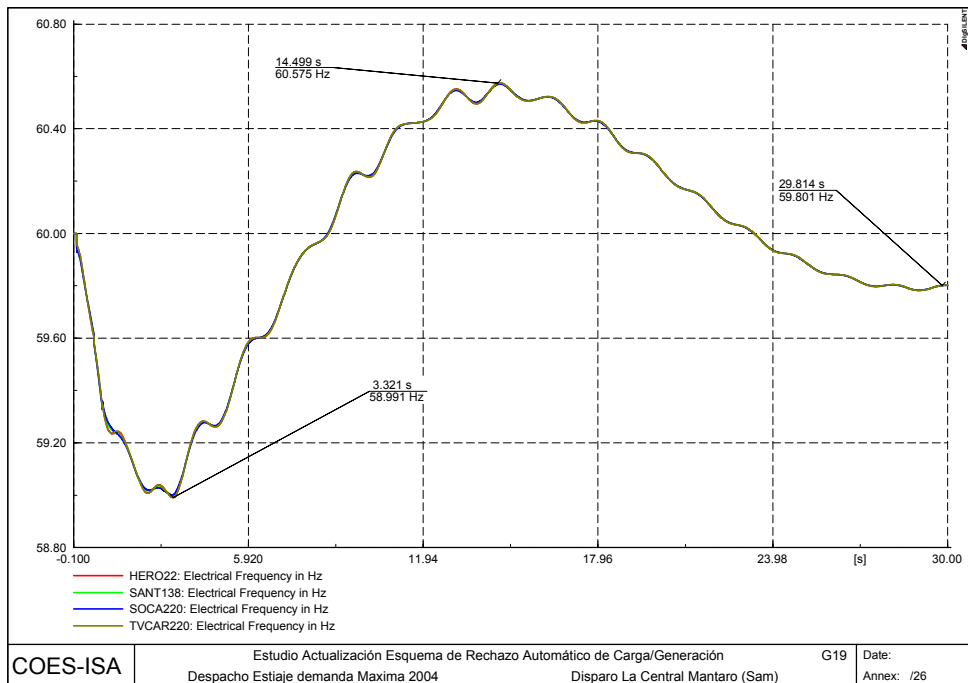
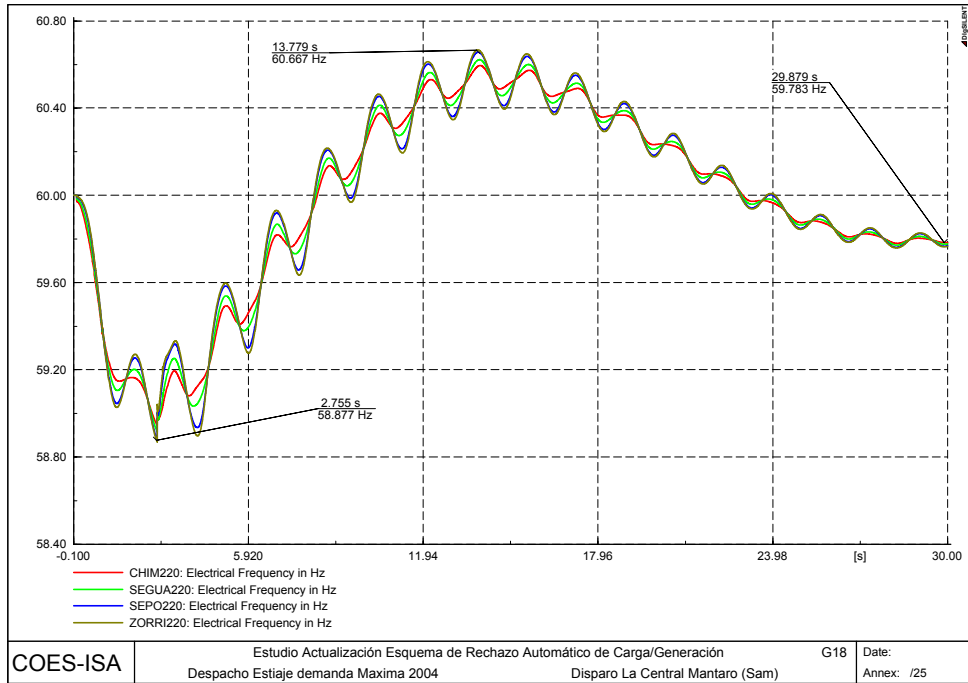
La tensión evoluciona dentro de los rangos normales de operación, aún frente a la magnitud del evento por la desconexión coordinada de condensadores y la respuesta de las unidades de generación. Además, después de la desconexión de carga presenta naturaleza oscilatoria en la Zona Norte amortiguándose durante el período de análisis. En las Zonas Centro y Sur presenta una evolución estable, ver Figuras G11 a G13.

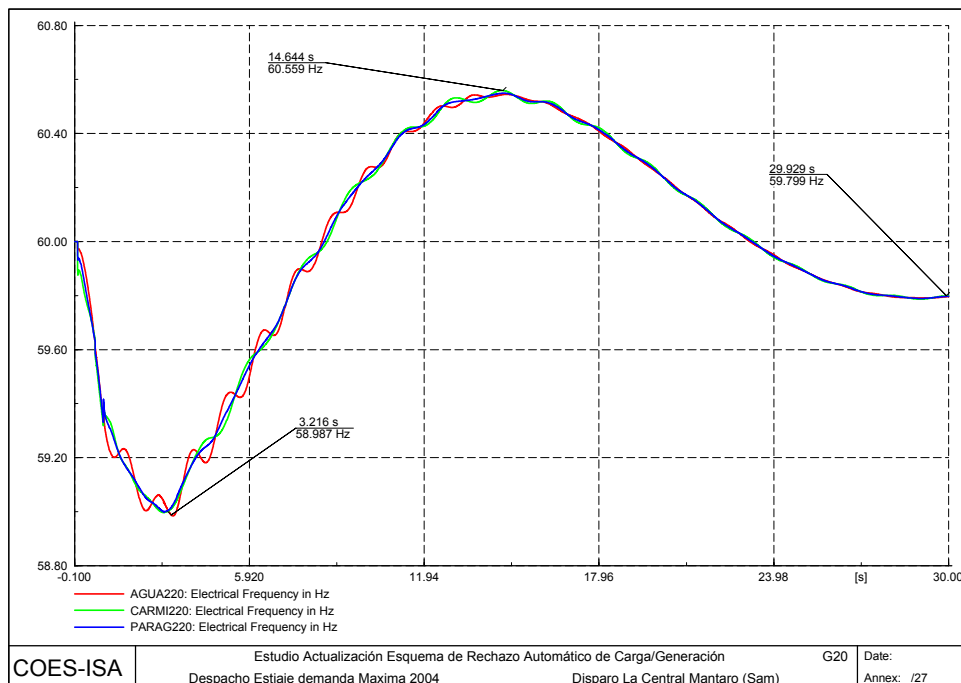




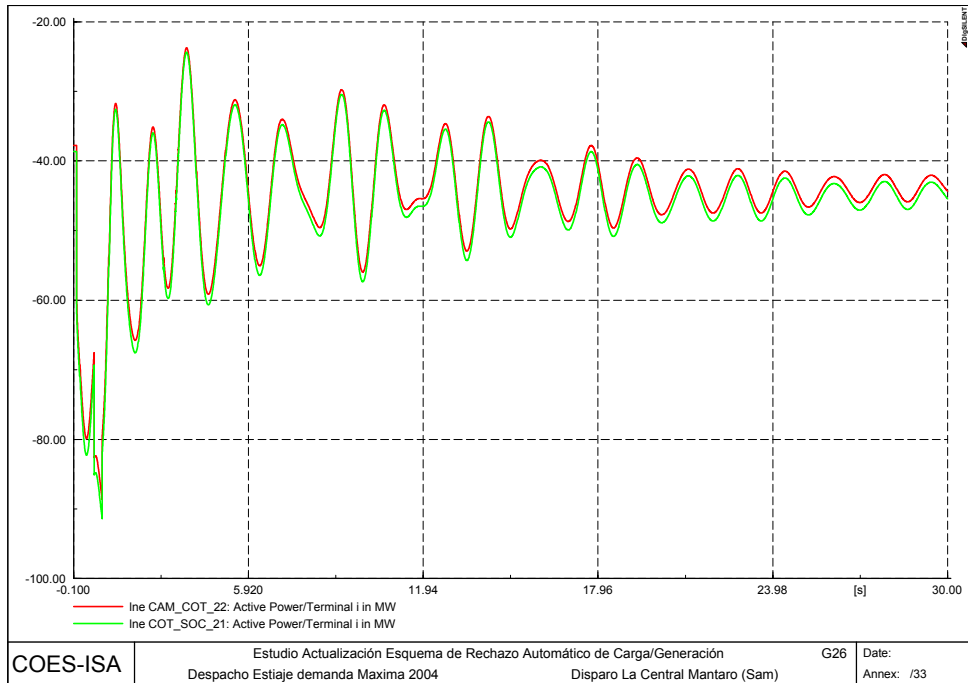
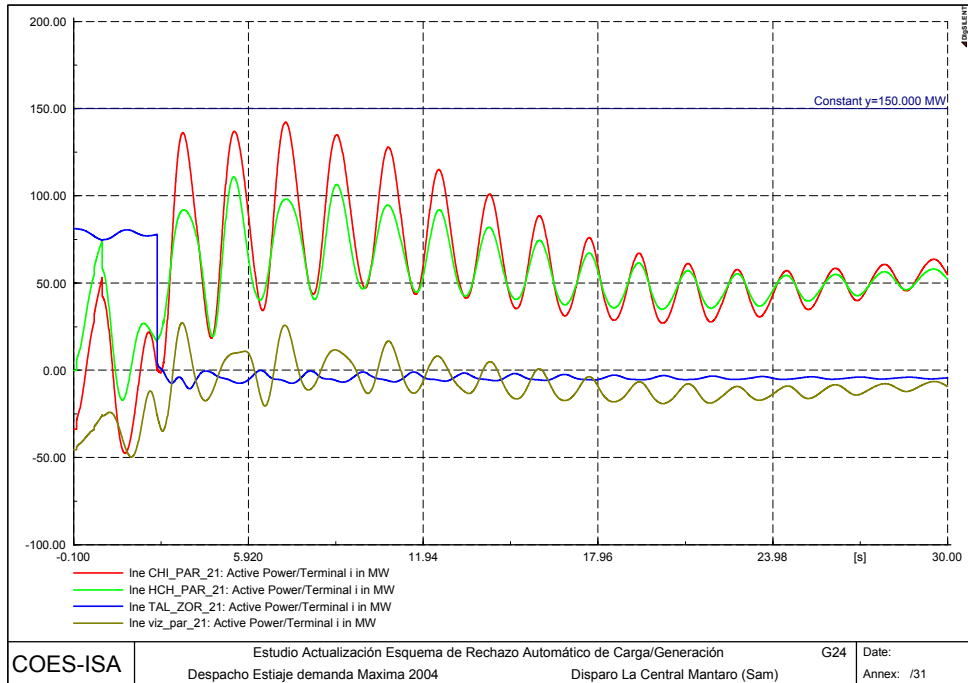
De las variables monitoreadas, la evolución de la frecuencia muestra un valor mínimo de 58.88 Hz en Zorritos y, en general, en la Zona Norte con naturaleza oscilatoria, con valores de recuperación ligeramente superiores a 60 Hz, con evolución en el período de estudio a valores cercanos a la frecuencia nominal. En las Zonas Centro y Sur el descenso de la frecuencia es menor y su recuperación es también rápida a los valores nominales, ver Figuras G18 a G20.







En relación con los flujos de potencia, por las características del evento, se presenta una redistribución como lo muestran las Figuras G24 y G26. La transferencia de potencia activa a través de la línea Chimbote – Paramonga pasa de 34 MW dirección Norte hasta un valor promedio cercano a los 100 MW en dirección Sur por la presencia de oscilación, evolucionando a un promedio de 50 MW en la dirección norte al final del período de análisis. La transferencia Socabaya-Cotaruse aumenta de 40 MW por circuito a valores hasta de 80 MW por circuito, evolucionando finalmente a valores del orden de 45 MW por circuito en presencia de oscilación amortiguada.



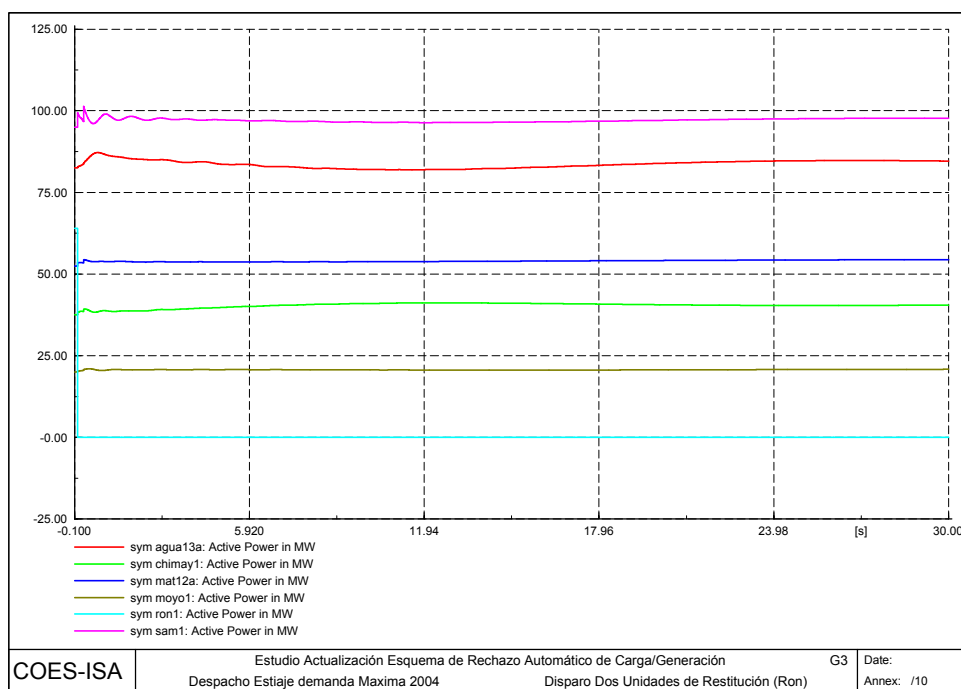
A1.5 EV5: DISPARO DE DOS UNIDADES DE RESTITUCIÓN CON 128 MW

El desbalance es del 4.01% con respecto a la generación y produce una caída de la frecuencia hasta valores del orden de 59.183 Hz, por lo que no se presenta actuación de los esquemas de frecuencia ni por umbral ni por df/dt , en consecuencia la carga de Ecuador también continúa en servicio.

Se observa adicionalmente una adecuada recuperación de la frecuencia a valores alrededor de los 60 Hz.

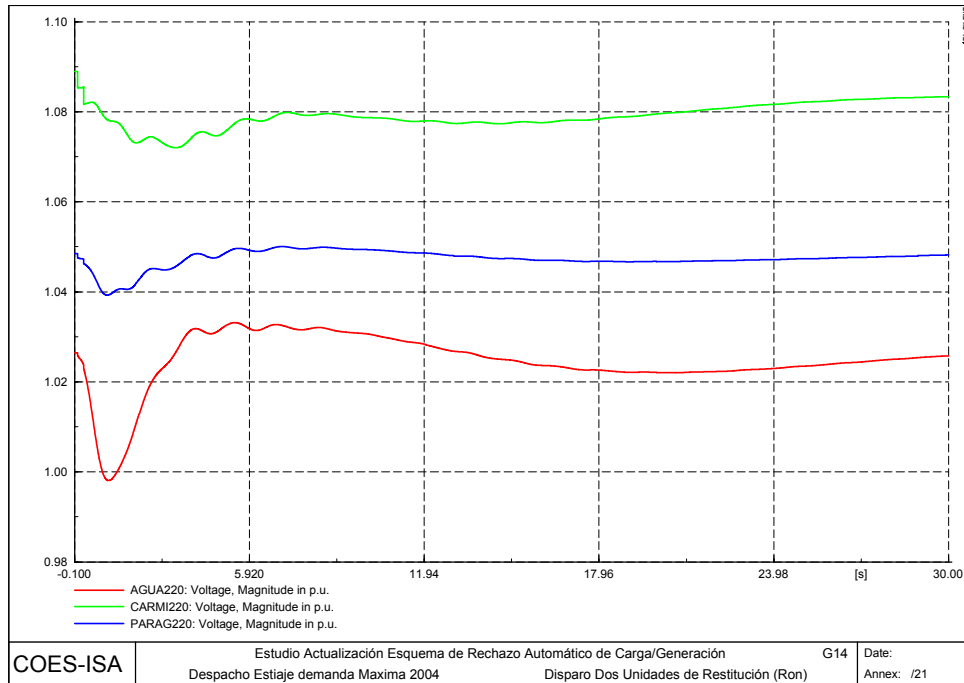
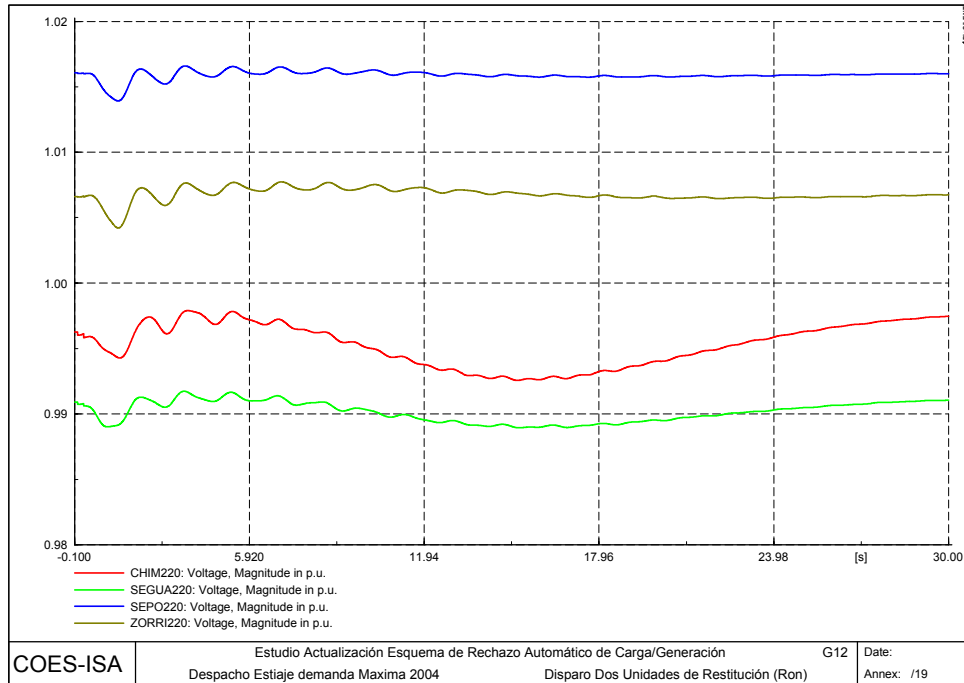
Durante los primeros instantes del evento las unidades de generación del SEIN aumentan un poco su generación contribuyendo a la recuperación de la frecuencia.

Adicionalmente se observa un comportamiento oscilatorio en las unidades de generación que se refleja tanto en la tensión como en la frecuencia del SEIN.

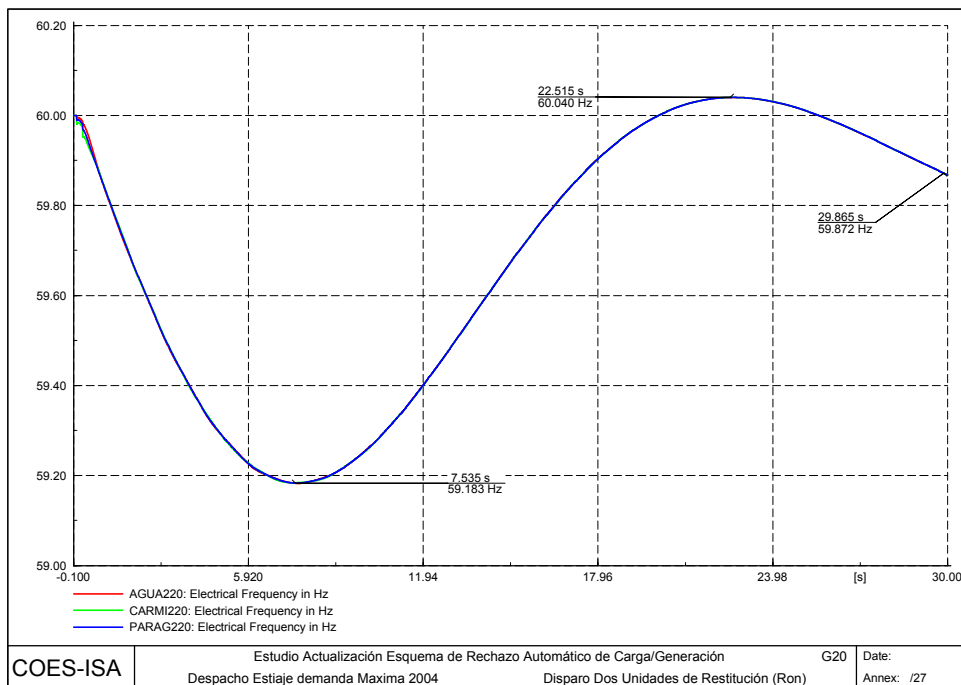


Se observa un decremento en las tensiones durante el evento especialmente en la Zona Sierra – Sur, observándose además oscilaciones amortiguadas generalizadas en todas las áreas del SEIN.

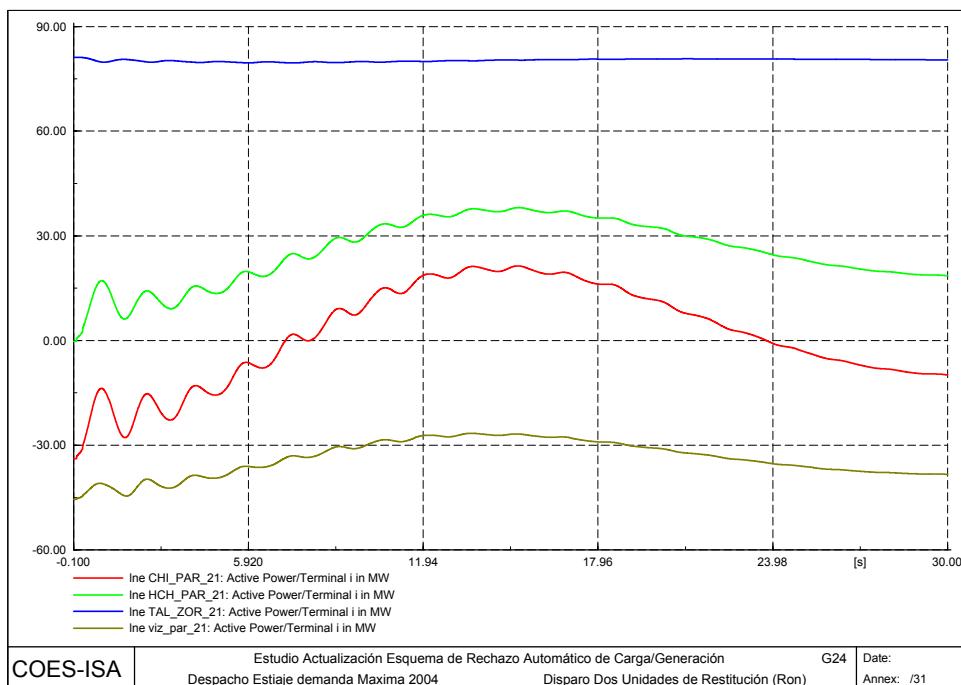
La tensión se recupera a valores cercanos a las condiciones iniciales del sistema.

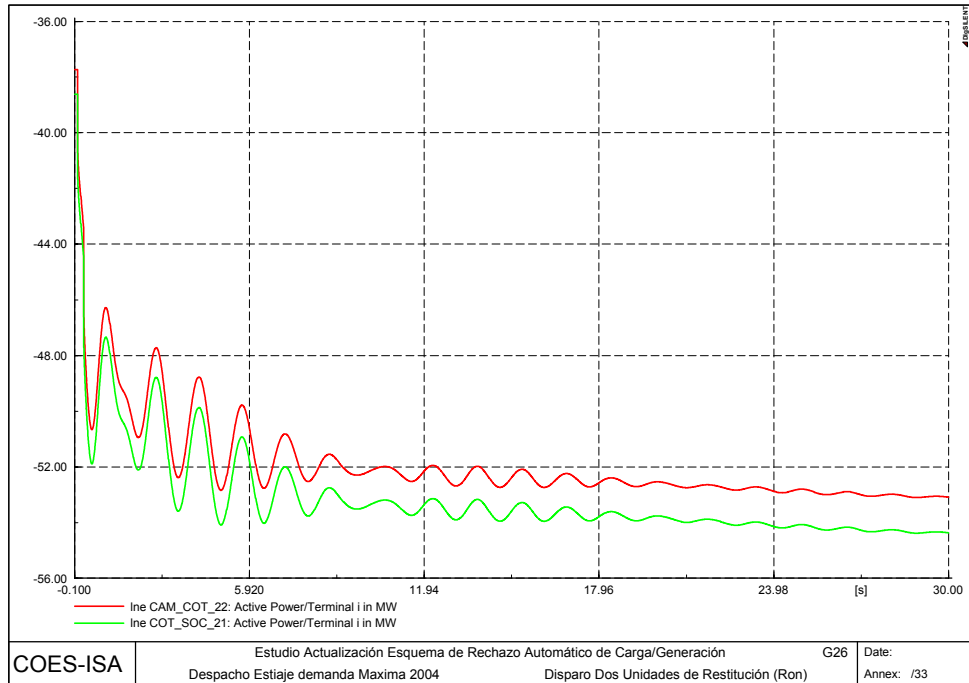


La evolución de la frecuencia muestra un valor mínimo en la Zona Sierra - Centro de 59.18 Hz, recuperándose al cabo de 22 s hasta valores de 60.04 Hz y cae nuevamente a 59.87 Hz al cabo de 30s, estabilizándose así en valores cercanos al nominal a medida que la tensión se normaliza.



Se observa adicionalmente un aumento en las transferencias de potencia de algunos circuitos que interconectan la Zona Sierra – Sur, como son Chimbote – Paramonga que invierte el sentido del flujo hacia la Zona incrementándose alrededor de 50 MW. De igual manera la línea Cotaruse – Socabaya realiza un aporte importante de potencia hacia la Zona pasando de 34 MW a 55 MW por circuito.





A1.6 EV6: DISPARO DE LAS CENTRALES MANTARO Y RESTITUCIÓN CON 764 MW

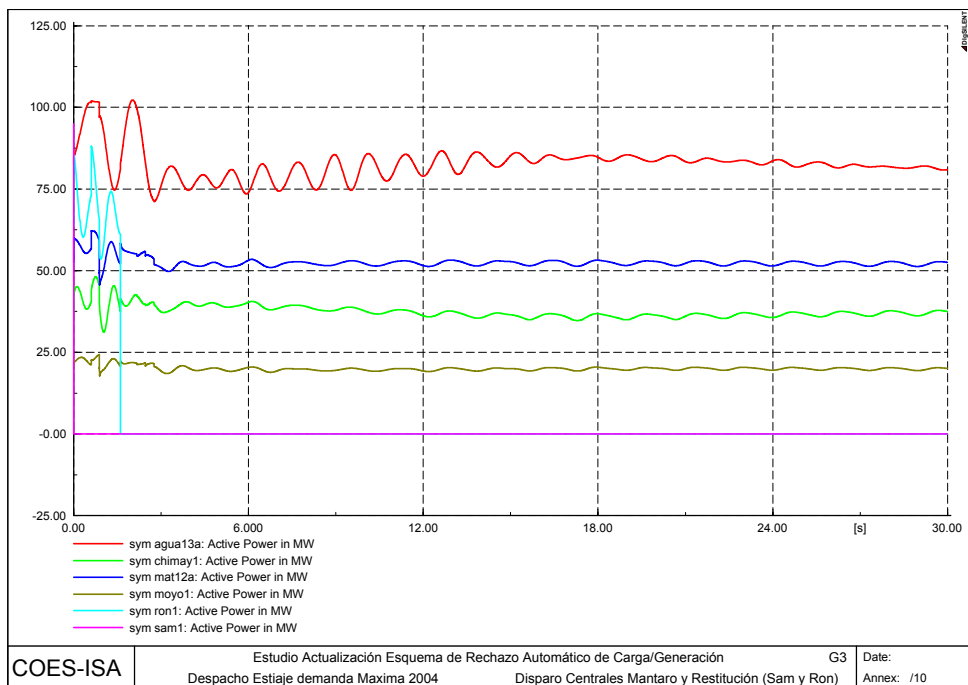
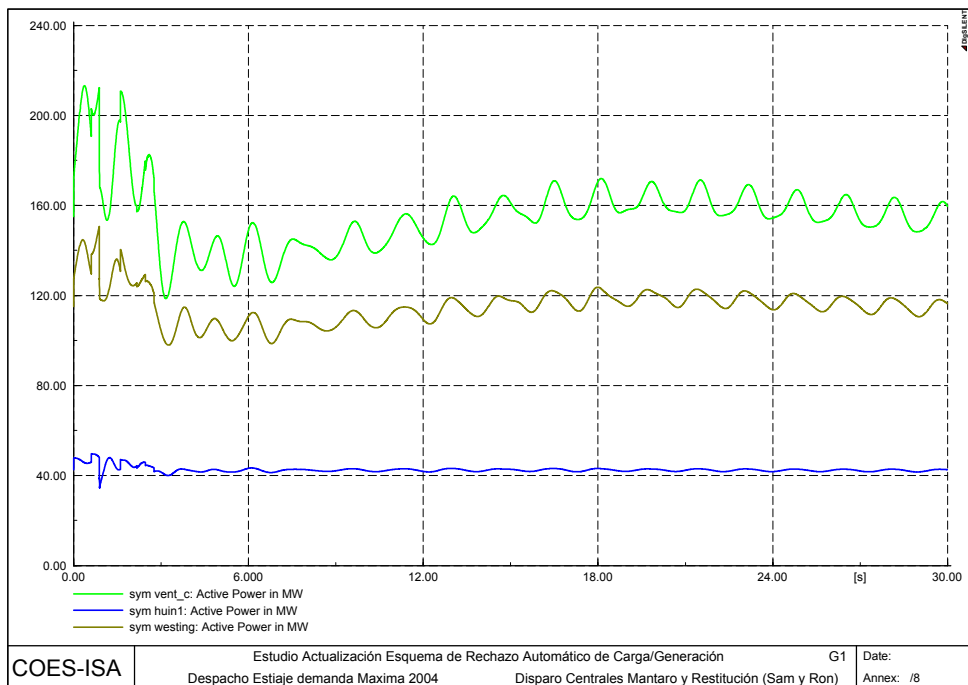
En este caso la pérdida de 764 MW de generación en la Zona Sierra – Centro (correspondientes a la salida de 7 unidades de Mantaro y 3 unidades de Restitución) ocasionan un desbalance del SEIN del 23.96%, llevando la frecuencia mínima a 58.71 Hz.

En estas condiciones se produce la salida de 715 MW de carga (23.64%), de los cuales 285 MW son rechazados a causa de la actuación del Esquema de Rechazo de Carga por Umbral de Frecuencia mediante la salida de tres etapas correspondientes a 59.78 MW (1.98%) para la etapa 1, 107.62 MW (3.56) para la etapa 2 y 117.69 MW (3.89%) para la etapa 3.

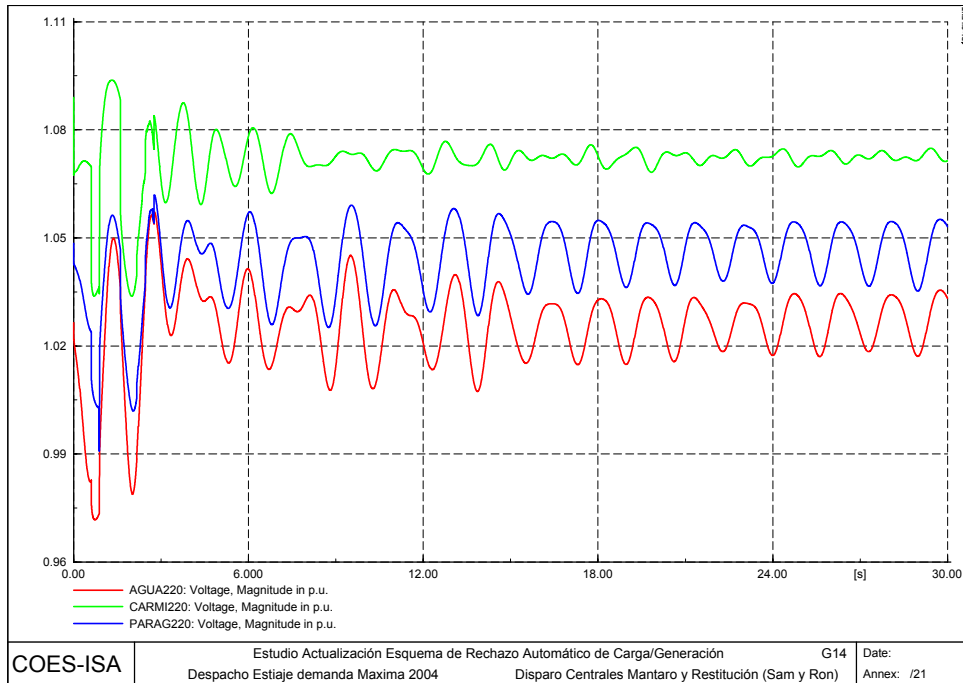
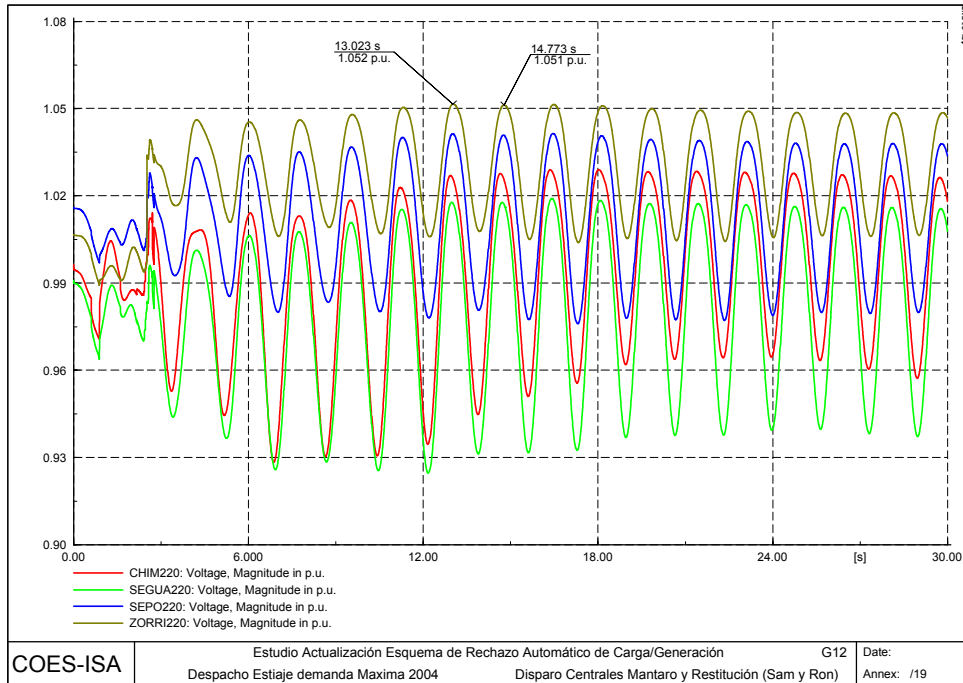
Así mismo, el esquema de rechazo de carga por pendiente de caída de la frecuencia (df/dt) actúa sobre las tres primeras etapas rechazando un total de 430 MW. En la primera etapa se desconectan 77.5 MW (2.56%), en la segunda etapa 152.27 MW (5.03%) y en la tercera etapa 200.28 MW (6.62%).

Adicionalmente se presenta la salida de la carga de Ecuador con 82 MW, aumentándose en esta cantidad la potencia desconectada en el SEIN, es decir se desconectaría un total de 798.06 MW (23.64%).

Durante los primeros instantes del evento la regulación primaria de las unidades de generación del SEIN aumentan su generación contribuyendo a la recuperación de la frecuencia. La potencia activa de las unidades después de 30 s de simulación se observa con un comportamiento oscilatorio, el cual se ve reflejado en general en todas las variables monitoreadas.

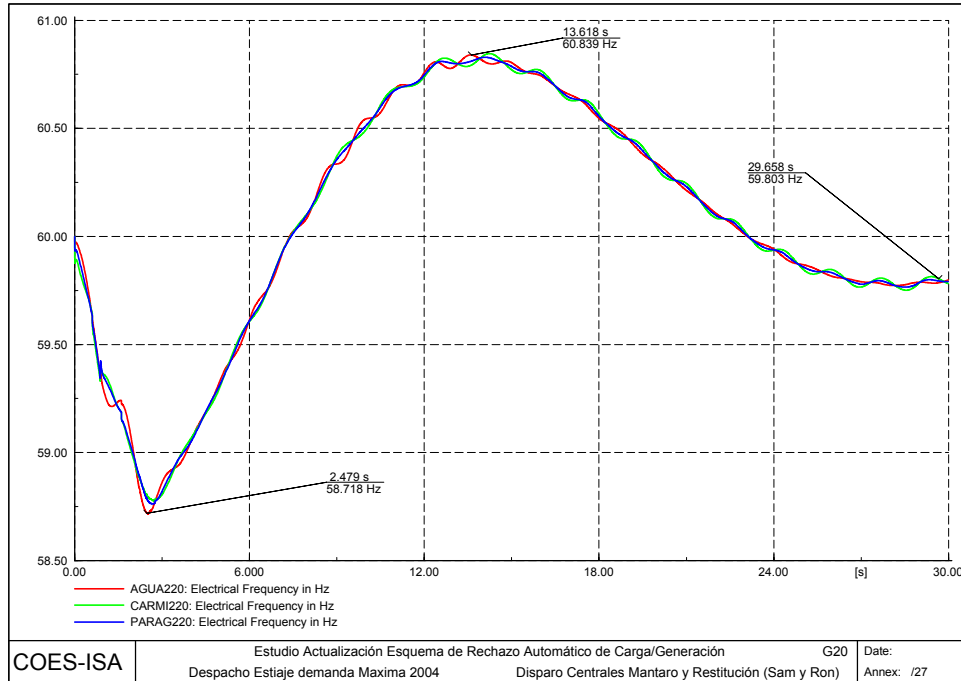


Inicialmente con la pérdida de generación se observa un decremento en las tensiones, y la salida de 386.23 MVAR capacitivos. Una vez se efectúa la desconexión de carga las tensiones aumentan y disminuyen con deltas apreciables. Esta oscilación es de carácter no amortiguado especialmente en la Zona Norte del SEIN con una frecuencia de 0.57 Hz.

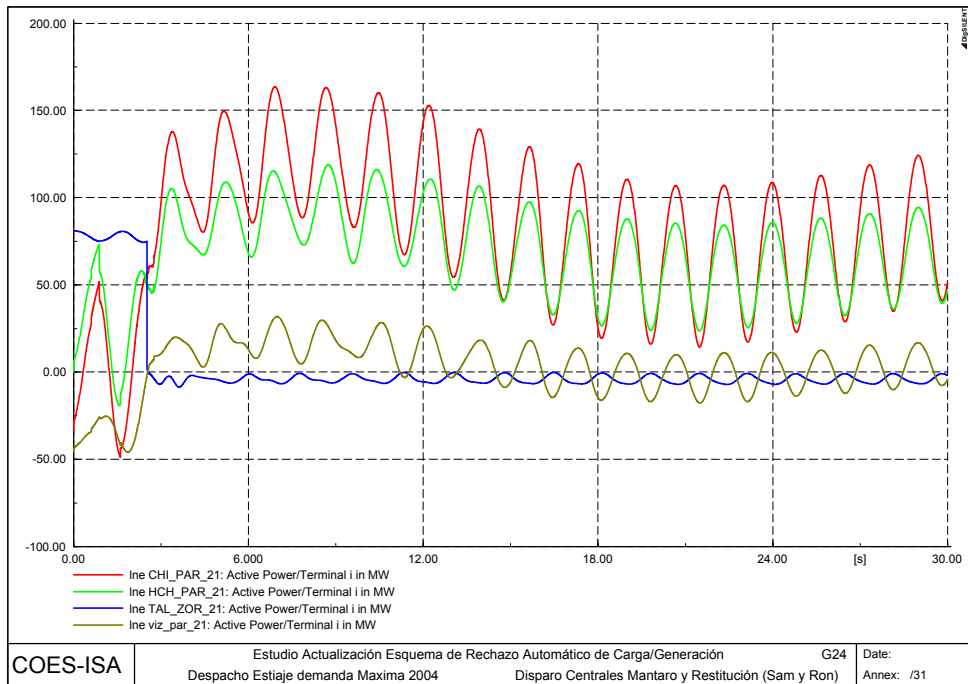
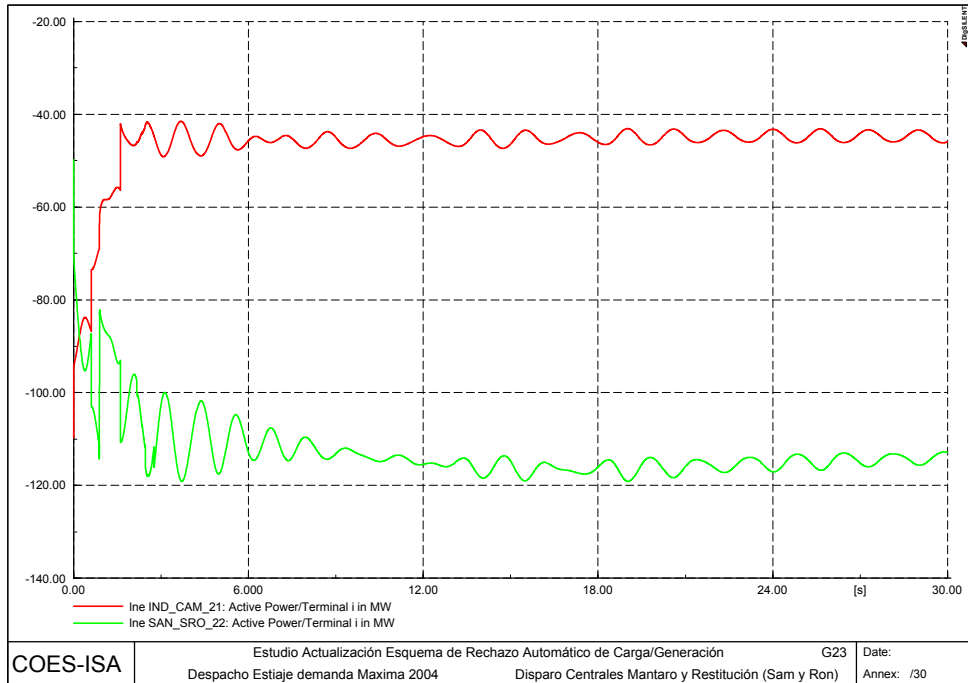


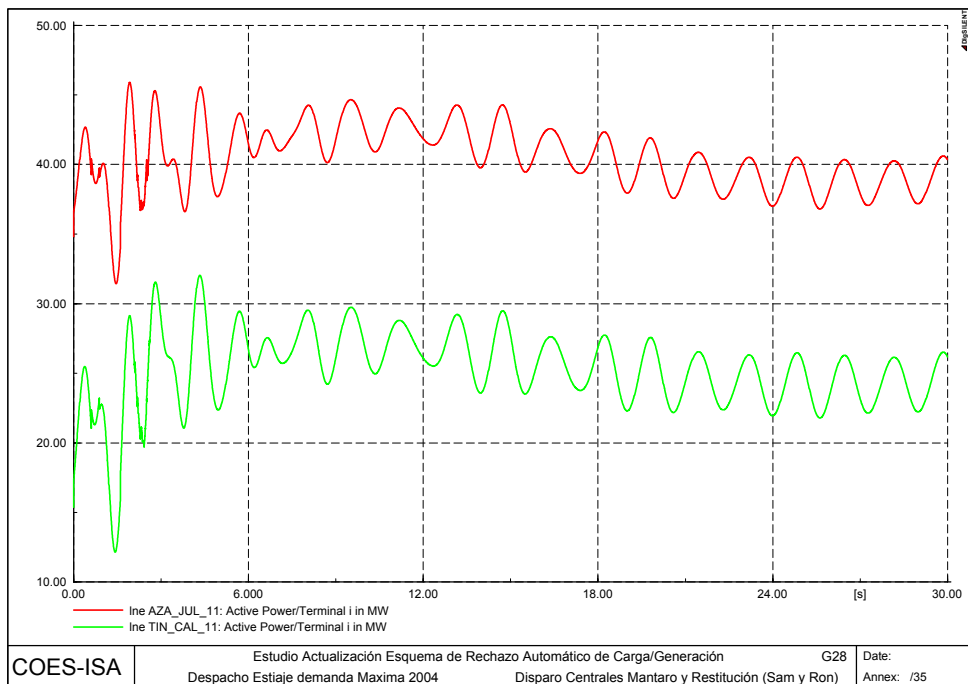
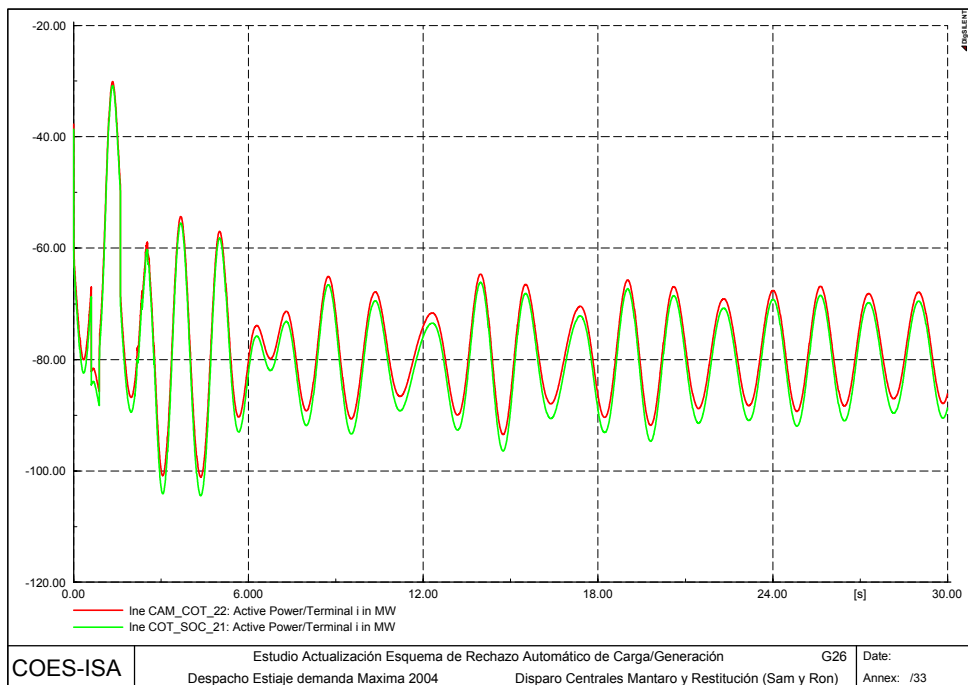
La evolución de la frecuencia muestra un valor mínimo en la Zona Sierra - Centro de 58.71 Hz, llegando a valores del orden de 60.83 Hz después de la desconexión de la carga.

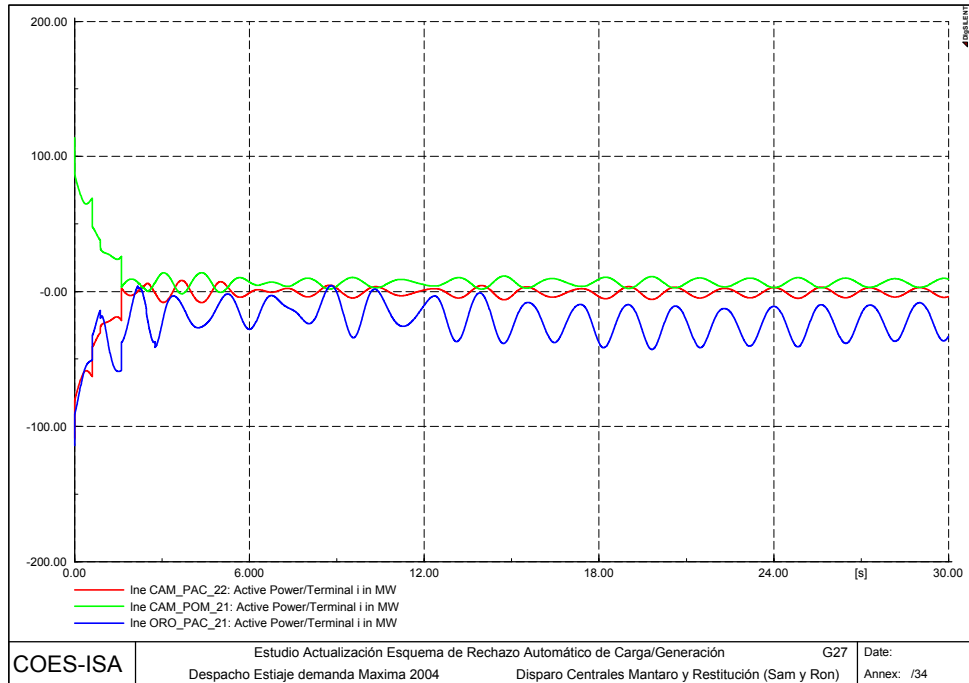
En la Zona Norte se observa una oscilación de la misma naturaleza presente en las tensiones de la zona, con un valor mínimo de 58.76 Hz y un valor máximo de 61.01 Hz.



En este caso, se observan oscilaciones de potencia no amortiguadas en todas las líneas a través del SEIN, con un aumento significativo en los flujos de potencia activa hacia la Zona que presenta el déficit.







A1.7 EV7: DISPARO DE LA CENTRAL AGUAYTIA CON 165 MW

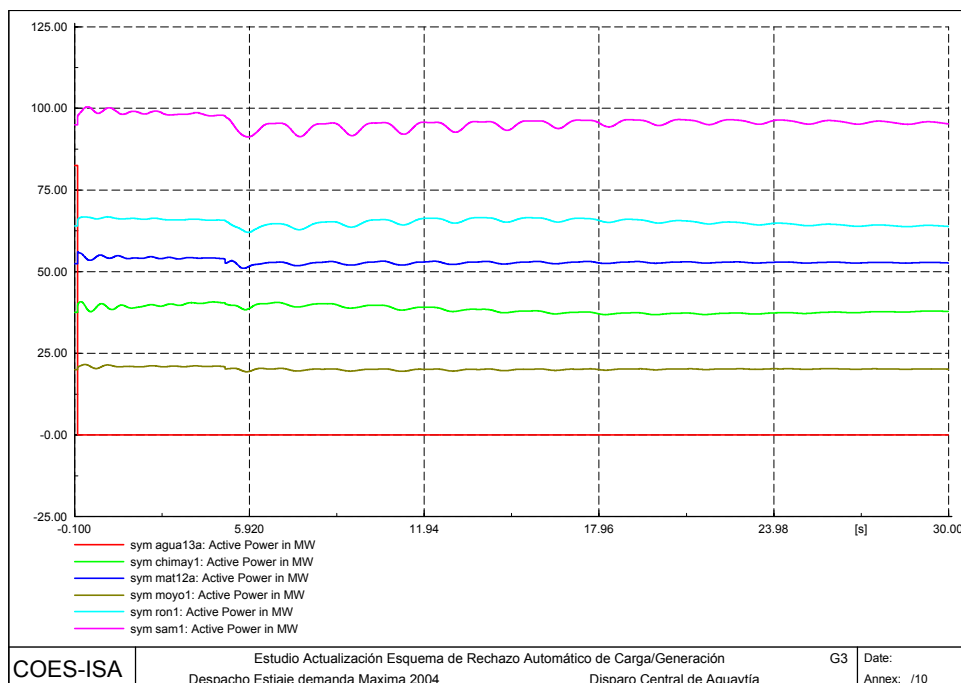
En este caso se presenta la pérdida de dos unidades de Aguaytía con 165 MW por lo que la Zona Sierra – Centro tiene un desbalance del 5.17%, llevando la frecuencia mínima a 58.89 Hz.

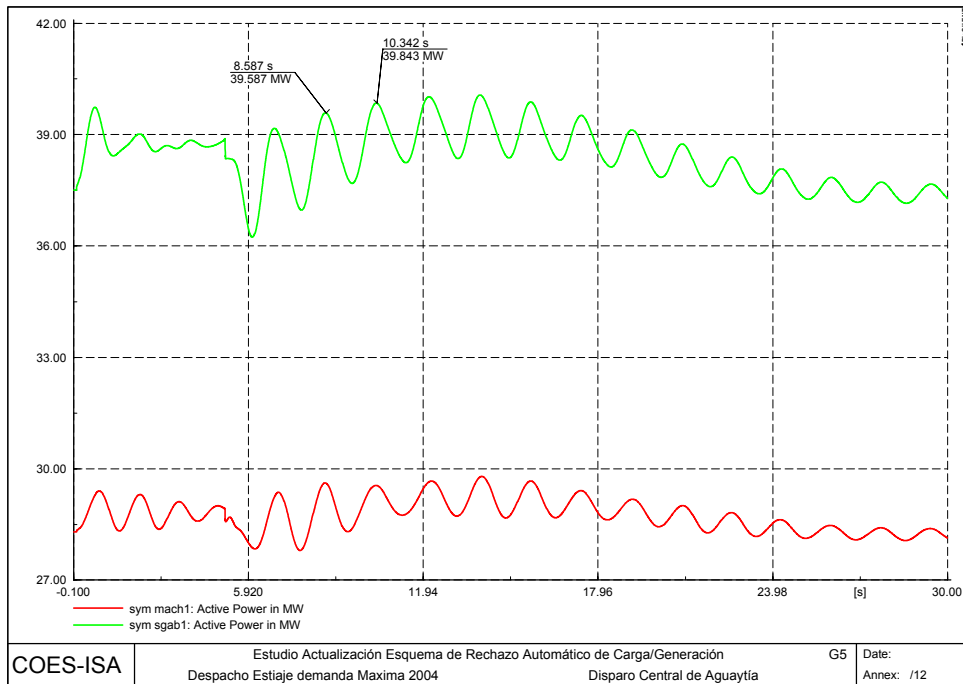
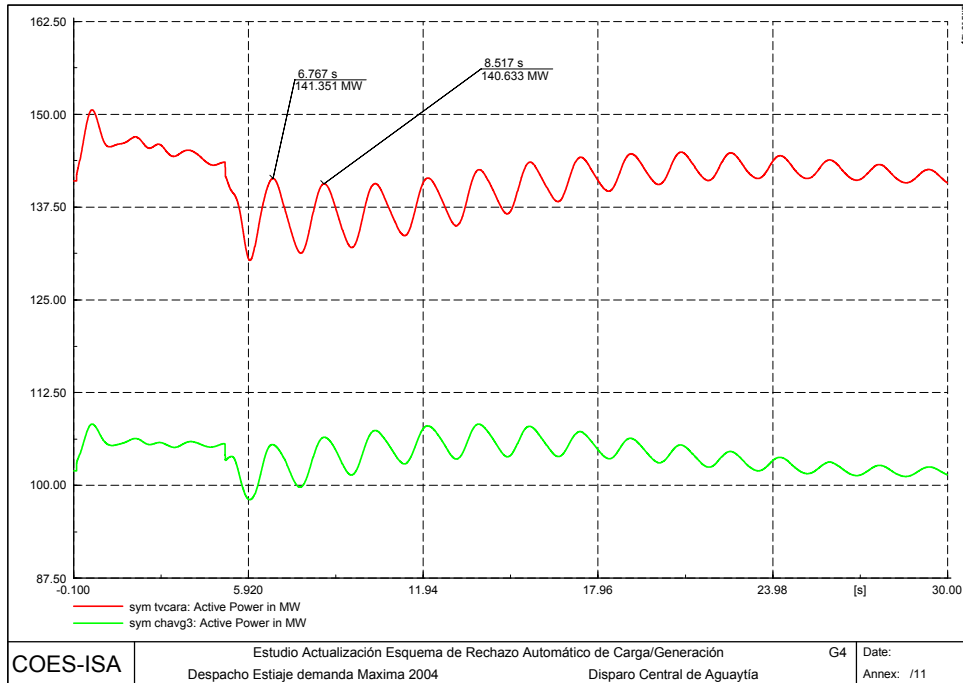
En estas condiciones se produce la salida de 103 MW de carga (5.17% con respecto a la generación), de los cuales 99.27 MW son rechazados a causa de la actuación del Esquema de Rechazo de Carga por Umbral de Frecuencia y 4.07MW son rechazados por el esquema df/dt.

Para el rechazo por umbral de frecuencia se presenta la actuación de una sola etapa con 99.27 MW (3.28%) y por pendiente de frecuencia se da la actuación de tres etapas con 0.78 MW (0.03%), 1.44 MW (0.05%) y 1.85 MW (0.06%) para la primera, segunda y tercera etapa respectivamente.

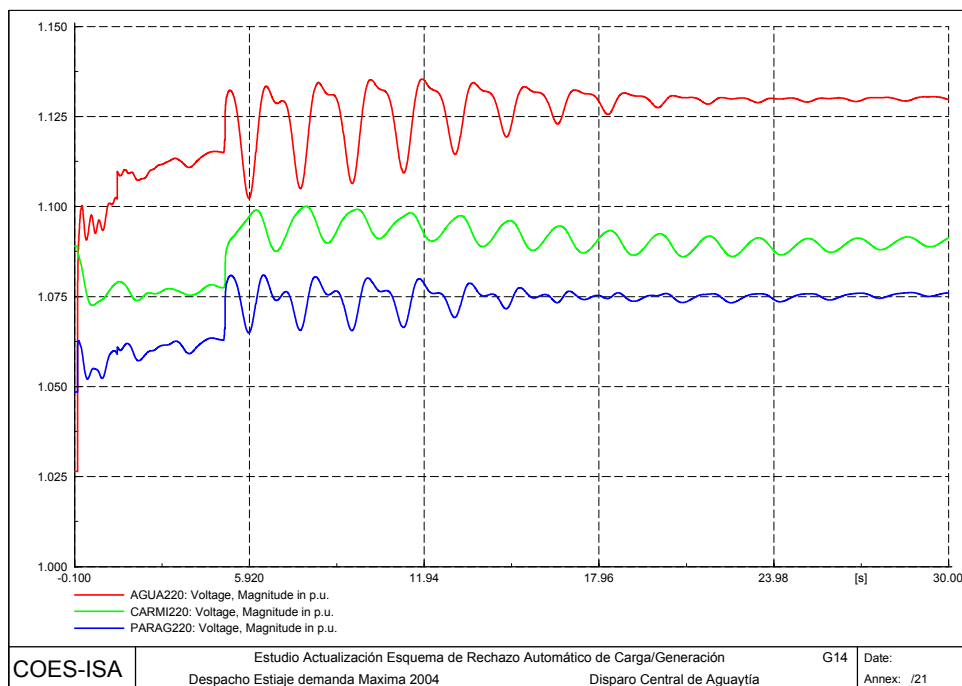
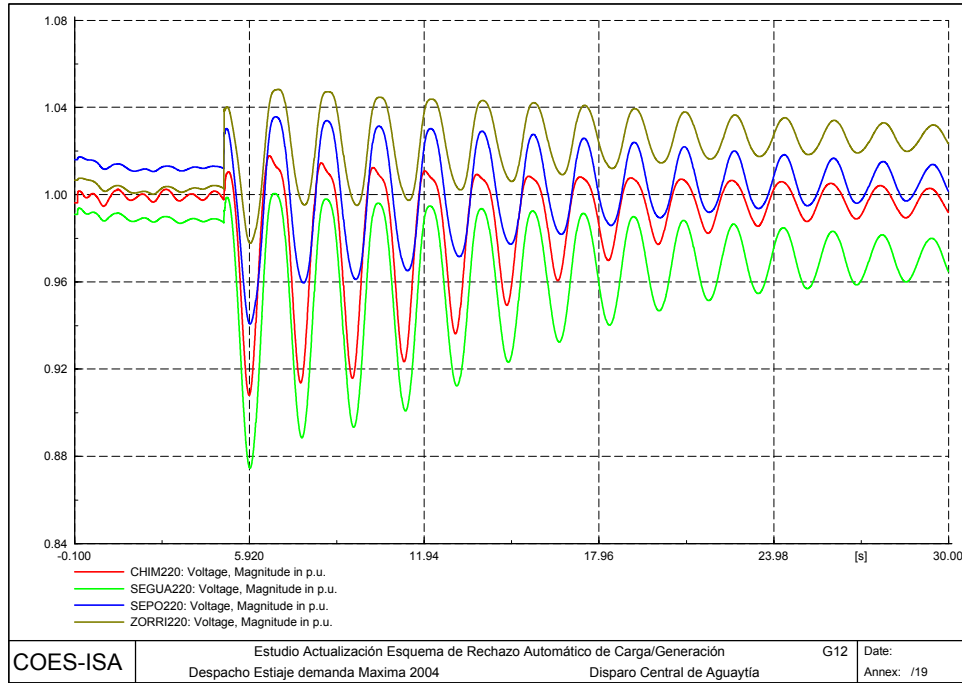
Adicionalmente se presenta la salida de la carga de Ecuador con 82 MW, aumentándose en esta cantidad la potencia desconectada en el SEIN, es decir se desconectaría un total de 186.27 MW (3.42%).

Durante los primeros instantes del evento la regulación primaria de las unidades de generación del SEIN aumentan su generación contribuyendo a la recuperación de la frecuencia. La potencia activa de las unidades después de 30 s de simulación se observa con un comportamiento oscilatorio de 0.57 Hz.

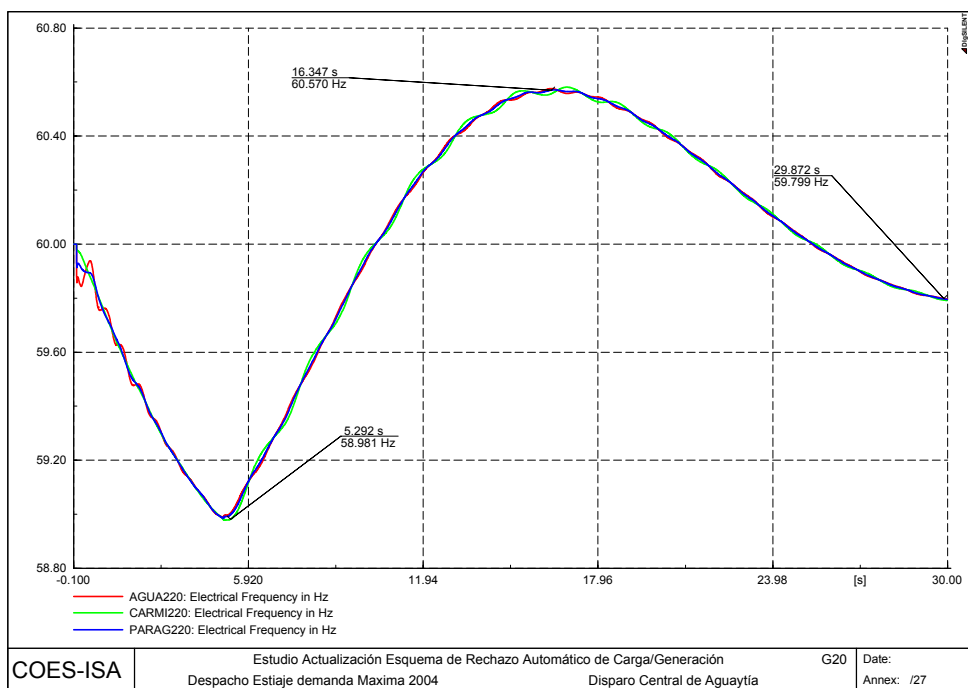
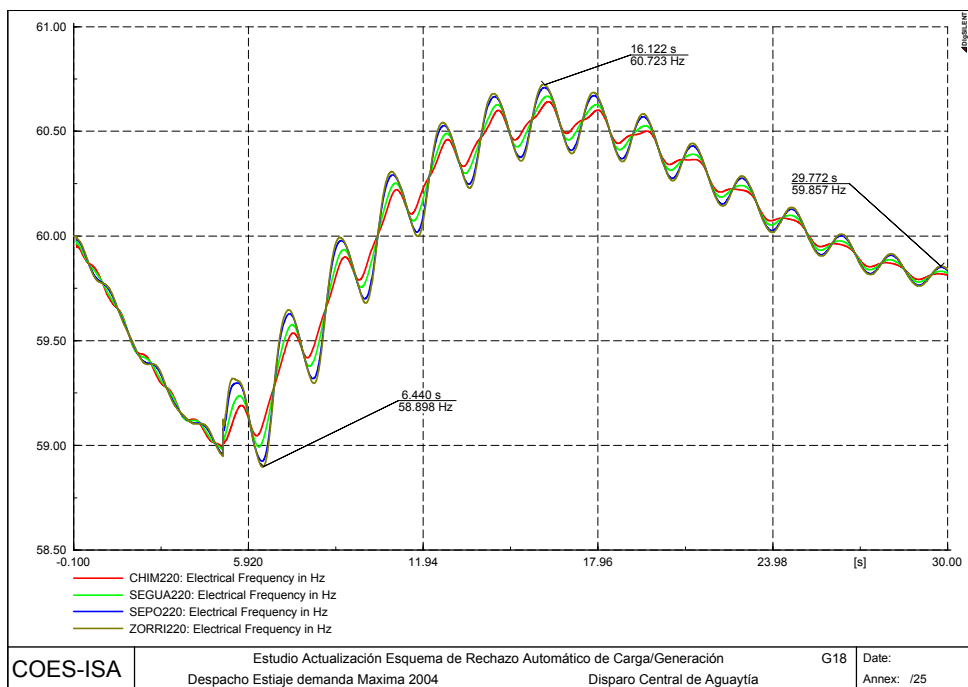




En este caso no se observa desconexión de condensadores y las tensiones presentan un incremento en todas las áreas del SEIN, con un comportamiento oscilatorio de amortiguamiento bajo.

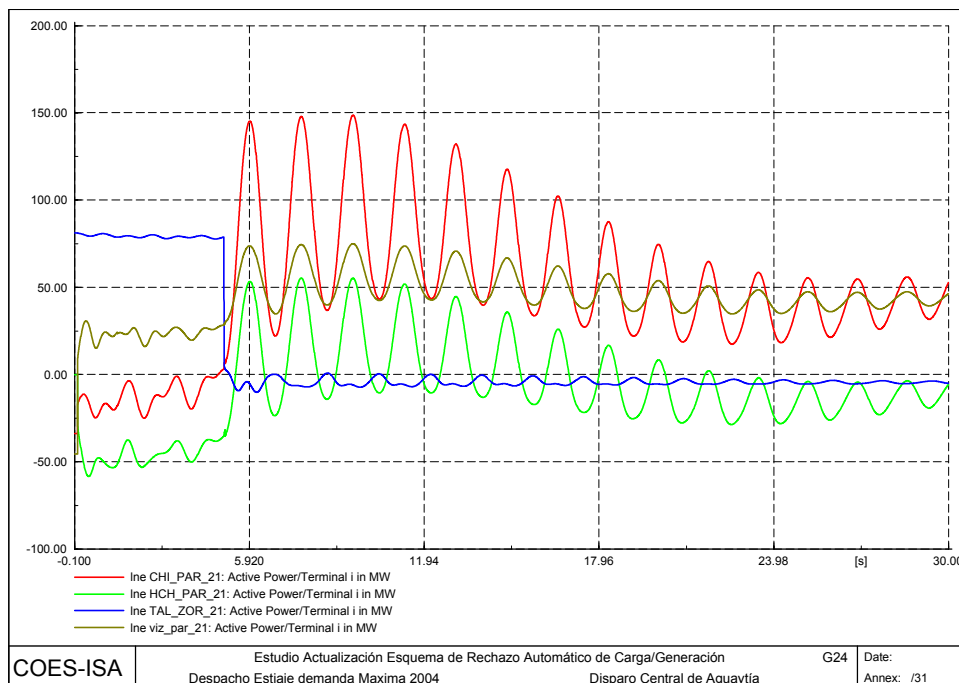


La evolución de la frecuencia muestra un valor mínimo en la Zona Sierra - Centro de 58.98 Hz, llegando a valores del orden de 60.57 Hz después de la desconexión de la carga. En la Zona Norte se observa una oscilación de la misma naturaleza presente en las tensiones de la zona, con un valor mínimo de 58.89 Hz y un valor máximo de 60.72 Hz.



En este caso, se observan oscilaciones de potencia amortiguadas en todas las líneas a través del SEIN, con una oscilación de 0.5 Hz, las cuales son coincidentes con la salida de la carga de Ecuador.

En este caso el mayor incremento del flujo se presenta por la línea Chimbote – Paramonga la cual pasa de 40 MW hasta 150 MW, invirtiendo el sentido inicial del flujo hacia Chimbote. Este comportamiento es similar para todas las líneas de la Zona Norte.

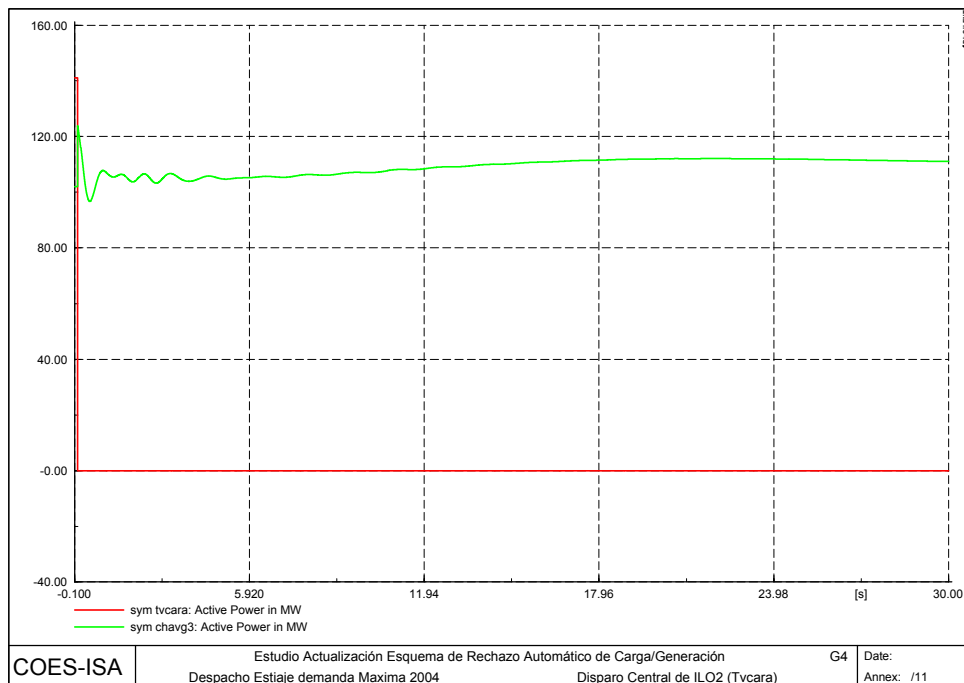


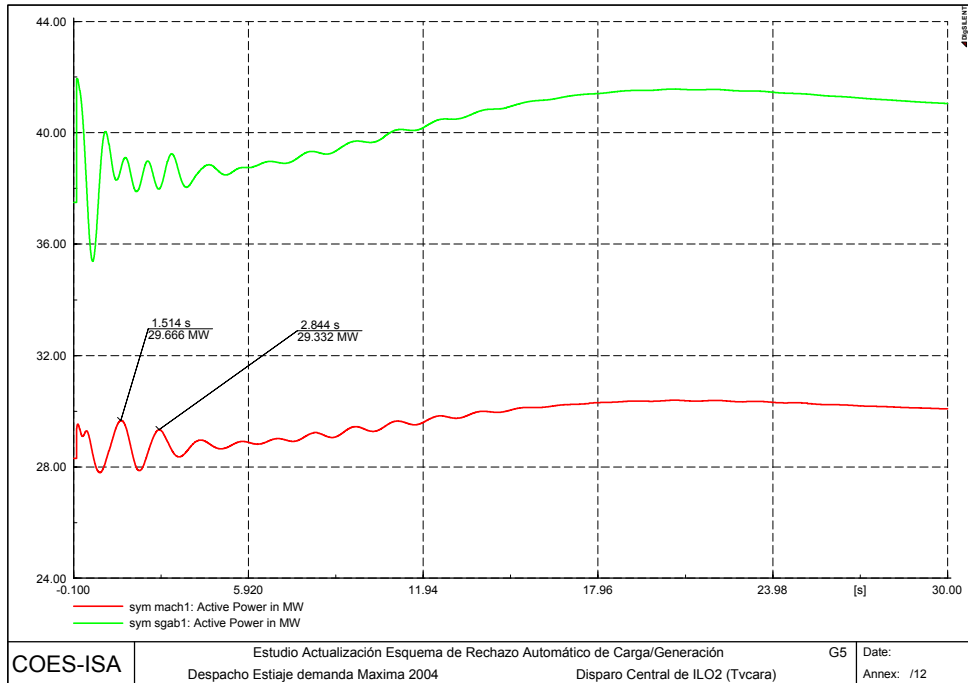
A1.8 EV8: DISPARO DE LA CENTRAL ILO2 CON 141 MW

En este caso se presenta el disparo de una unidad de Ilo2 (TVCara) con 141 MW por lo que se presenta un desbalance del SEIN del 4.42%, llevando la frecuencia mínima a 59.03 Hz.

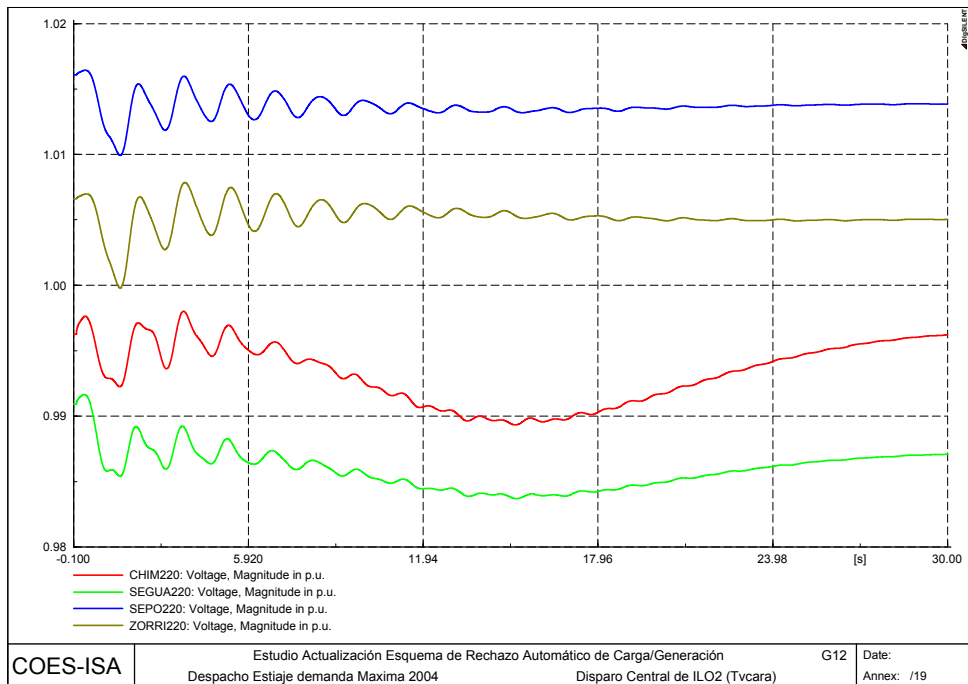
Para este desbalance no se observa actuación del Esquema de Rechazo de Carga por Umbral de Frecuencia ni por pendiente de frecuencia, manteniéndose conectada la carga de Ecuador.

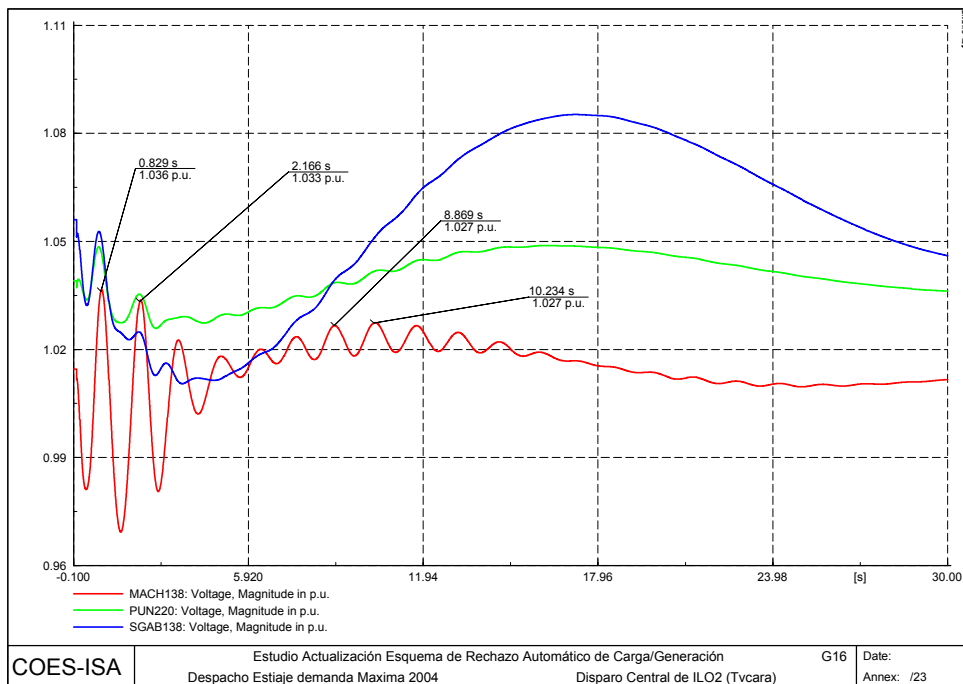
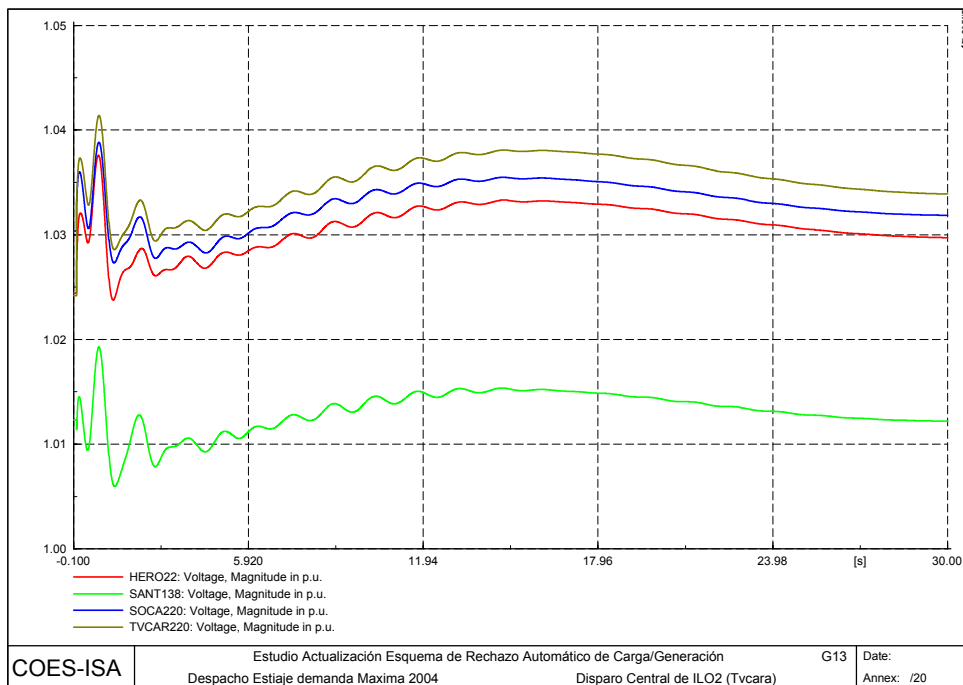
Durante los primeros instantes del evento la regulación primaria de las unidades de generación del SEIN aumentan un poco su generación, pero luego se estabilizan en valores de las condiciones iniciales de despacho.



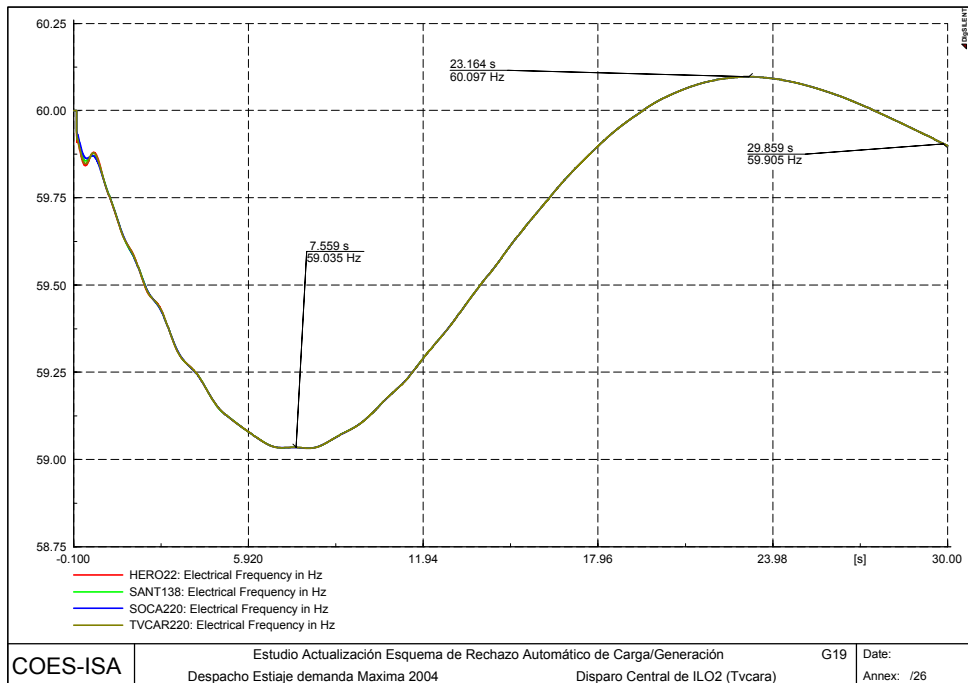


En este caso no se observa desconexión de condensadores Las tensiones resultantes son de naturaleza oscilatoria en las zonas Norte y Sur (0.7 Hz) del SEIN.

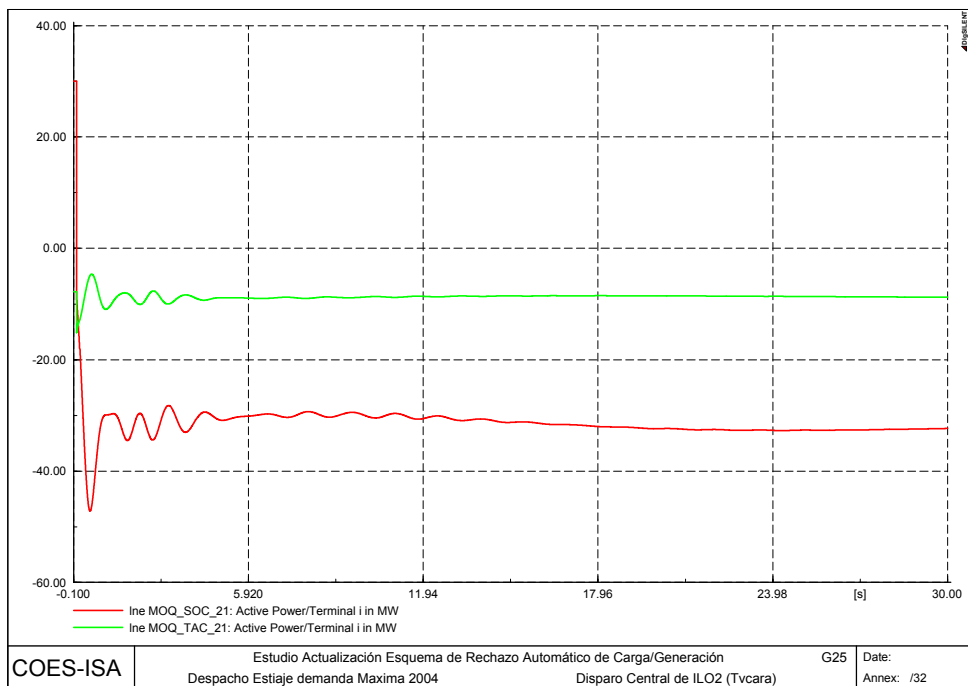




La evolución de la frecuencia muestra un valor mínimo en la Zona Costa Sur de 59.035 Hz, llegando a valores del orden de 60.09 Hz



En este caso el mayor incremento del flujo se presenta por la línea Moquegua - Socabaya la cual pasa de 30 MW invirtiendo su flujo en dirección Socabaya - Moquegua hasta 45 MW, representando un incremento total de 75 MW.

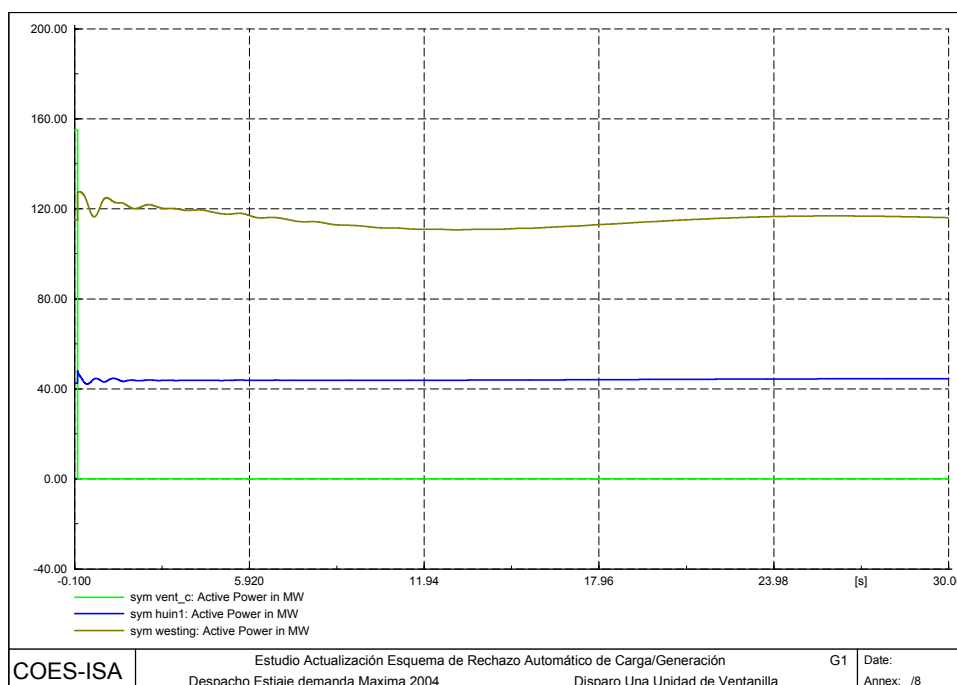


A1.9 EV9: DISPARO DE UNA UNIDAD DE VENTANILLA CON 155 MW

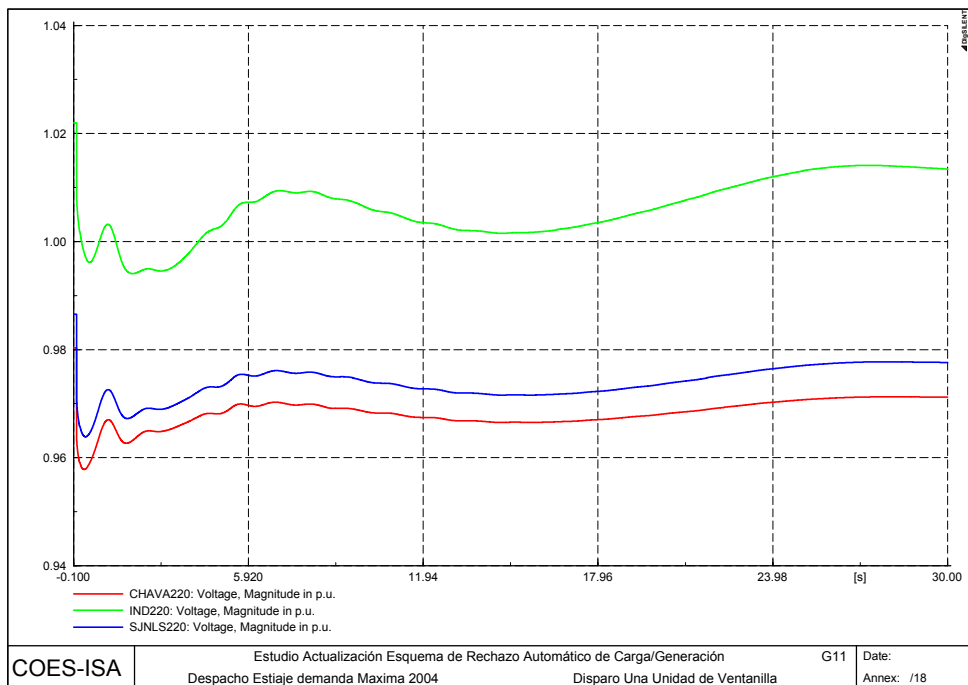
En este caso se presenta el disparo de una unidad de Ventanilla con 155 MW por lo que se presenta un desbalance del SEIN del 4.86%, llevando la frecuencia mínima a 59.052 Hz.

Para este desbalance no se observa actuación del Esquema de Rechazo de Carga por Umbral de Frecuencia ni por pendiente de frecuencia, manteniéndose conectada la carga de Ecuador.

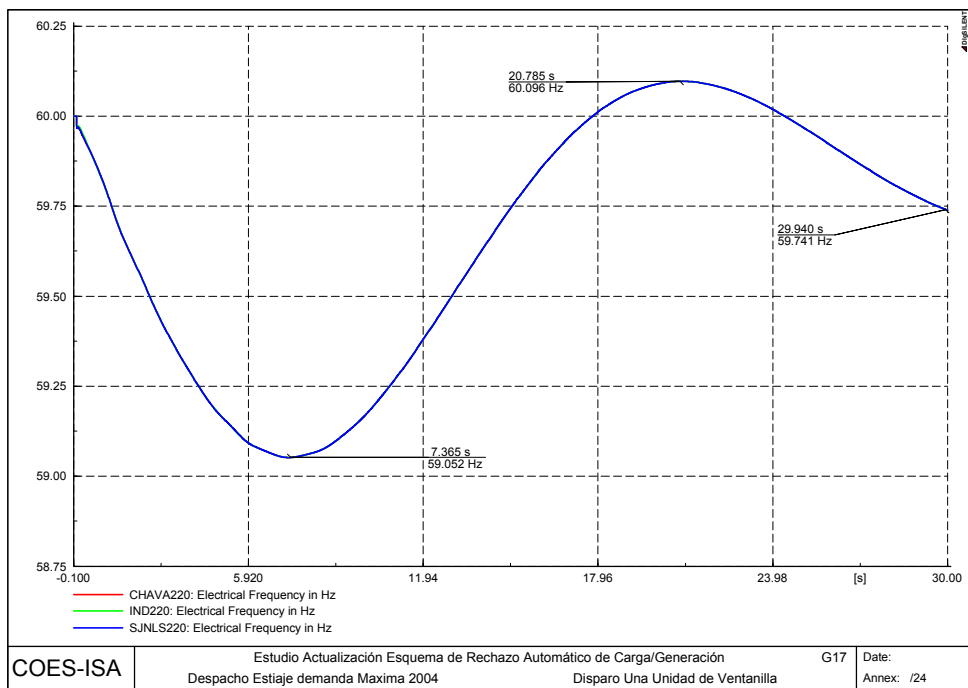
La generación de las unidades aumenta un poco con la salida de esta generación y luego retornan nuevamente a sus valores iniciales. En este caso no se observan oscilaciones en las unidades.



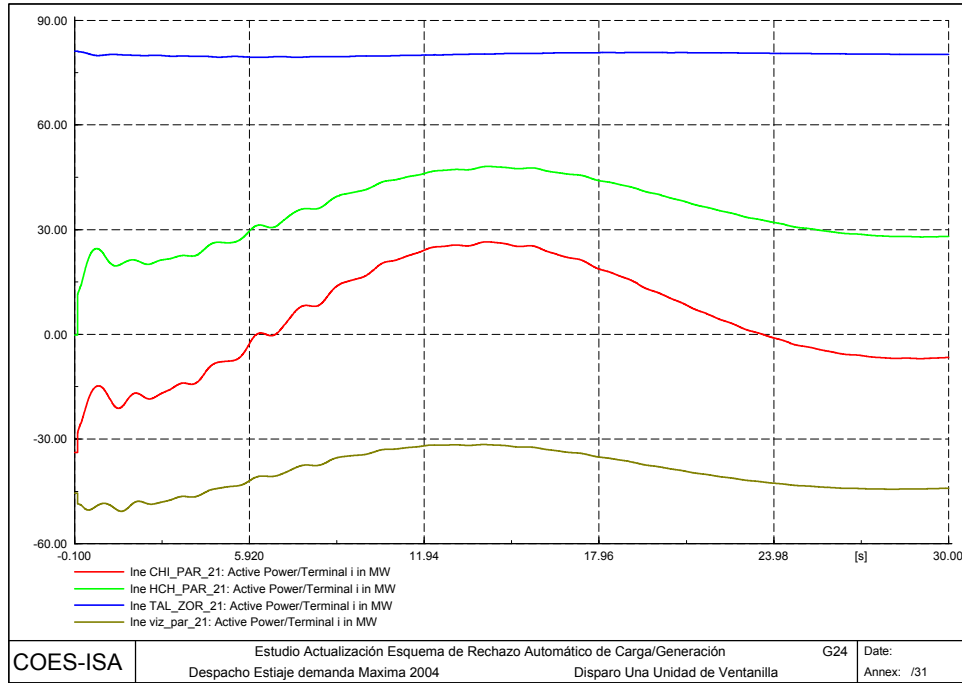
En este caso no se observa desconexión de condensadores. Las tensiones en la Zona Costa Sur inicialmente disminuyen y luego se recuperan quedando por debajo de su valor inicial, pero dentro de los rangos permisibles para la operación.



La evolución de la frecuencia muestra un valor mínimo en la Zona Costa Centro de 59.052 Hz, llegando a valores del orden de 60.09 Hz.



En este caso el mayor incremento del flujo se presenta en las líneas que llegan a la subestación Chimbote y Huacho, en las cuales se incrementa el flujo para aliviar la pérdida de generación en Ventanilla.



A1.10 EV10: DISPARO DE LA CENTRAL VENTANILLA CON 310 MW

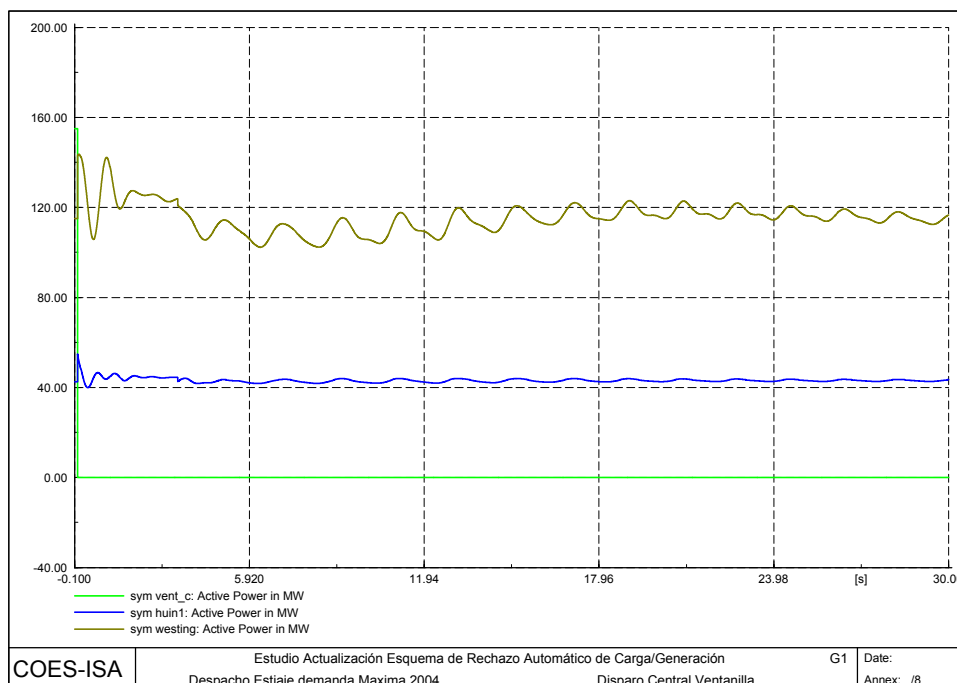
En este caso la pérdida de 310 MW de generación en la Zona Costa – Centro (correspondientes a la salida de 2 unidades de Ventanilla) ocasionan un desbalance del SEIN del 9.72%, llevando la frecuencia mínima a 58.91 Hz en esta Zona.

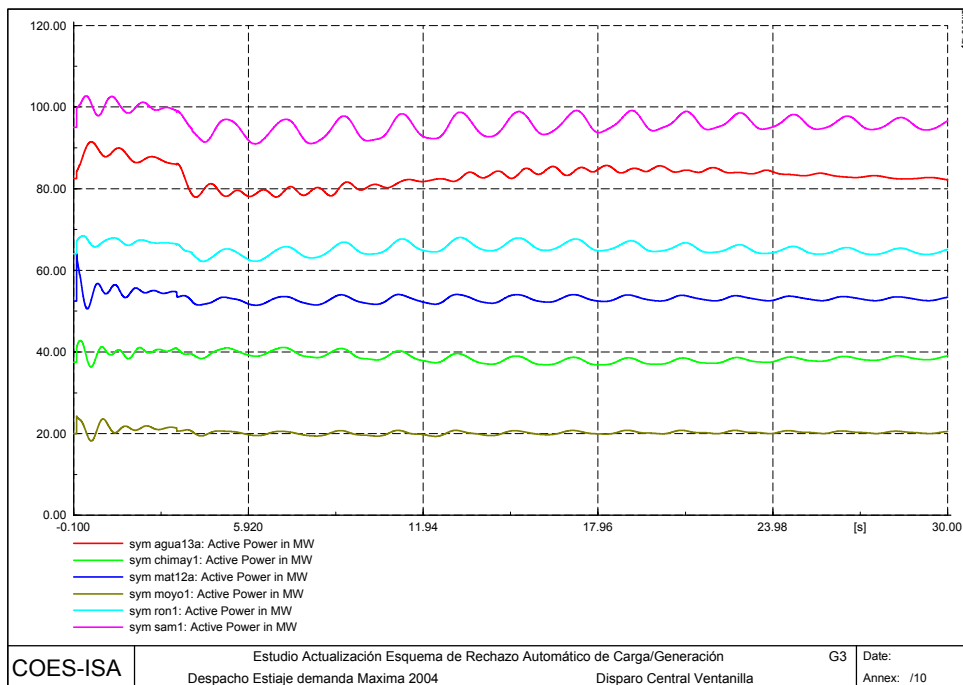
En estas condiciones se produce la salida de 163 MW de carga (5.41% con respecto a la generación), los cuales son rechazados a causa de la actuación del Esquema de Rechazo de Carga por Umbral de Frecuencia en su totalidad.

En este caso se presenta la salida de tres etapas correspondientes a 105.42 MW (3.49%) para la etapa 1, 50.50 MW (1.67%) para la etapa 2 y 7.61 MW (0.25%) para la etapa 3.

Adicionalmente se presenta la salida de la carga de Ecuador con 82 MW, aumentándose en esta cantidad la potencia desconectada en el SEIN, es decir se desconectaría un total de 246 MW (5.41%).

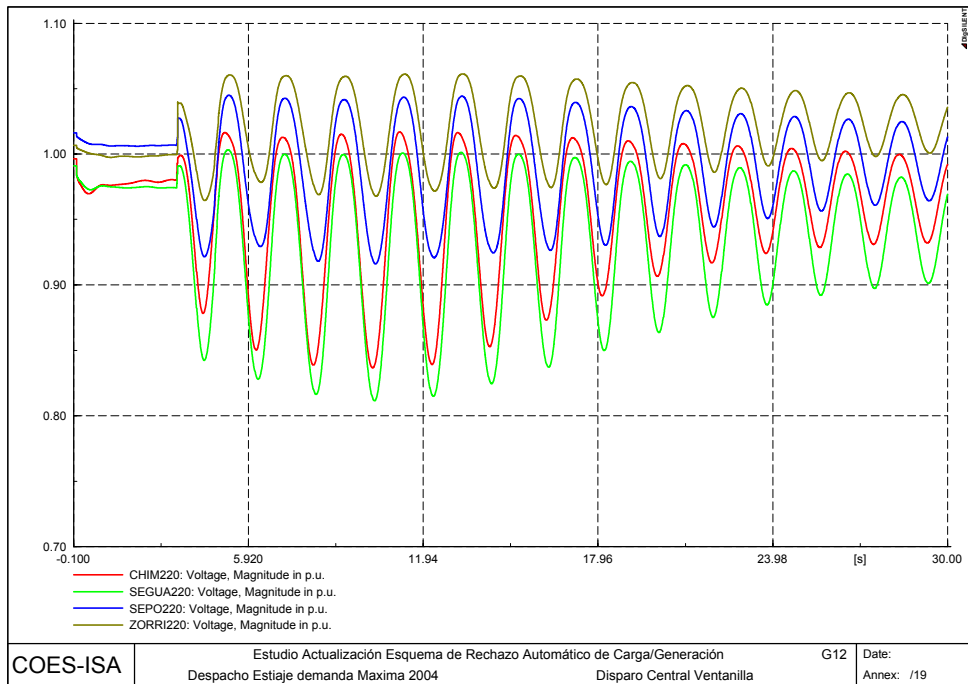
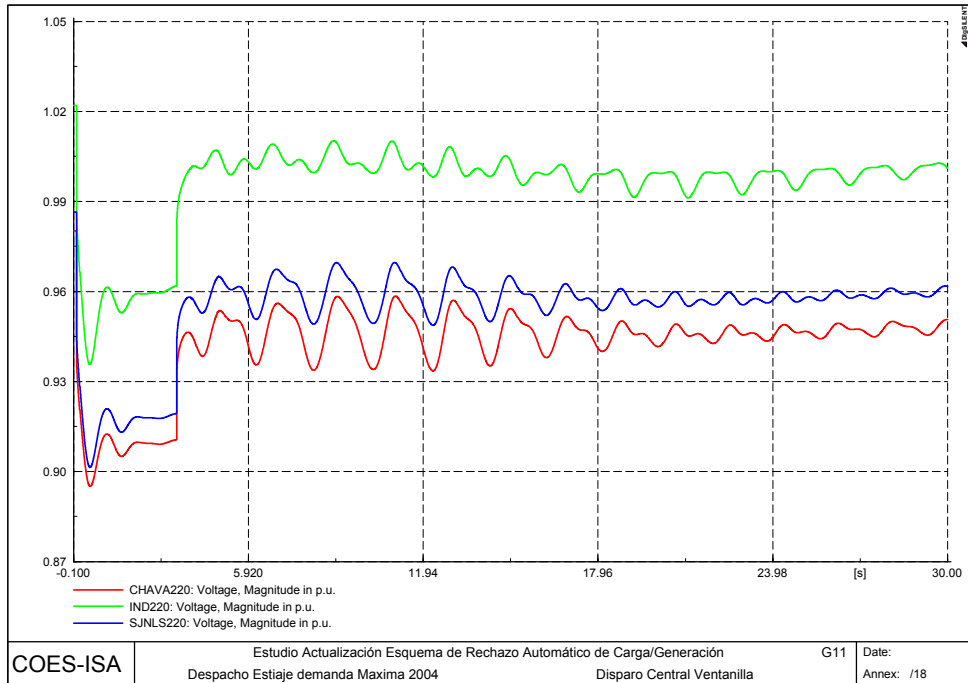
La unidades de generación del SEIN aumentan su potencia observándose además un comportamiento oscilatorio generalizado en todas las plantas del sistema.



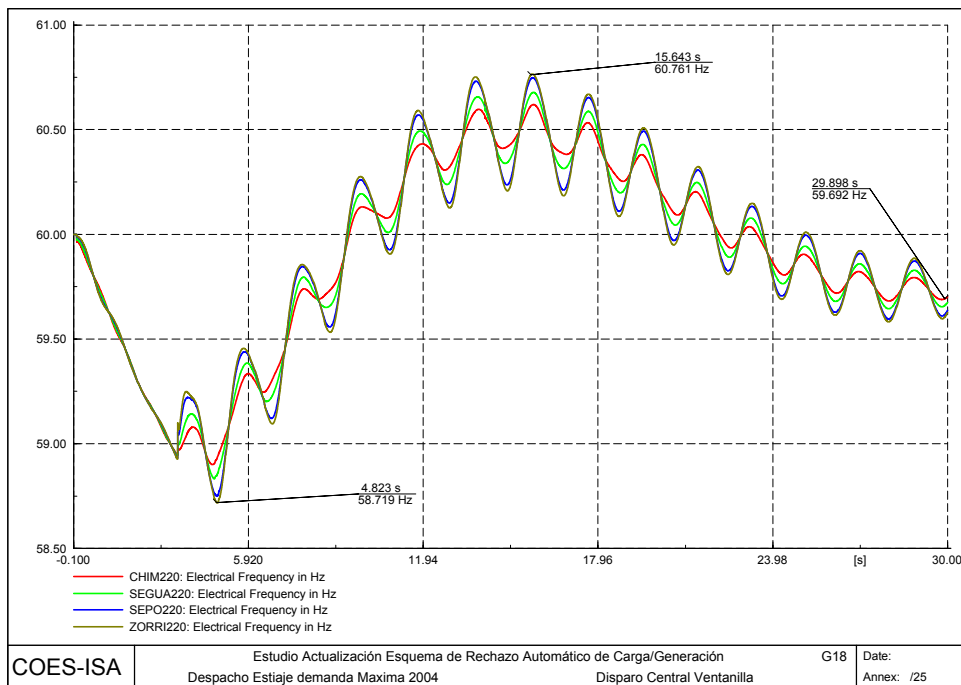
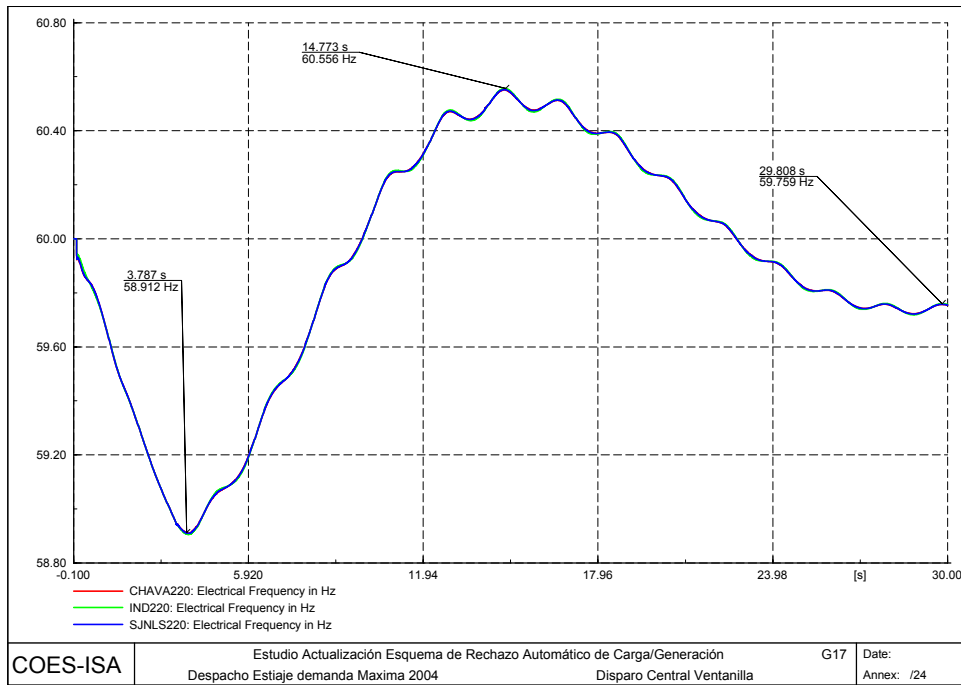


Inicialmente con la pérdida de generación se observa un decremento en las tensiones, y la salida de 0.6 MVAR capacitivos. Una vez se efectúa la desconexión de carga las tensiones aumentan y luego alcanzan valores inferiores al inicial.

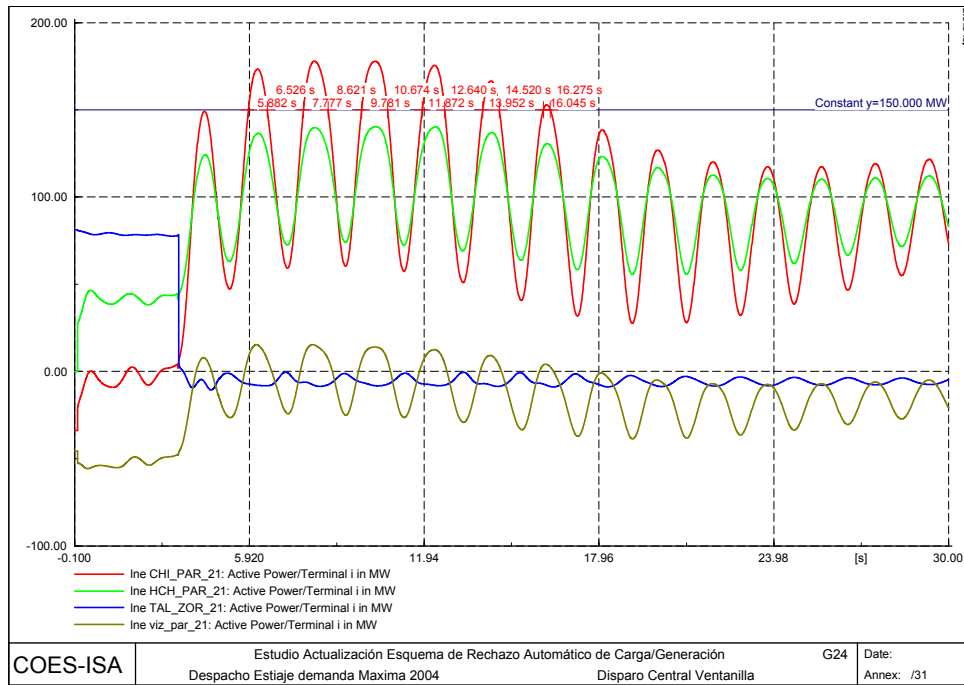
Adicionalmente, se observan oscilaciones de tensión con bajo amortiguamiento en todas las zonas del SEIN.



La evolución de la frecuencia muestra un valor mínimo en la Zona Costa - Centro de 58.91 Hz, llegando a valores del orden de 60.55 Hz después de la desconexión de la carga. En la Zona Norte se observa una oscilación de la misma naturaleza presente en las tensiones de la zona, con un valor mínimo de 58.71 Hz y un valor máximo de 60.76 Hz.



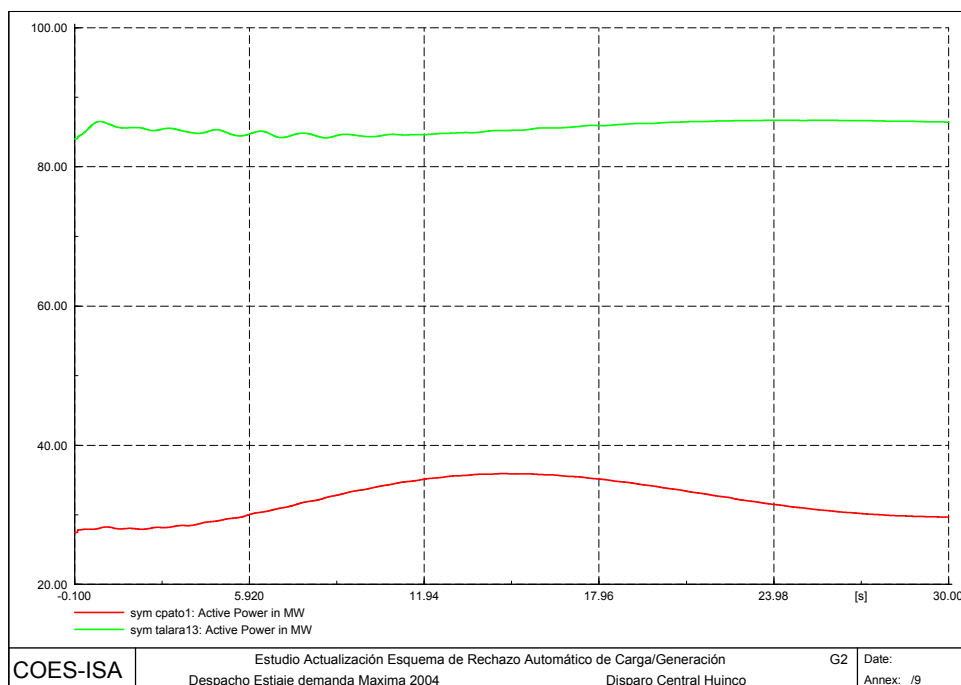
En este caso, se presentan oscilaciones de potencia no amortiguadas en todas las líneas a través del SEIN, con un aumento significativo en los flujos de potencia activa hacia la Zona que presenta el déficit, observándose un gran aumento del flujo a través de la línea Chimbote - Paramonga a valores cercanos al valor de potencia máximo declarado (160 MW)

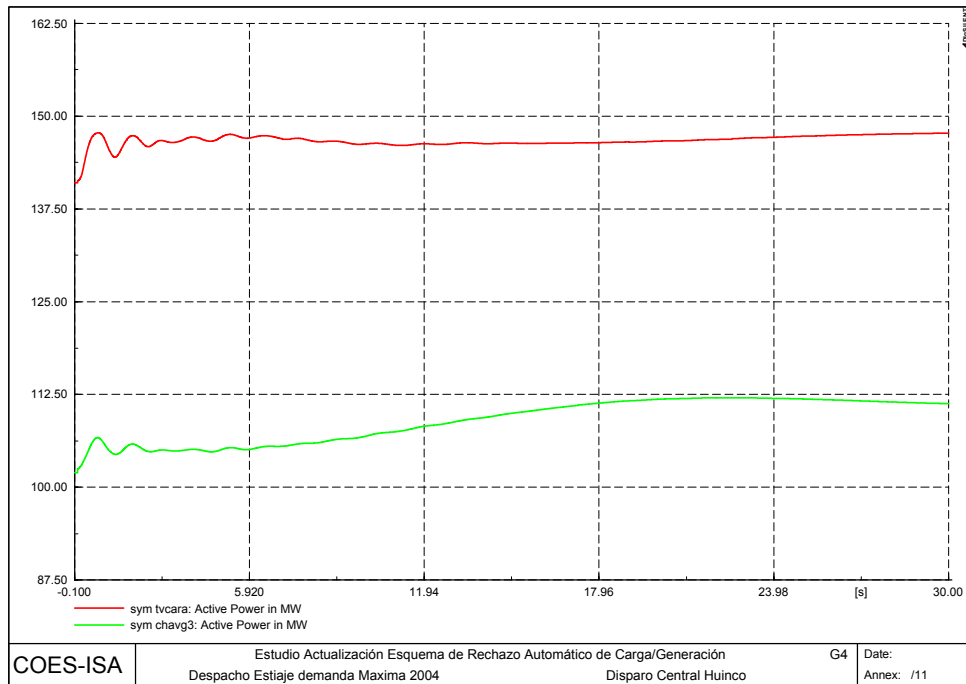
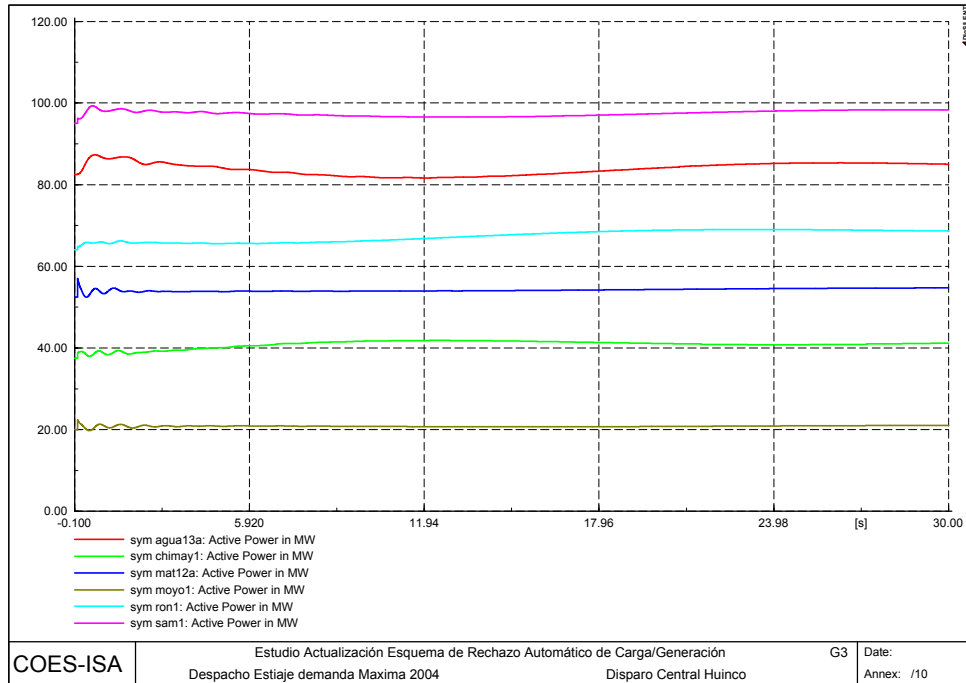


A1.11 EV11: DISPARO DE DE LA CENTRAL HUINCO CON 177 MW

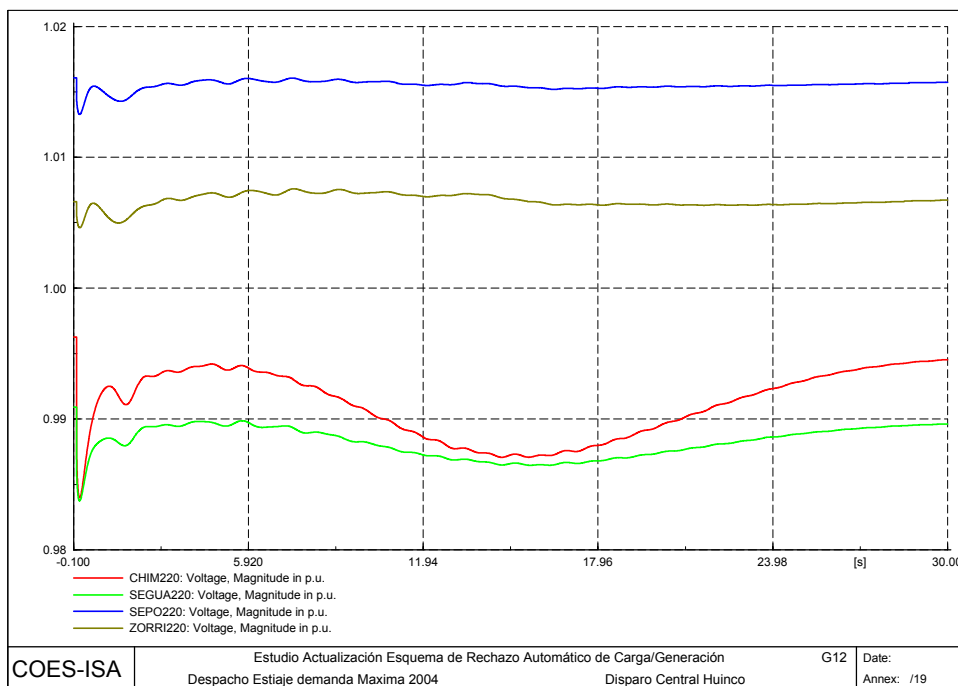
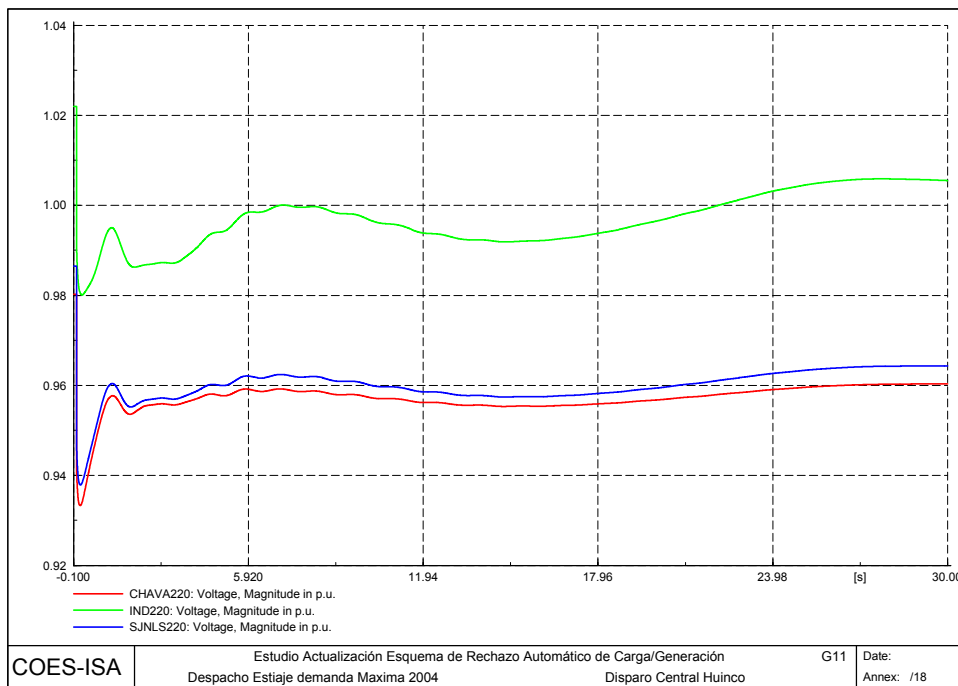
La salida de la Central Huinco constituye un desbalance generación – demanda del 5.54% con respecto a la generación y produce una caída de la frecuencia hasta valores del orden de 59.03 Hz sin activar el esquema de rechazo de carga por mínima frecuencia en el SEIN. El sistema no experimenta ningún fraccionamiento ni pérdida adicional de equipos, y la frecuencia se recupera mediante la actuación de la regulación primaria.

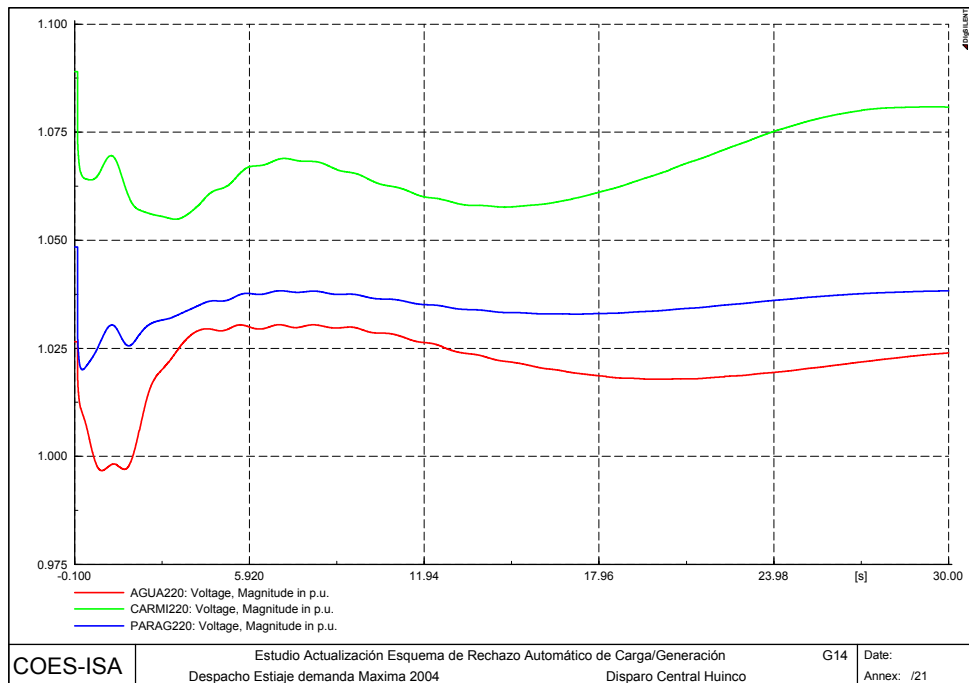
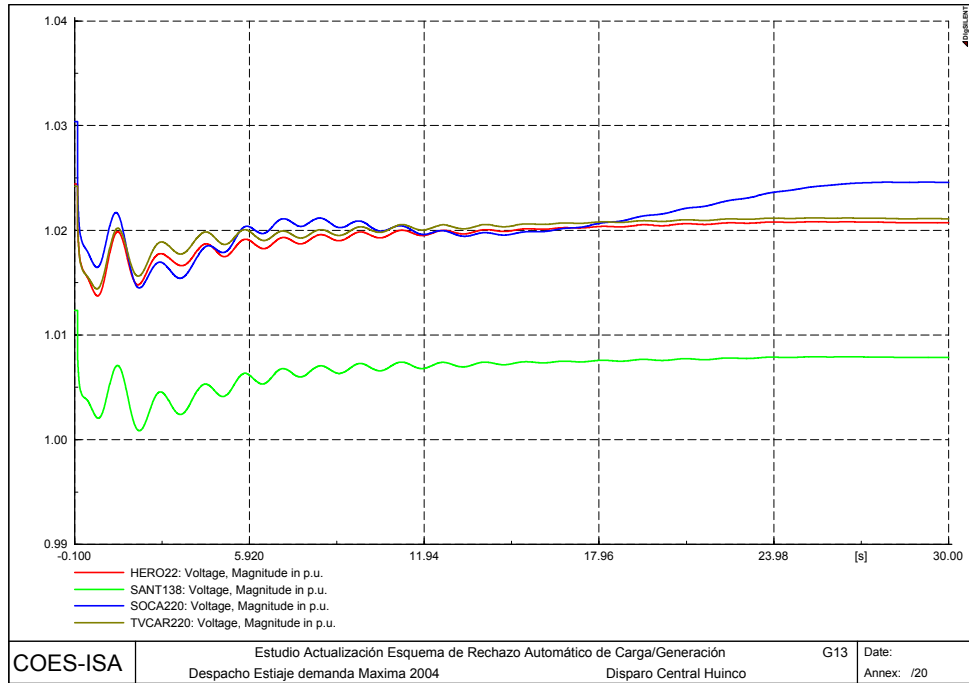
Las Figuras G2 a G4 ilustran la respuesta de la generación del SEIN ante el evento. La Central Cañón del Pato responde rápidamente frente a la caída de la frecuencia.



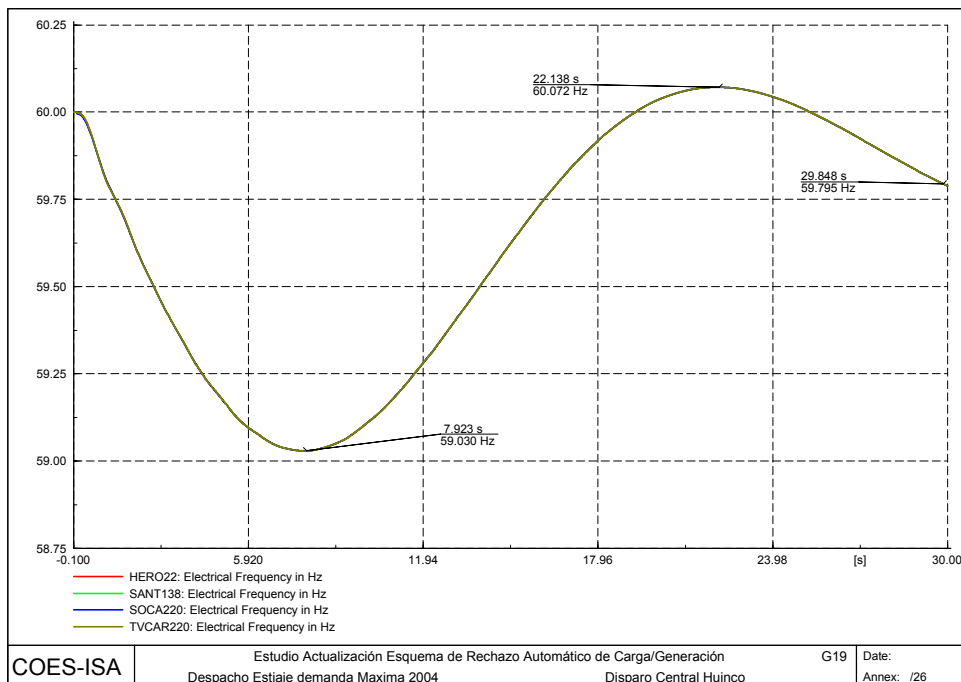
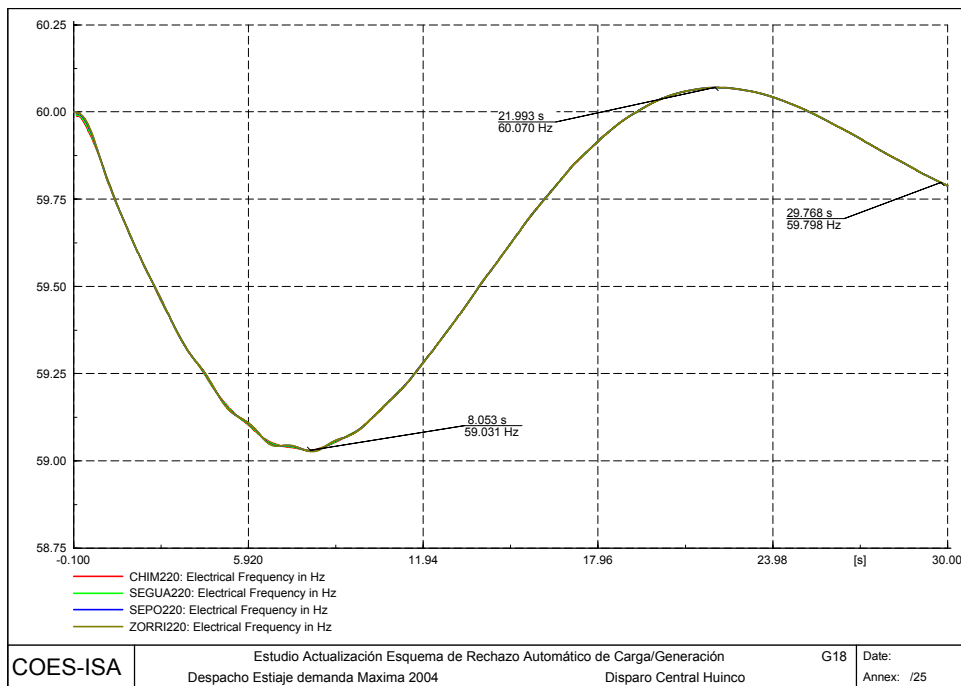


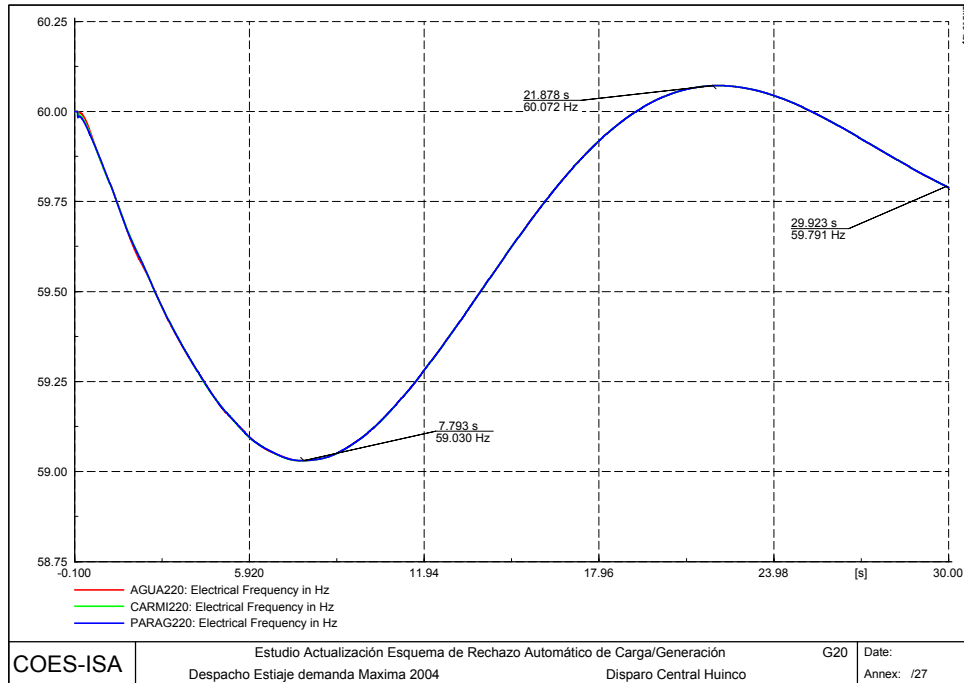
Aunque la tensión cae ligeramente en todo el SEIN, de manera más perceptible en la Zona centro, evoluciona dentro de los rangos normales de operación, ver Figuras G11 a G14.



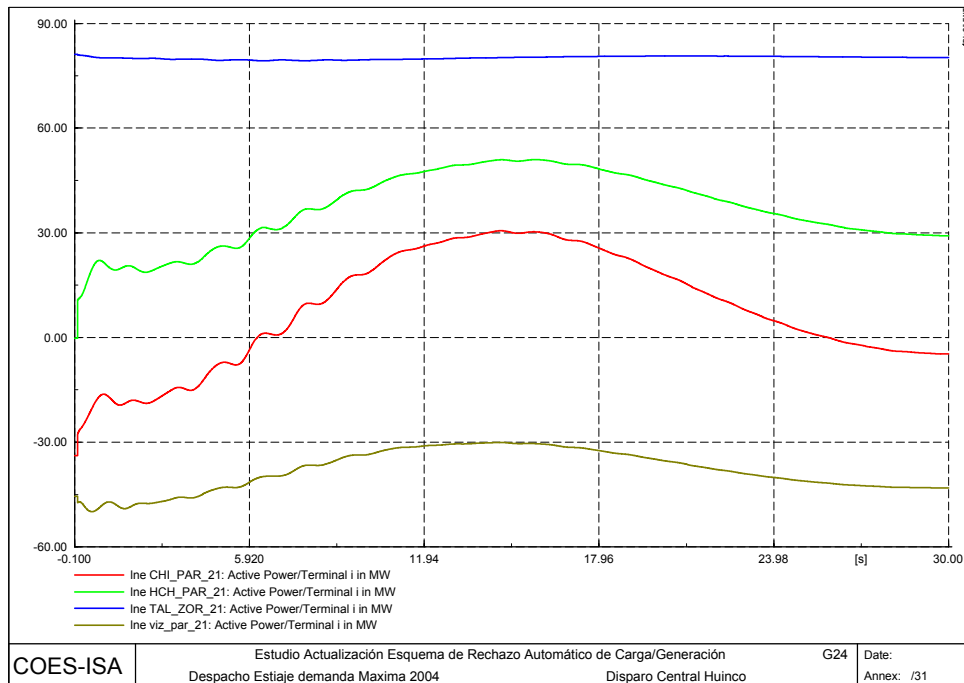


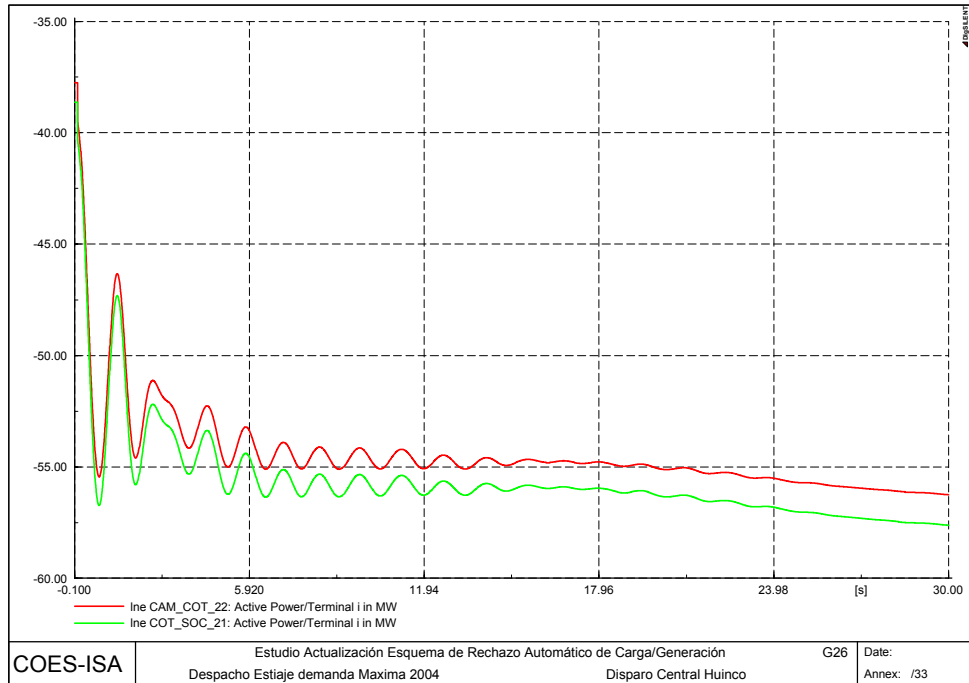
La evolución de la frecuencia muestra una rápida recuperación por la variación de la carga y la actuación de la regulación primaria de frecuencia, con tendencia a quedar por debajo de los 60 Hz posterior al período de estudio en razón de la magnitud del evento, ver Figuras G18 a G20.





Los flujos de potencia presentan una redistribución en razón de los cambios de generación debidos a la regulación primaria de frecuencia. En las Figuras G24 y G26 se evidencia la respuesta de las unidades de las Zonas Norte y Sur dado que la pérdida de generación se presentó en la Zona Centro.

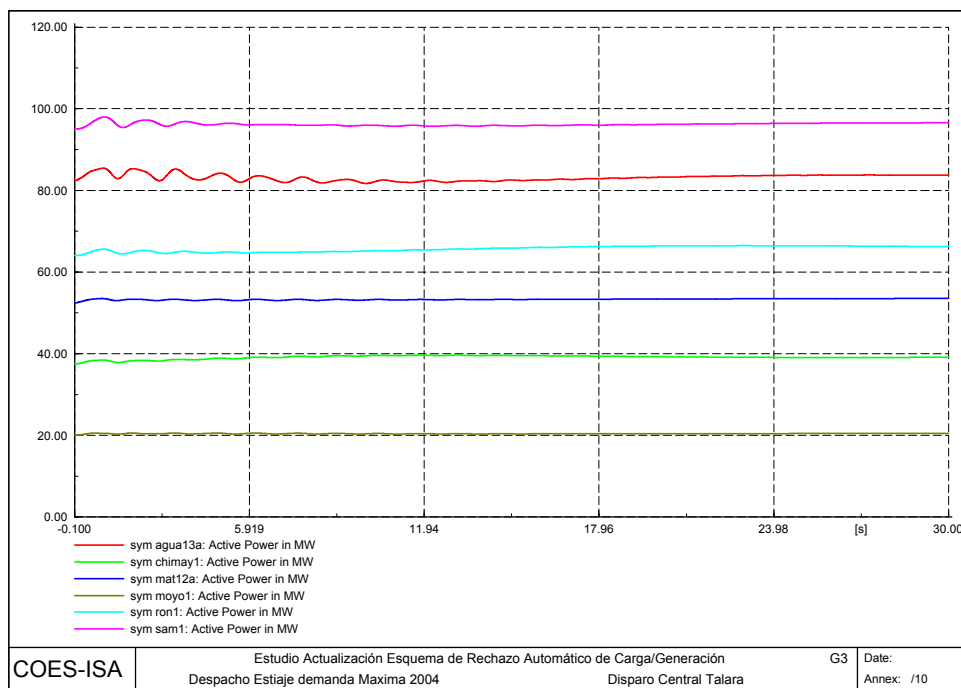


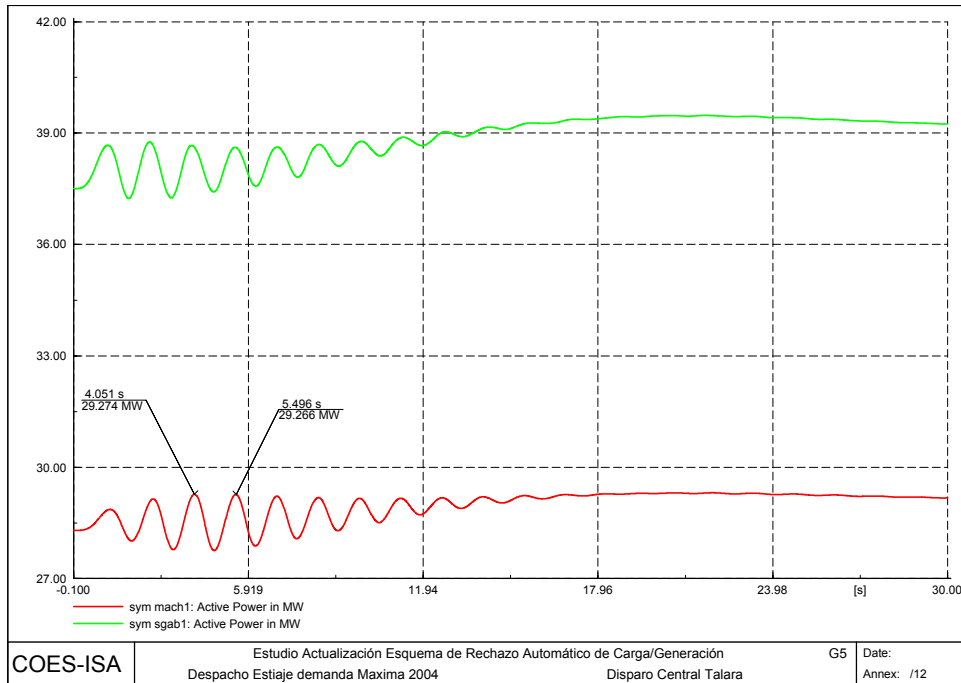
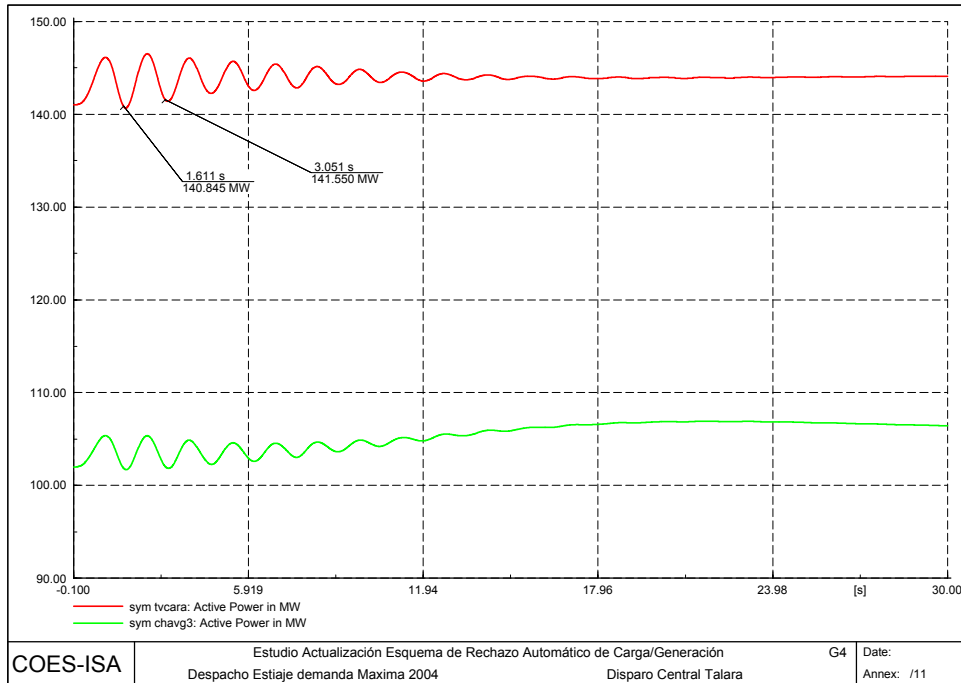


A1.12 EV12: DISPARO DE LA CENTRAL TALARA CON 84 MW

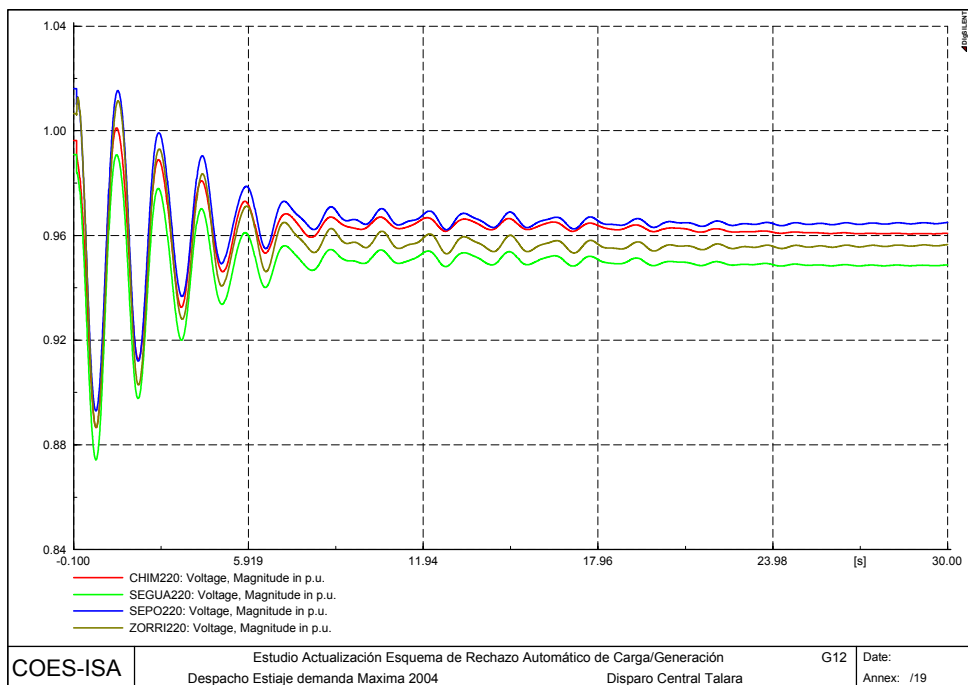
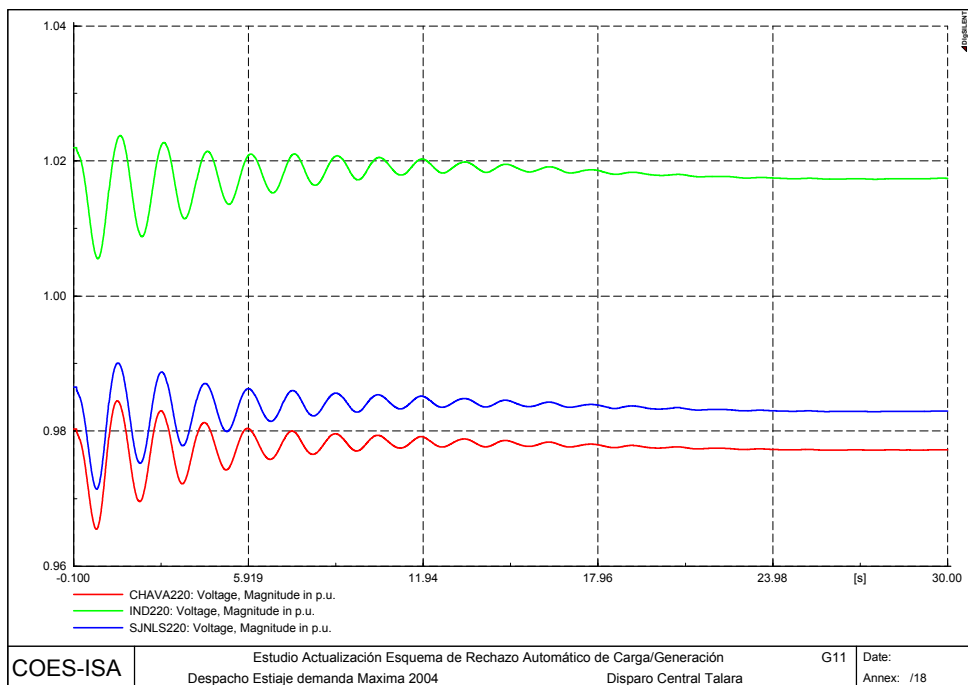
Este desbalance generación – demanda es apenas del orden del 2.6% con respecto a la generación y produce una caída de la frecuencia hasta valores cercanos a 59.49 Hz sin activar el Esquema de Rechazo de Carga por Mínima Frecuencia en el SEIN. El sistema no experimenta ningún fraccionamiento ni pérdida adicional de equipos, y la frecuencia se recupera mediante la actuación de la regulación primaria.

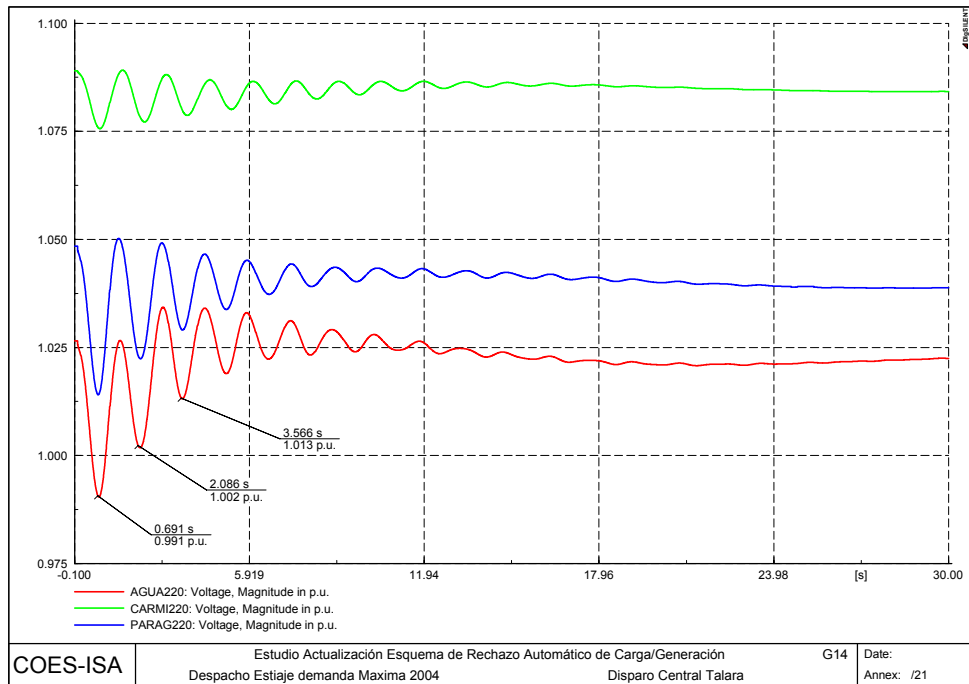
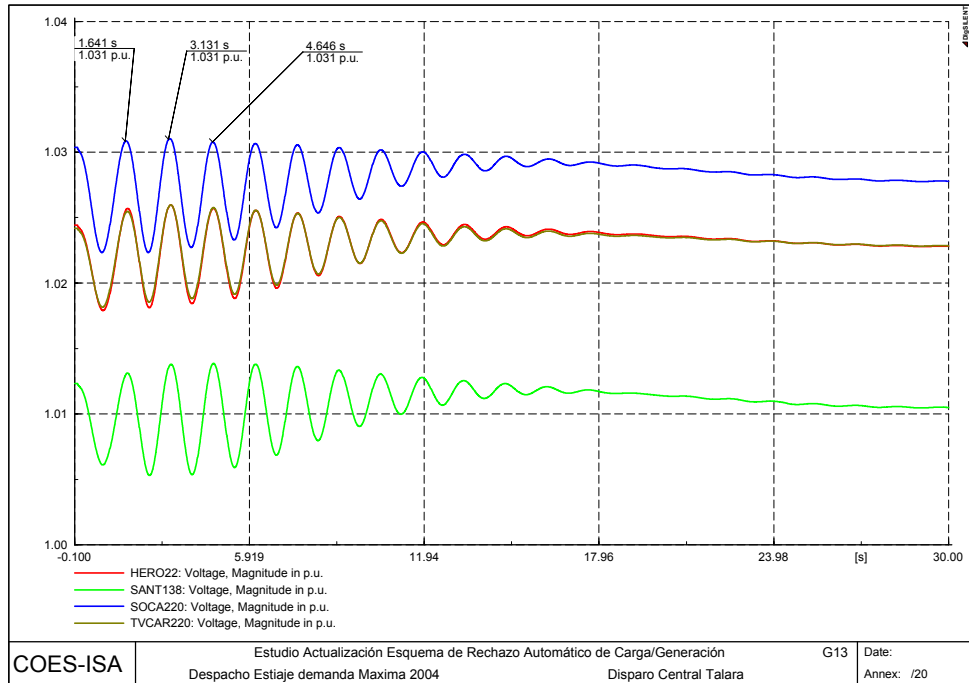
La respuesta de la generación del SEIN ante el evento se ilustra en la Figuras G3 a G5 evidenciándose un comportamiento oscilatorio amortiguado del orden de 0.69 Hz en las plantas de la Zona Sur, perceptible también en Aguaytía, durante los primeros segundos.



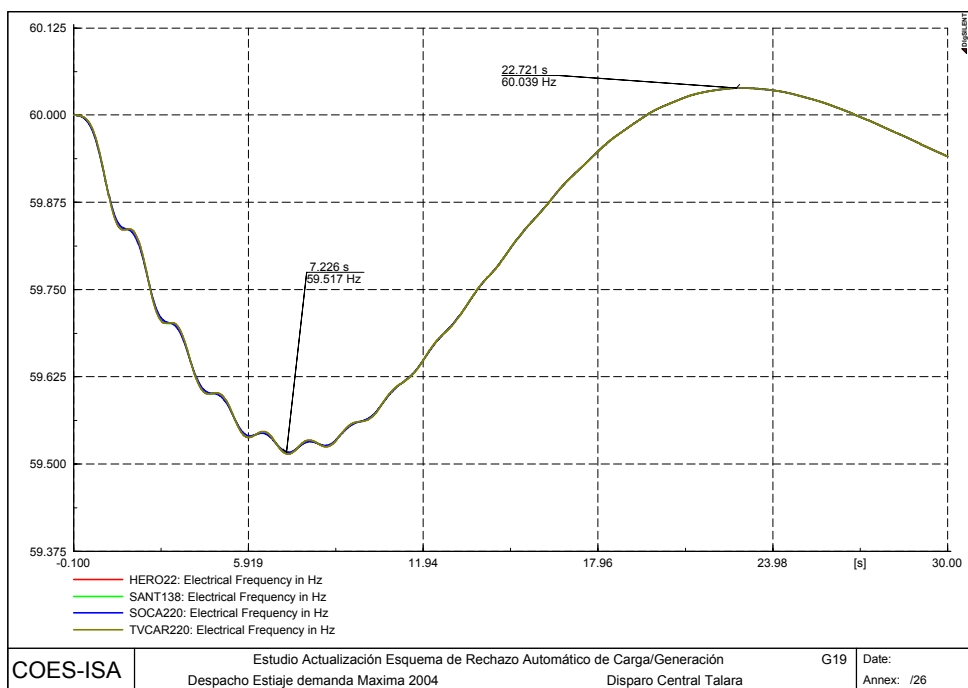
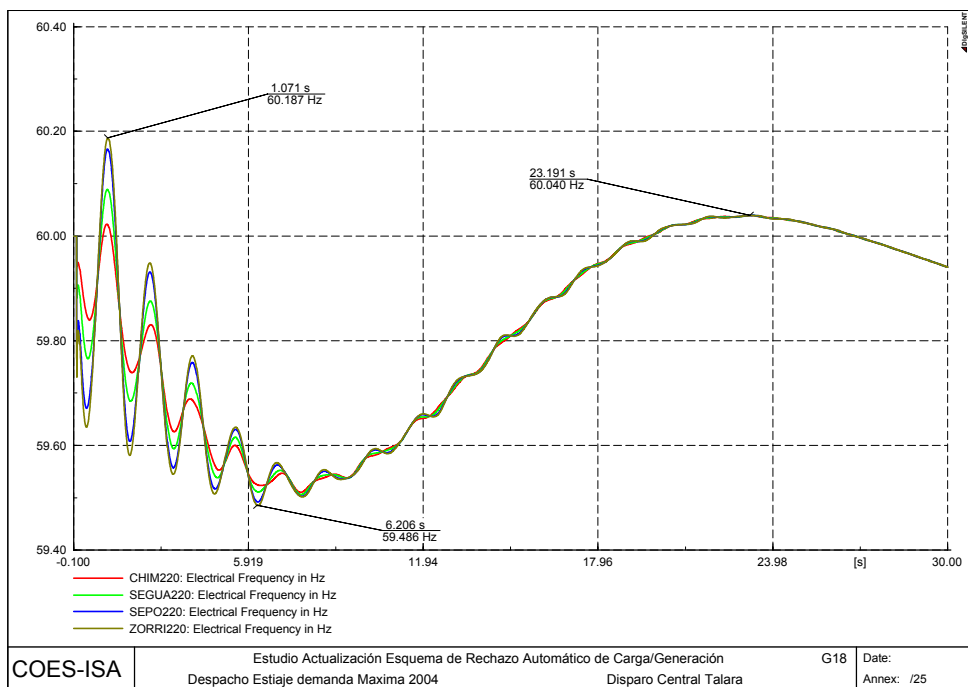


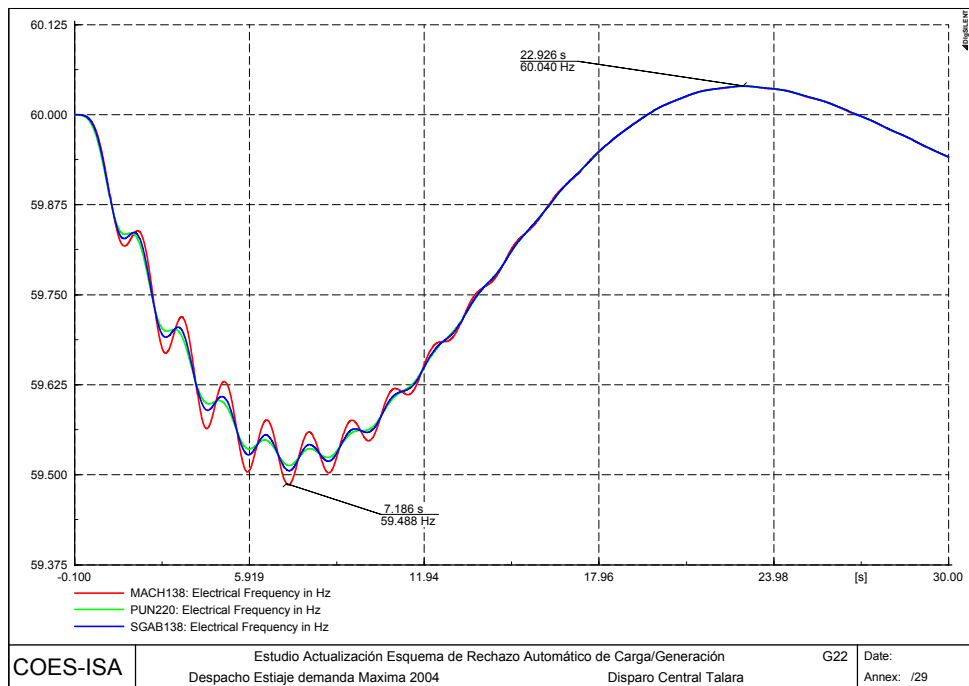
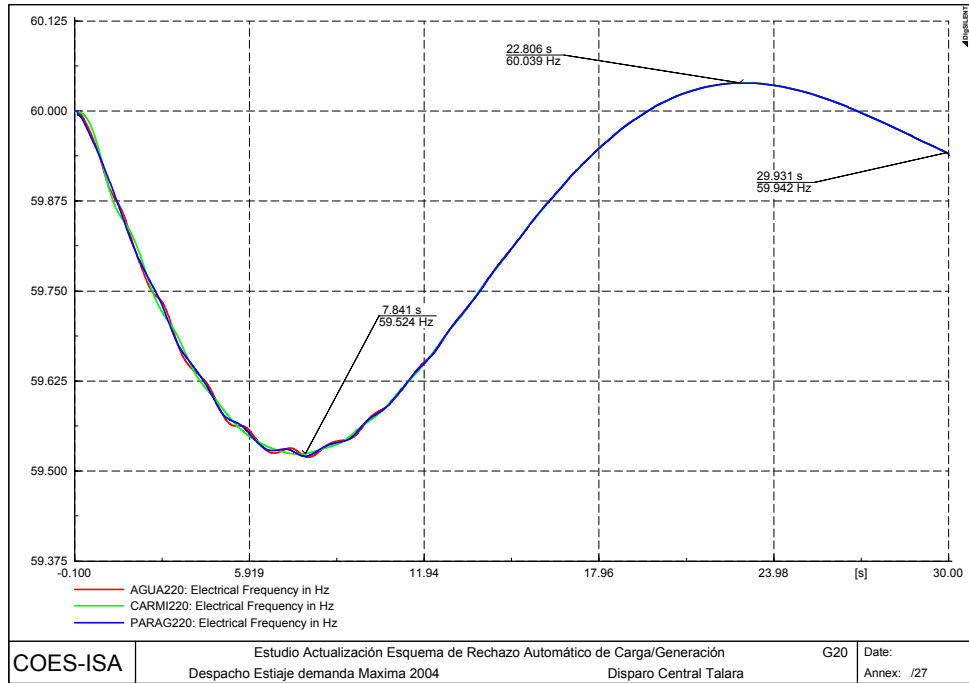
La pérdida de Talara afecta sustancialmente la tensión de la Zona Norte hacia una condición oscilatoria impactando todo el SEIN durante los primeros segundos. Afortunadamente, la oscilación se amortigua rápidamente y la tensión se recupera, aunque a valores menores que los presentados en la condición prefalla. La caída promedio de tensión en la Zona Norte es cercana al 5%, ver Figuras G11 a G14.





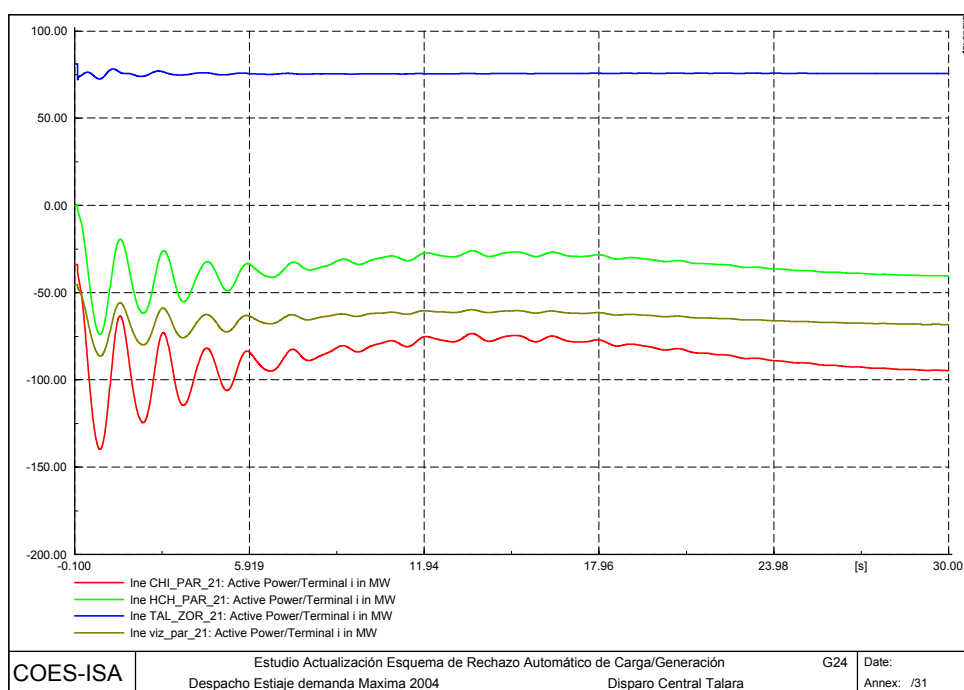
La condición de caída de la tensión en la Zona Norte, de naturaleza oscilatoria, afecta la respuesta de frecuencia durante los primeros instantes después de la pérdida de la generación de Talara. La frecuencia promedio en el SEIN no cae por debajo de 59.5 Hz y se recupera a valores nominales mediante la actuación de la regulación primaria de frecuencia, ver Figuras G18 a G20 y G22.

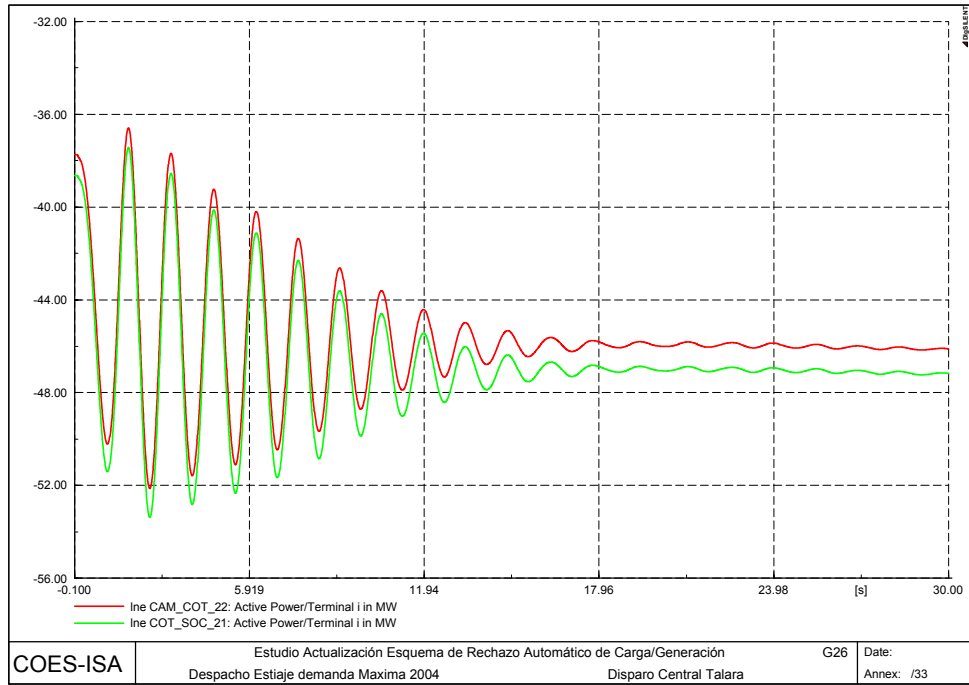




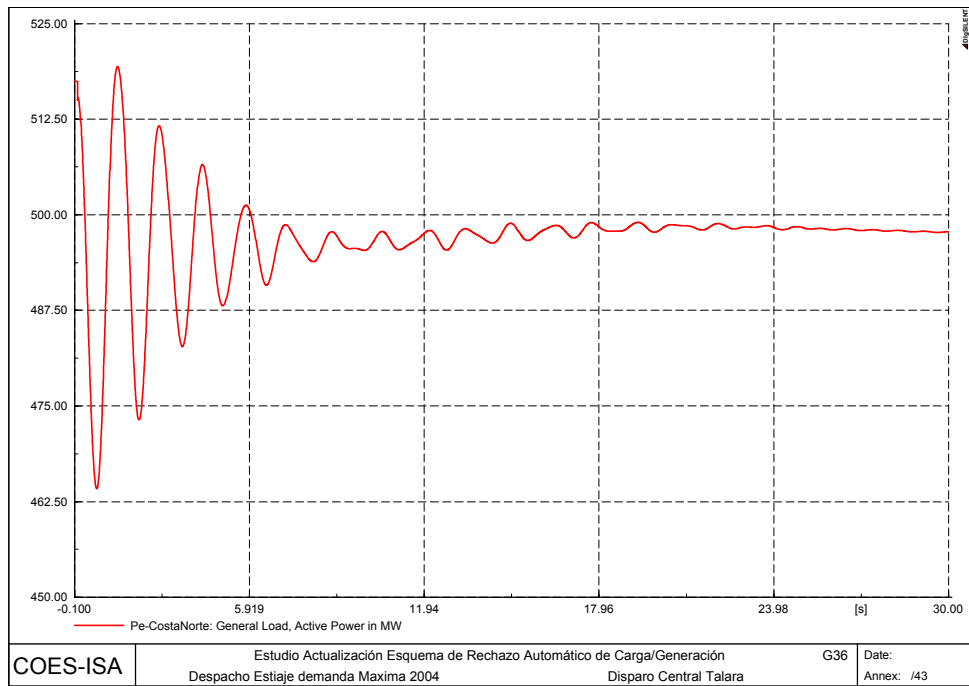
La mayor variación del flujo de potencia activa se presenta a través de la Línea Paramonga-Chimbote para compensar el desbalance de la Zona Norte, la cual responde con una fracción de regulación primaria, fundamentalmente con la Central de Cañón del Pato, y con una disminución de la carga por la caída de la tensión durante el período de análisis, ver Figura G24. La interconexión Sur-Centro registra la condición oscilatoria y modifica levemente su flujo de potencia en lo equivalente al aporte de regulación primaria, ver Figura 26.

El evento de Talara es de gran impacto en la operación del SEIN.





La Figura G36 ilustra el comportamiento de la carga de la Zona Norte durante la evolución del evento, confirmando lo indicado para la redistribución de flujos de potencia en dicha área.

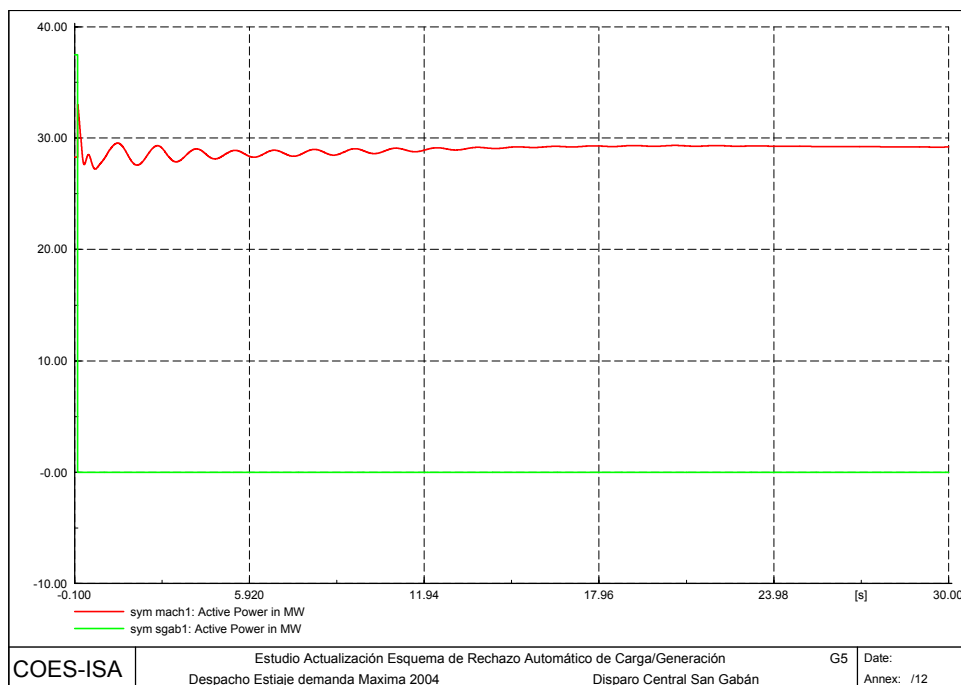


A1.13 EV13: DISPARO DE LA CENTRAL SAN GABÁN CON 75 MW

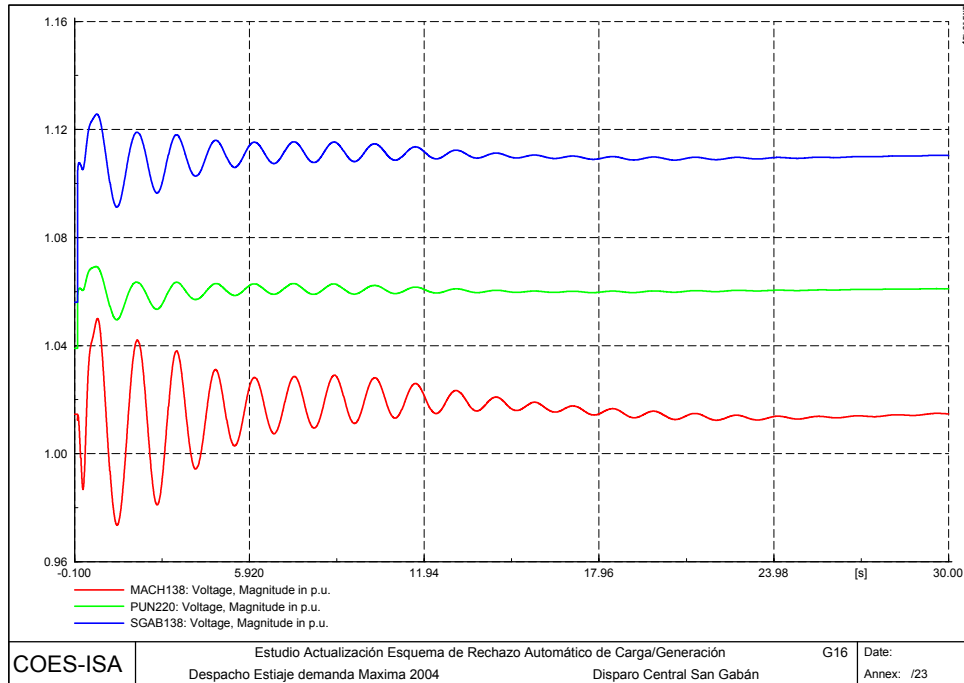
En este caso la pérdida de 75 MW de generación en la Zona Sierra - Sur (correspondientes a la salida de 2 unidades de San Gabán) ocasionan un desbalance del SEIN del 2.35%.

Esta pérdida de generación no ocasiona ninguna desconexión de carga en el SEIN ni tampoco la desconexión de la carga de Ecuador.

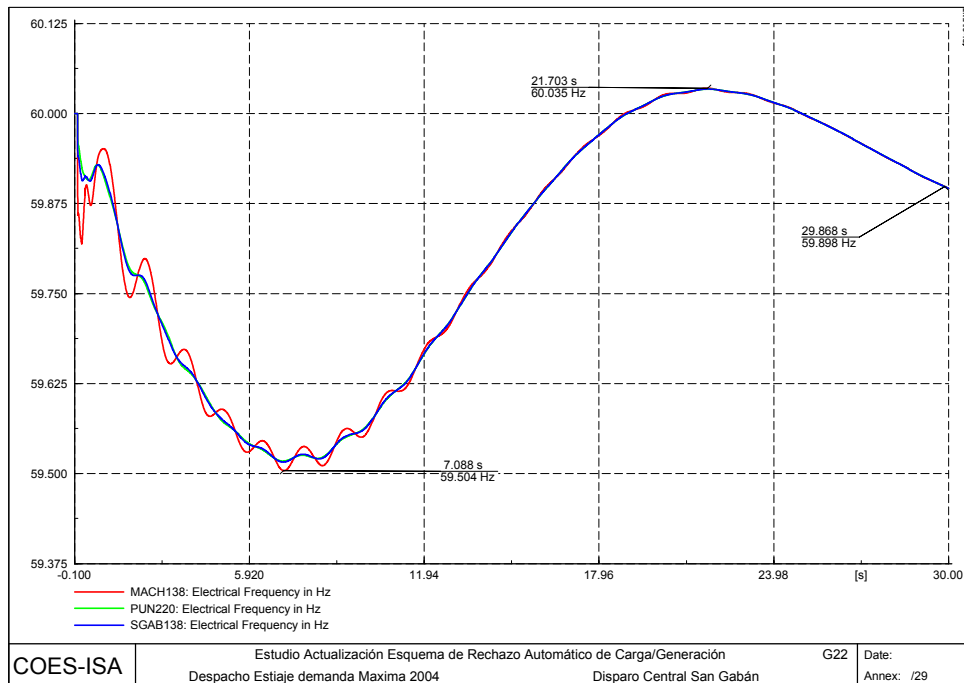
En primera instancia las unidades de generación disminuyen un poco su potencia y luego la aumentan para recuperar la frecuencia.



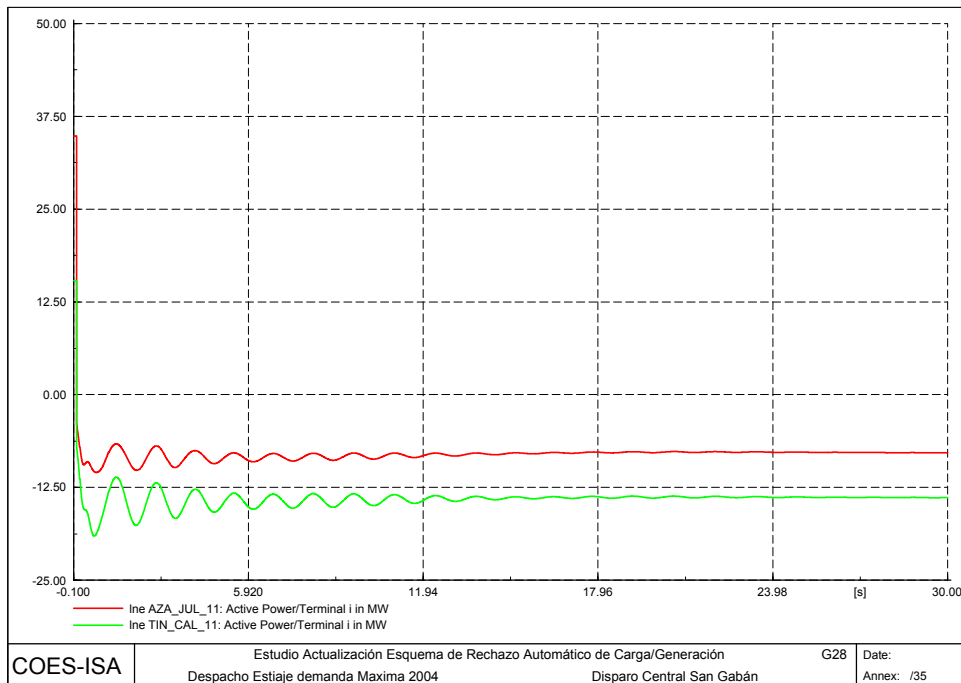
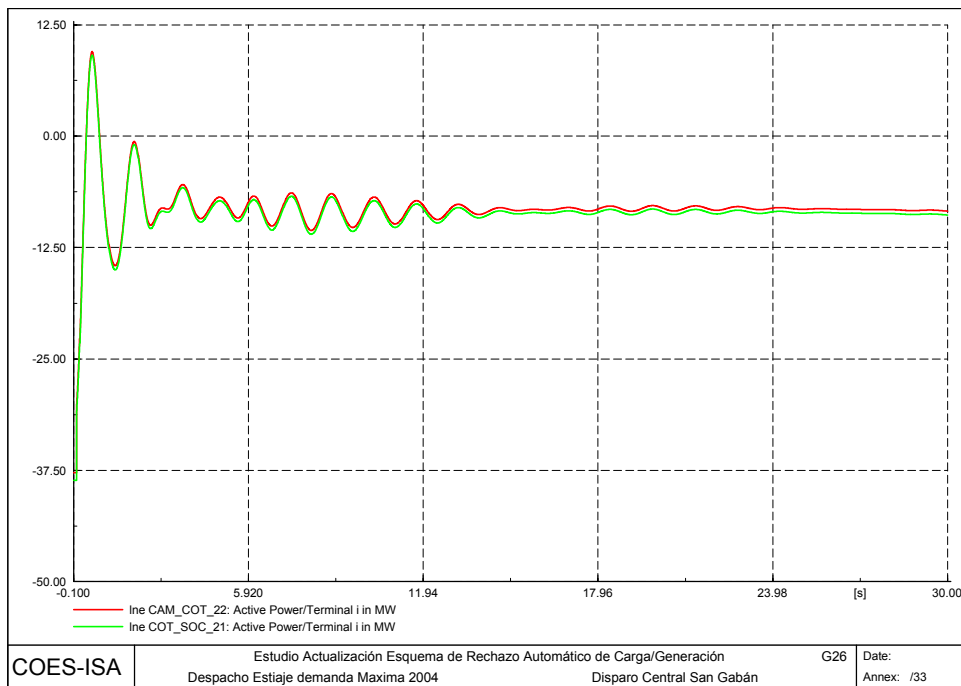
En este caso la pendiente de caída de la frecuencia no ocasiona la salida de elementos capacitivos del sistema. Las tensiones resultantes son levemente superiores a la condición de prefalla, de naturaleza oscilatoria amortiguada, especialmente durante los primeros 11 s de simulación en las Zona Sierra Sur del SEIN.



El valor mínimo de la frecuencia en la Zona Sierra Sur corresponde a 59.50 Hz, observándose además un comportamiento oscilatorio de la frecuencia de Machupichu. Al cabo de 20 s la frecuencia se recupera alcanzando valores del orden de 60.03 Hz.



En este caso, se observa una disminución de la potencia de las líneas de la Zona Sierra Sur Azángaro – Juliaca y Tintaya - Callali, y de la interconexión entre Cotaruse y Socabaya, debido a la disminución de la exportación desde San Gabán.



A1.14 EV14: DISPARO DE LA CENTRAL CAÑÓN DEL PATO CON 165 MW

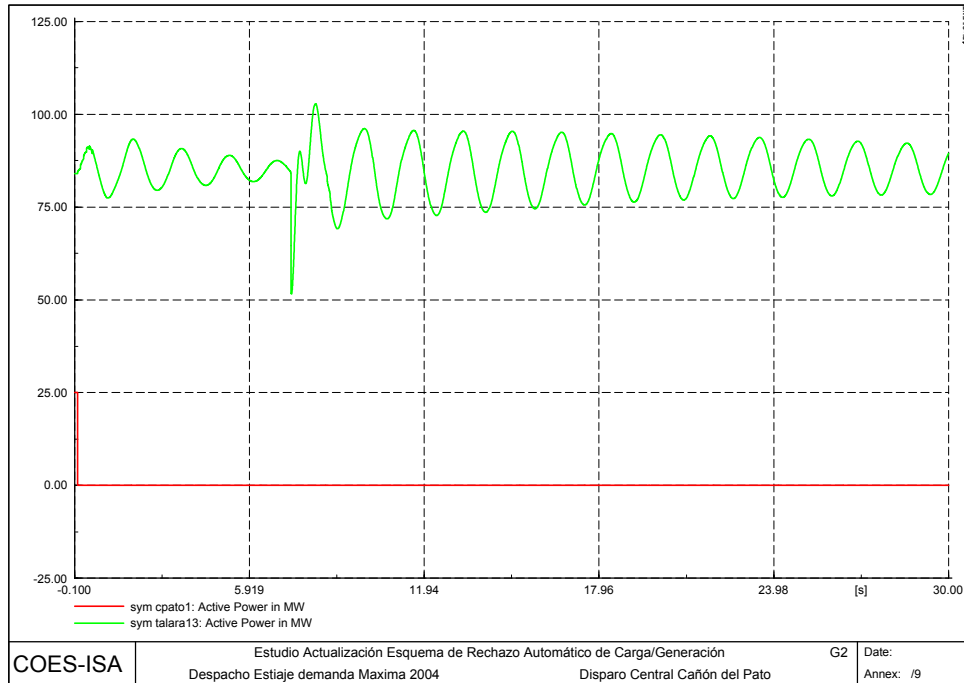
En este caso la pérdida de 165 MW de generación en la Zona Costa – Norte (correspondientes a la salida de 6 unidades de Cañón del Pato) ocasionan un desbalance del SEIN del 5.17%, llevando la frecuencia mínima a 58.74 Hz en esta Zona.

En estas condiciones se produce la salida de 29 MW de carga (0.98%), los cuales son deslastrados a causa de la actuación del Esquema de Rechazo de Carga por Umbral de Frecuencia en su totalidad.

En este caso se presenta la salida de tres etapas correspondientes a 12 MW (0.4%) para la etapa 1, 9.99 MW (0.33%) para la etapa 2 y 7.61 MW (0.25%) para la etapa 3.

Adicionalmente se presenta la salida de la carga de Ecuador con 82 MW, aumentándose en esta cantidad la potencia desconectada en el SEIN, es decir se desconectaría un total de 113 MW.

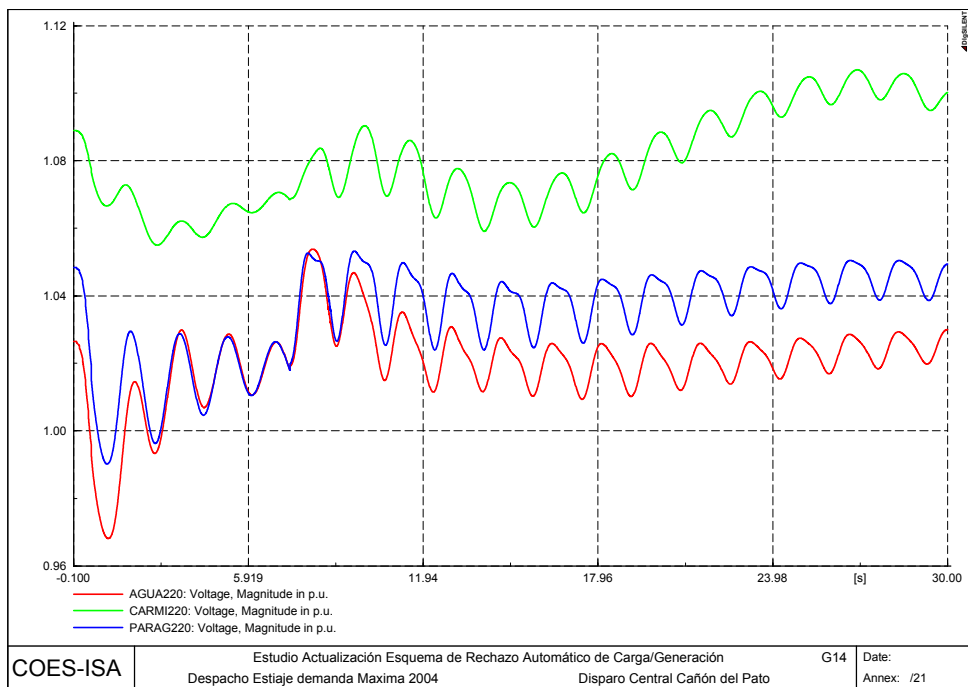
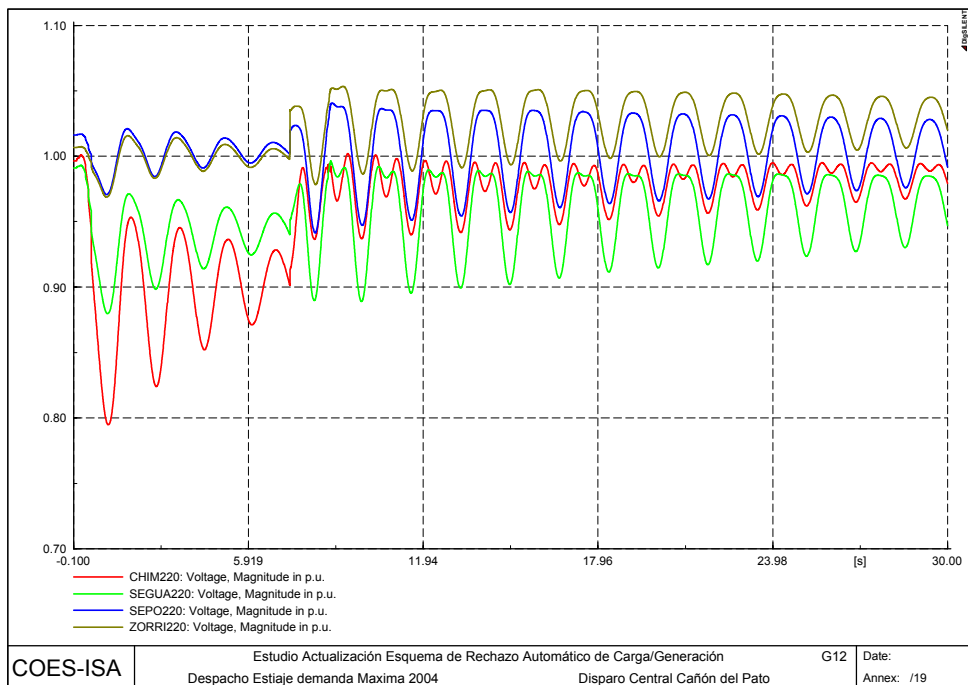
La unidades de generación del SEIN aumentan su potencia observándose además un comportamiento oscilatorio especialmente en la central de Talara.



Inicialmente con la pérdida de generación se observa una caída de tensiones en la Zona Norte alcanzando transitoriamente 0.8 p.u en la subestación Chimbote. Esta caída de las tensiones presenta un comportamiento oscilatorio con bajo amortiguamiento, pero logra recuperarse a valores alrededor del 0.95 p.u.

En el resto del SEIN también se observa una caída de tensiones menos severas, pero igualmente con una oscilación de bajo amortiguamiento.

En este caso se observa la desconexión de 1.5 MVar capacitivos desconectados por umbral de frecuencia.



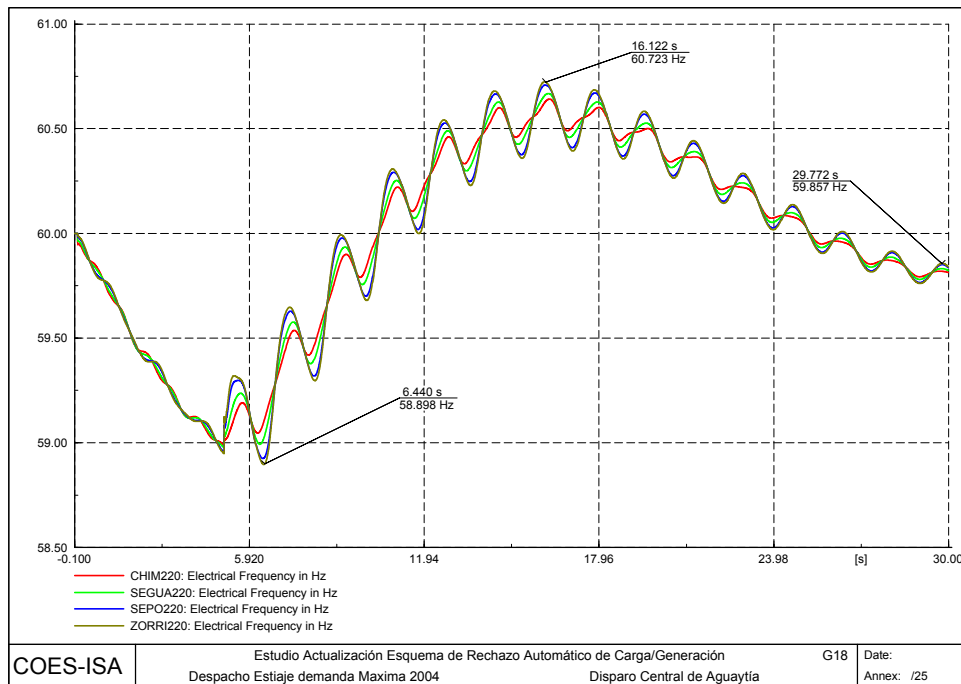
La evolución de la frecuencia muestra un valor mínimo en la Zona Norte de 58.74 Hz, ocasionando la desconexión de la carga de Ecuador y la actuación de las tres primeras etapas del Esquema de Rechazo de Carga. Sin embargo, en el resto del SEIN la frecuencia se mantiene por encima de los 59 Hz.

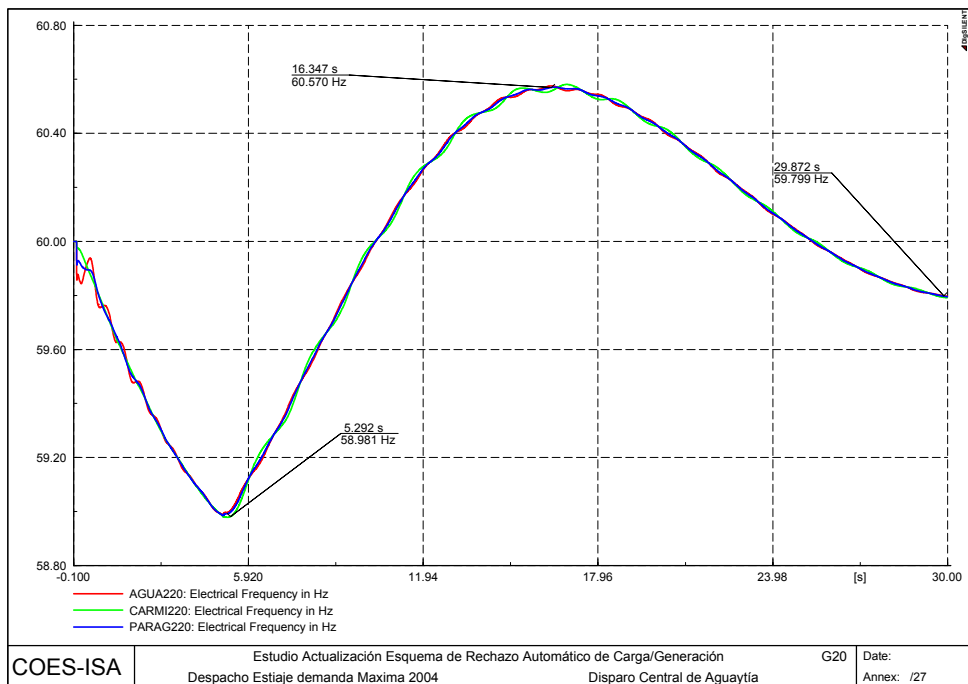
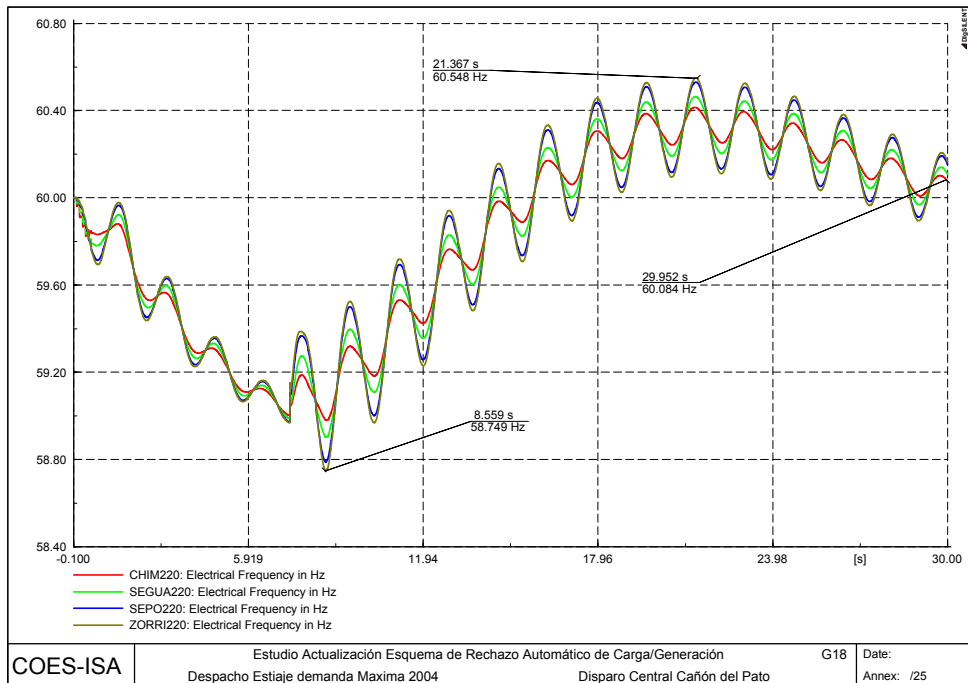
Sin embargo, si comparamos este evento (salida de 165 MW en Cañón del Pato) con el evento 7 (salida de 165 MW de Aguaytía), ambos con un desbalance del 5.17%, se observa que mientras la salida de Aguaytía ocasiona la desconexión de 103 MW la salida del Cañón del Pato solo desconecta 29 MW.

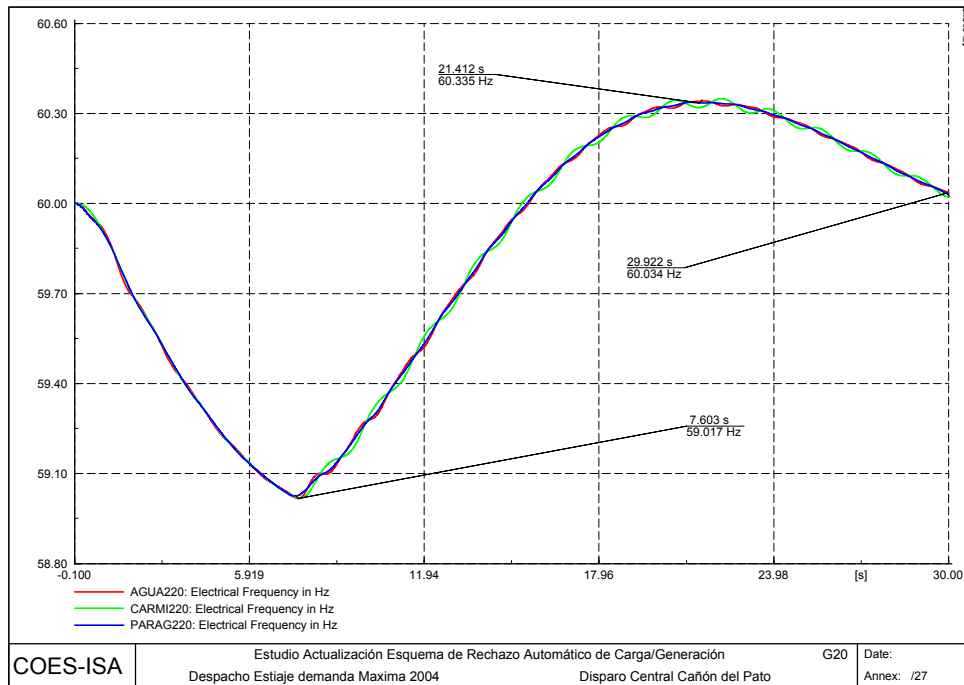
Este comportamiento puede explicarse a la luz de la evolución de las tensiones. En principio, la salida de Cañón del Pato ocasiona una caída abrupta de las tensiones, debido a su ubicación dentro del SEIN, lo que hace que la carga también disminuya considerablemente manteniéndose de esta forma el balance Demanda- Generación. Este fenómeno no permite que la frecuencia disminuya lo suficiente como para desconectar carga adicional.

La frecuencia logra recuperarse y se mantiene alrededor de los 59.8 Hz, presentando un comportamiento oscilatorio en la Zona Norte del SEIN.

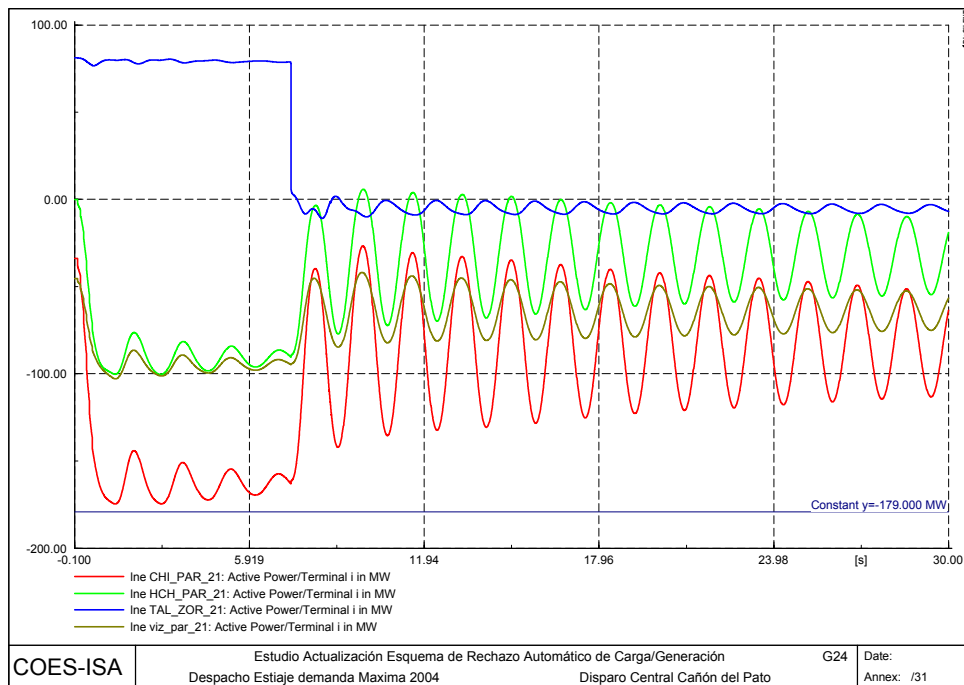
En las siguientes Figuras se muestra la comparación entre la frecuencia de ambos eventos en la Zona Norte del SEIN y la Zona Sierra – Centro.







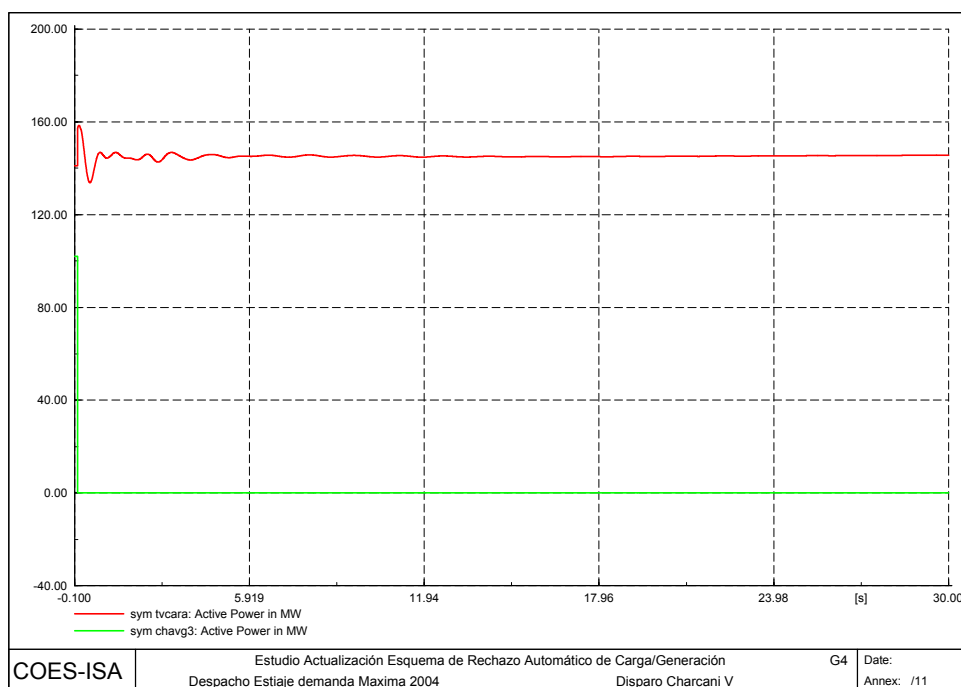
En este caso, se presentan oscilaciones de potencia poco amortiguadas en todas las líneas a través del SEIN, con un aumento significativo en los flujos de potencia activa hacia la Zona que presenta el déficit, observándose un gran aumento del flujo a través de la línea Paramonga - Chimbote a valores cercanos al valor de potencia máximo declarado (180 MW)



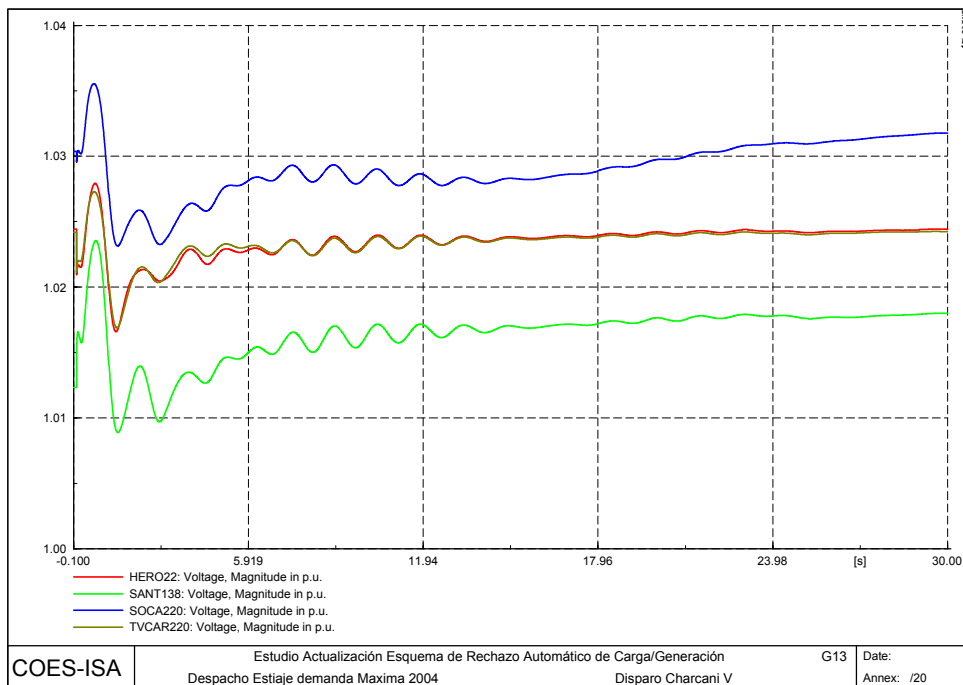
A1.15 EV15: DISPARO DE LA CENTRAL CHARCANI V CON 102 MW

En este caso la pérdida de 102 MW de generación en la Zona Costa – Sur (correspondientes a la salida de 3 unidades de Charcani V) ocasionan un desbalance del SEIN del 3.2%, llevando la frecuencia mínima a 59.35 Hz en esta Zona, sin que se presenten actuaciones de los esquemas de rechazo de carga ni la desconexión de la carga de Ecuador..

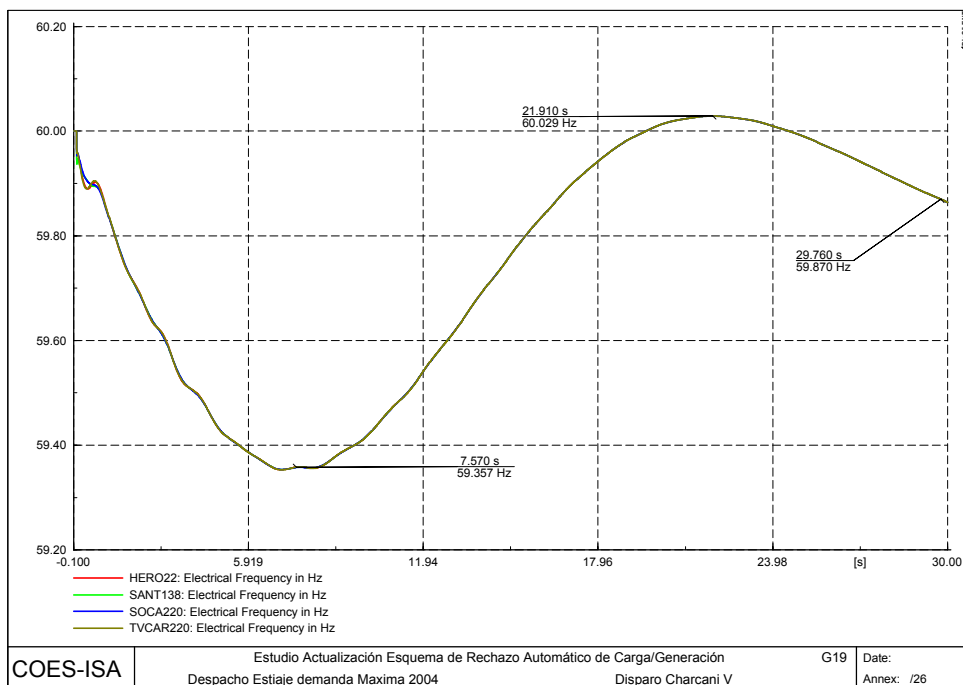
La unidades de generación del SEIN aumentan su potencia durante el evento y luego se estabilizan en valores cercanos a sus condiciones iniciales de despacho.



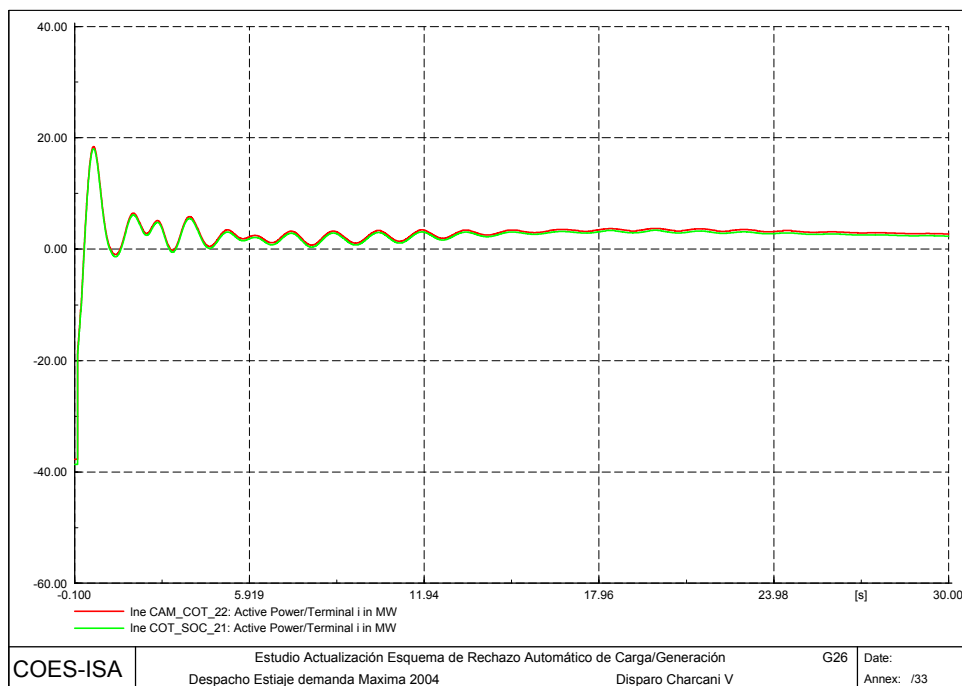
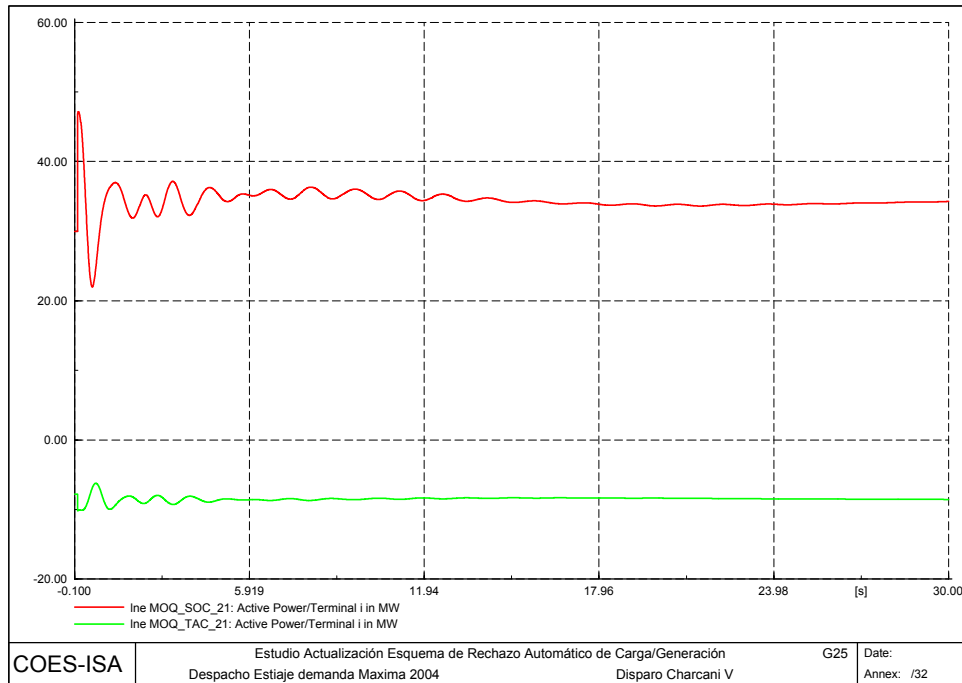
En este caso no se observan salidas de elementos capacitivos en el sistema y las tensiones en la Zona se recuperan de manera satisfactoria, quedando en la mayoría de los casos un poco superiores con respecto a sus valores iniciales.

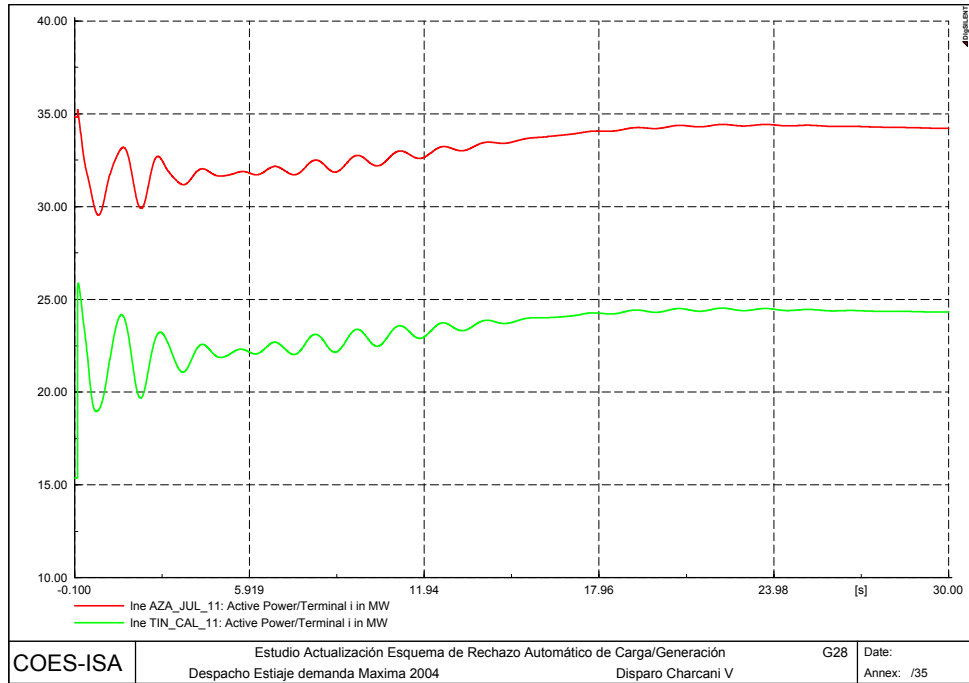


La evolución de la frecuencia muestra un valor mínimo en la Zona Costa - Sur de 59.35 Hz, llegando a valores del orden de 60.02 Hz.



Cabe anotar que la pérdida de esta generación ocasiona la redistribución de flujos de potencia, especialmente a través de los circuitos Moquegua – Socabaya, Cotaruse – Socabaya y Tintaya – Callalli.





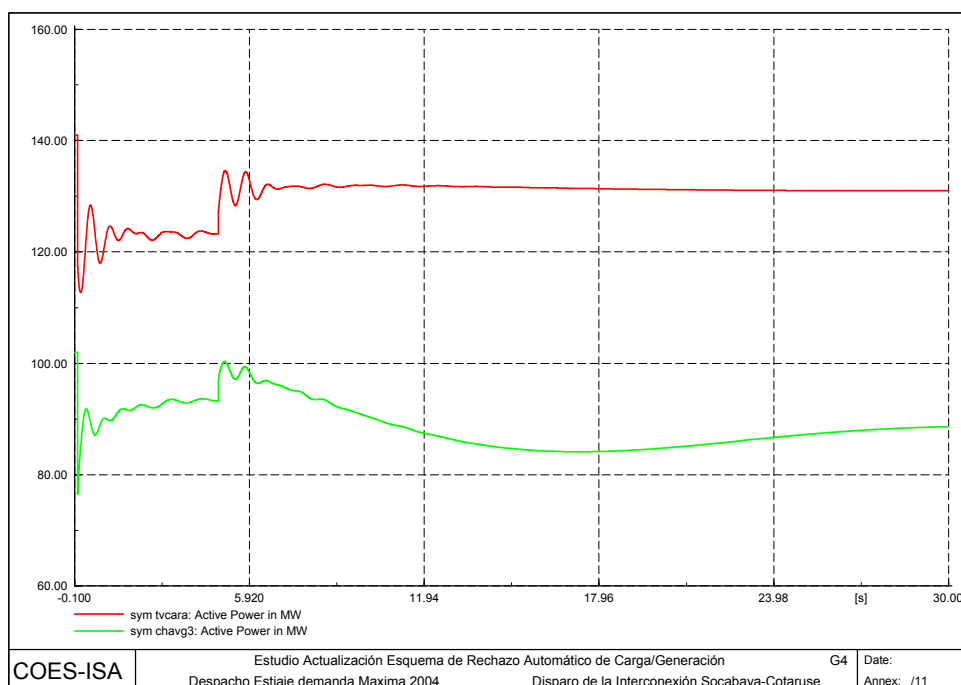
A1.16 EV16: DISPARO DE LAS LÍNEAS COTARUSE – SOCABAYA A 220 KV CON 78 MW

Este evento provoca la separación entre la Zona Sur y el resto del SEIN con una transferencia de 39 MW desde Socabaya hacia Cotaruse por cada línea.

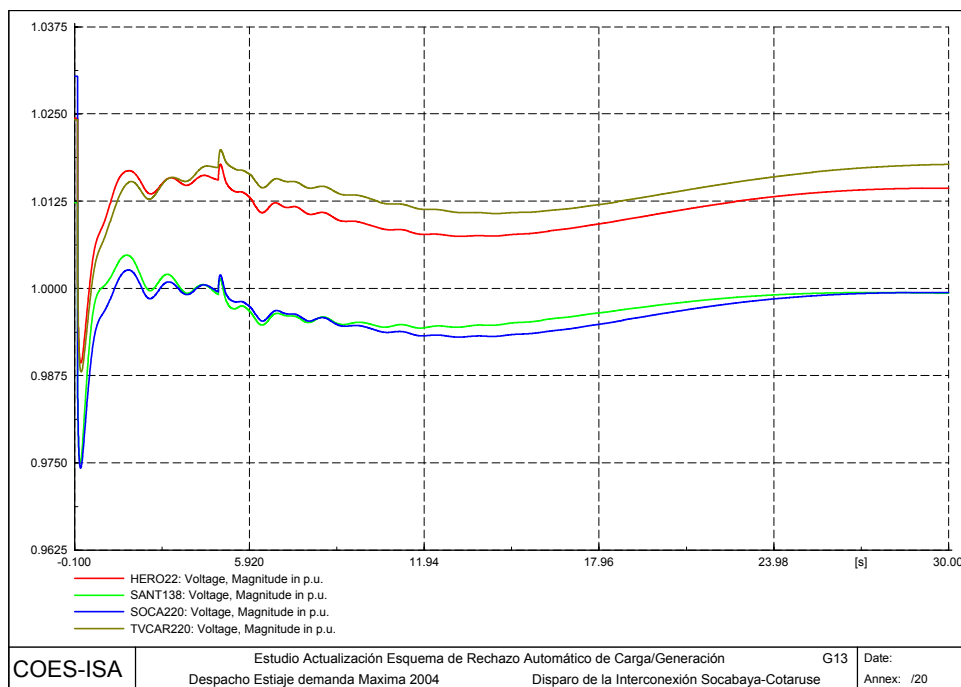
La Zona Sur presenta una demanda de 554.33 MW y una generación de 653.08 MW y exporta 78 MW hacia la Zona Norte. En este caso el desbalance con respecto a la generación corresponde a 11.94%, ocasionando una sobrefrecuencia de 62.59 Hz que dispara la unidad dos de San Gabán con 37.5 MW.

La Zona Norte presenta una demanda de 2470.17 MW y una generación de 2536.01 MW y recibe 78 MW desde Cotaruse. En este caso el desbalance con respecto a la generación corresponde a 3.08%, por lo que no se presenta actuación del Esquema de Rechazo de Carga.

La potencia activa de las unidades de generación varía levemente, disminuyendo su potencia activa en la zona sur y aumentándola en el resto del SEIN como consecuencia de los desbalances respectivos de cada zona dependiendo de su condición de exportación o importación.



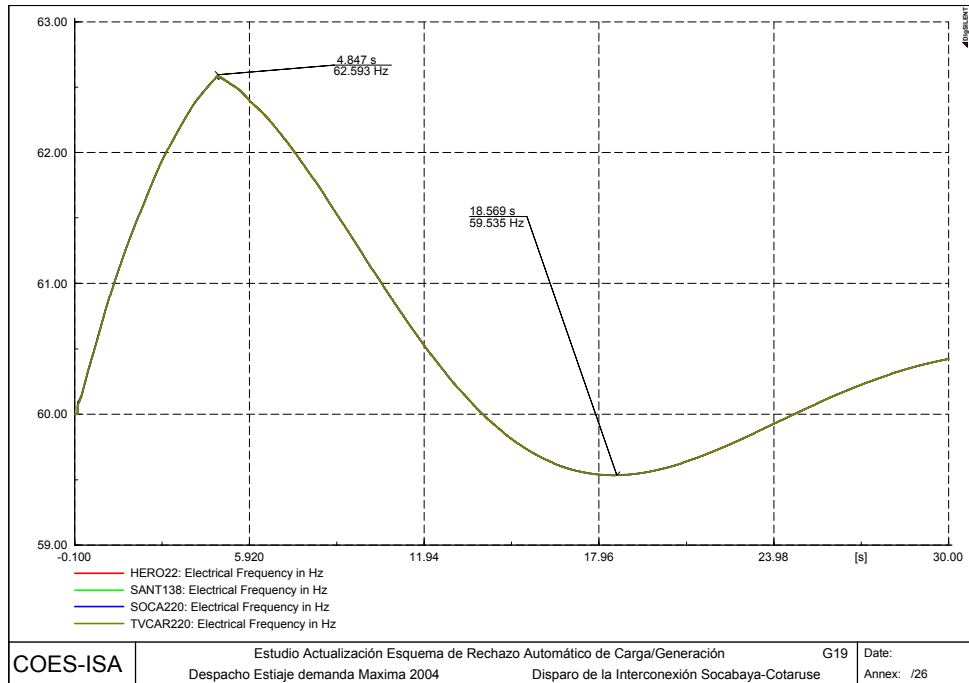
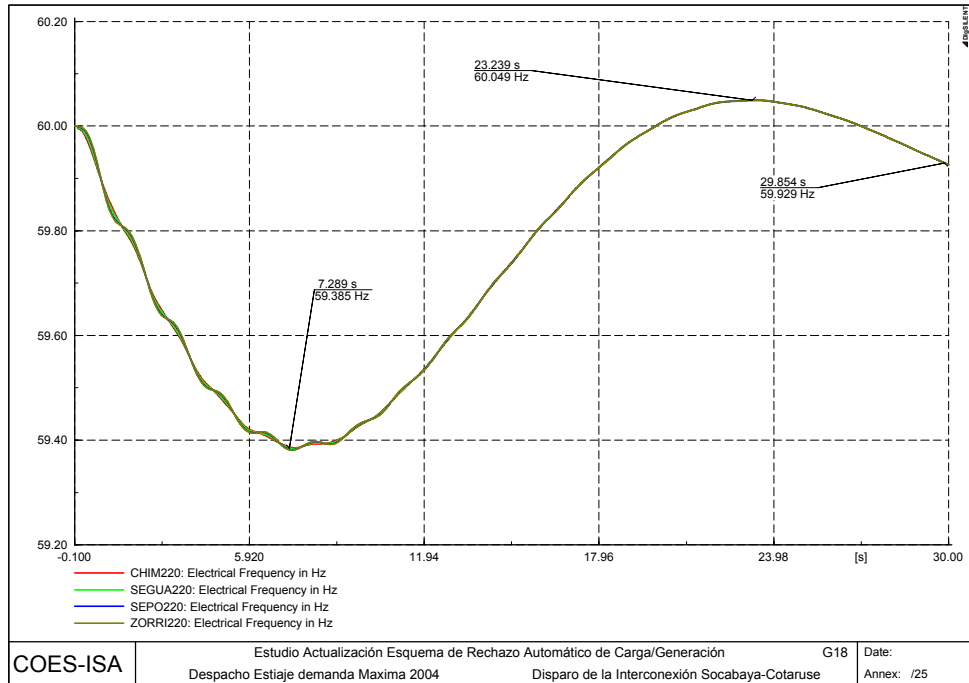
En ambos lados de la línea se observa un aporte importante de reactivos (alrededor de 30 MVAR) por lo que su salida representa una disminución en las tensiones de todo el SEIN, especialmente en la Zona Costa – Sur.



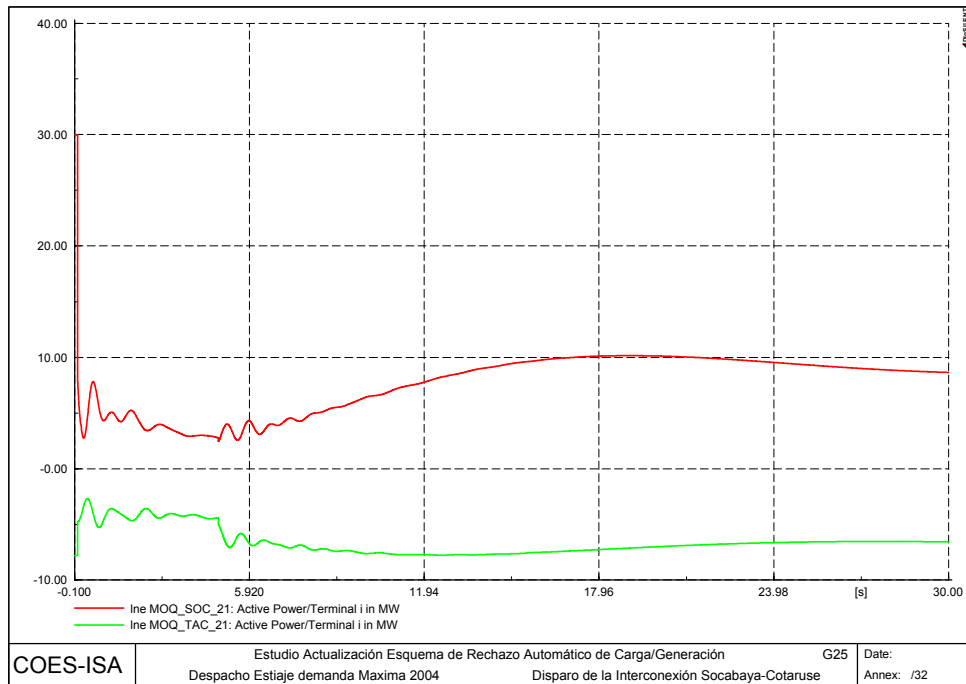
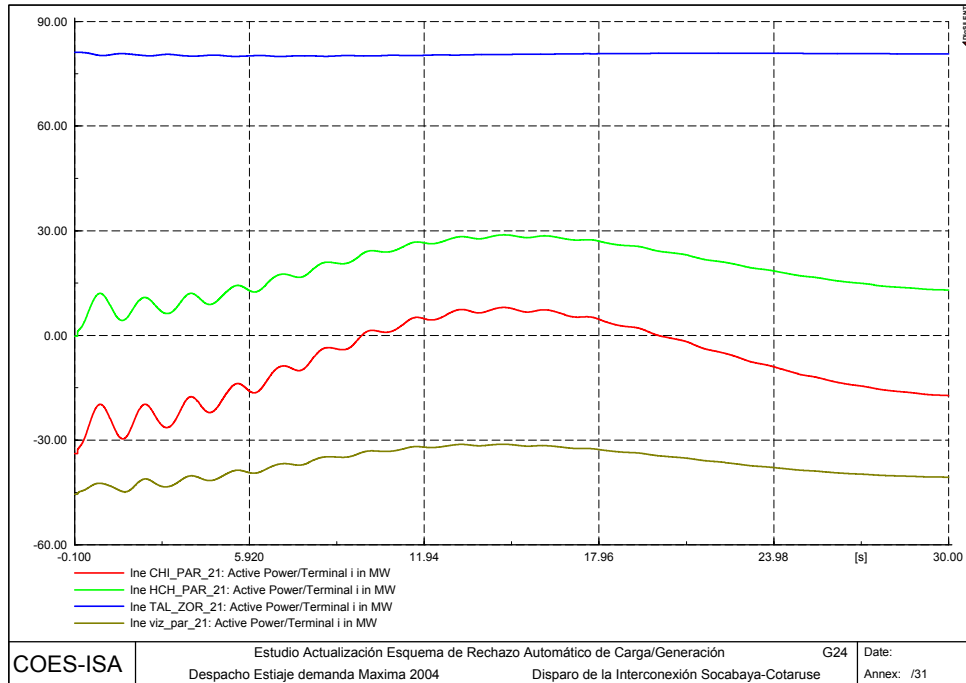
Debido a la separación de la Zona Costa Sur del resto del SEIN se presentan condiciones de baja frecuencia y sobre frecuencia:

En la Zona Sur el exceso de generación en el momento del evento provoca un aumento de la frecuencia a valores del orden de 62.59 Hz, ocasionando el disparo de la unidad dos de San Gabán con lo que la frecuencia baja a 59.53 Hz.

En el resto del SEIN el déficit de potencia en el momento del evento provoca una disminución de la frecuencia a valores del orden de 59.38 Hz, recuperándose satisfactoriamente a valores cercanos al nominal.



En cuanto a las transferencias se observa una redistribución de flujos en todas las líneas del SEIN.



A1.17 EV17: DISPARO DE LA LÍNEA CHIMBOTE – PARAMONGA A 220 KV CON 34 MW

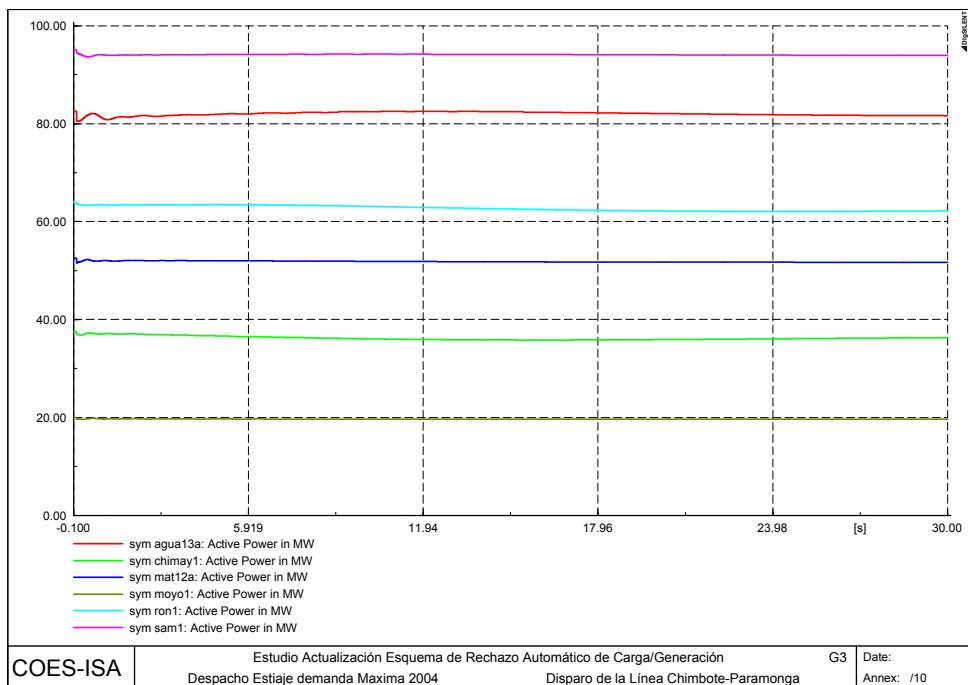
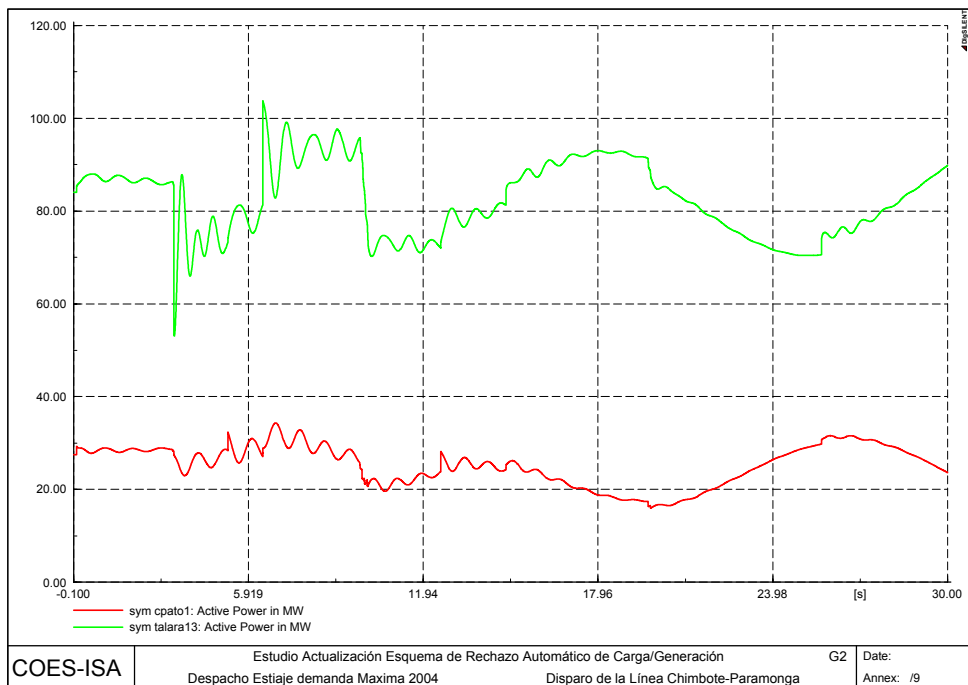
Este evento provoca la separación de una parte de la Zona Norte del resto del SEIN, con una transferencia de 34 MW desde Paramonga hacia Chimbote.

La Zona exportadora presenta una demanda de 2553.66 MW y una generación de 2730.5 MW y exporta 34 MW hacia la Zona Norte. En este caso el desbalance con respecto a la generación corresponde a 1.25%.

La Zona importadora presenta una demanda de 470.84 MW y una generación de 455.5 MW y recibe 34 MW desde Paramonga. En este caso el desbalance con respecto a la generación corresponde a 7.46%.

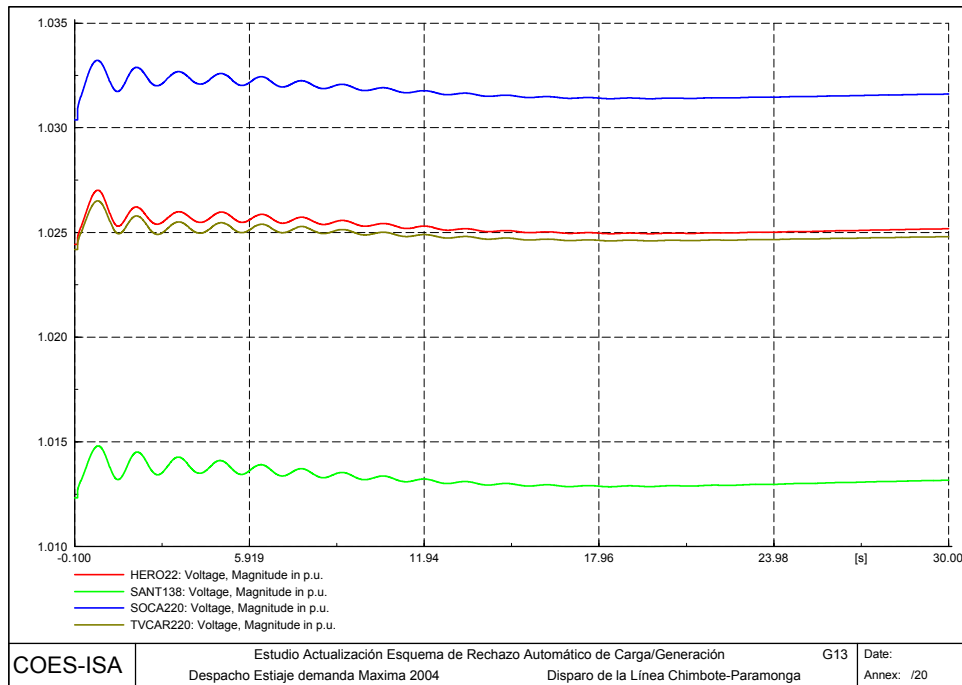
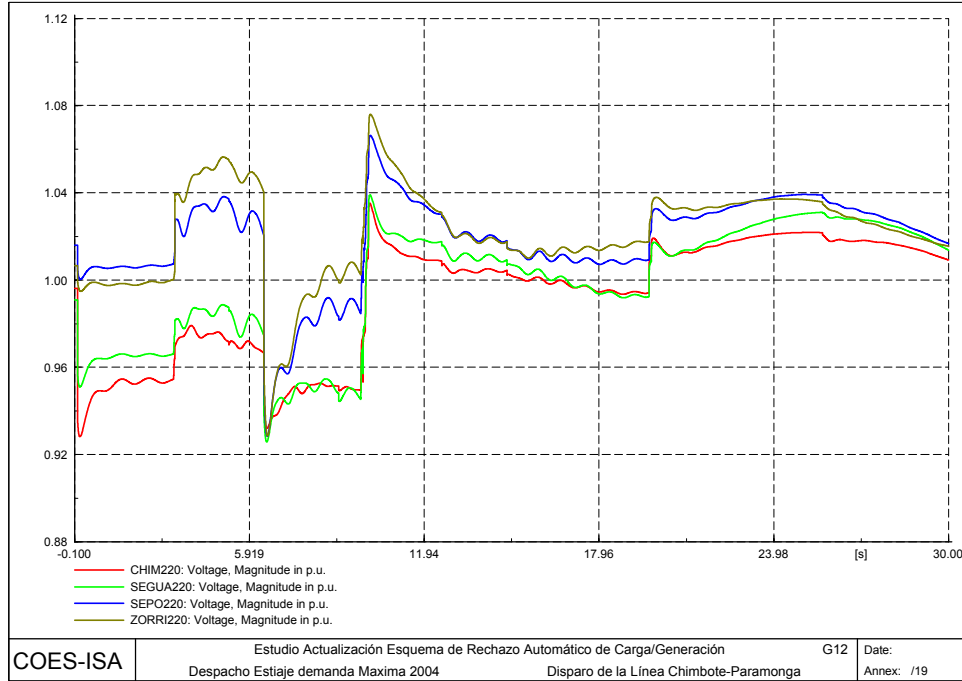
Se observa una alta variación de la potencia activa de las unidades de la Zona Norte, debido a la variación de la frecuencia y al disparo gradual de unidades de la Zona.

En el resto del SEIN las unidades inicialmente disminuyen su potencia activa debido al exceso de generación en el momento del evento y luego se estabilizan en valores de potencia cercanos a los iniciales.



En este caso se observa un comportamiento atípico de las tensiones en la Zona Norte aumentando y disminuyendo a medida que se desconecta carga o generación. Adicionalmente se presenta la desconexión de 30 MVar capacitivos en esta Zona.

En el resto del SEIN las tensiones aumentan un poco y luego disminuyen quedando un poco superiores a los valores iniciales.



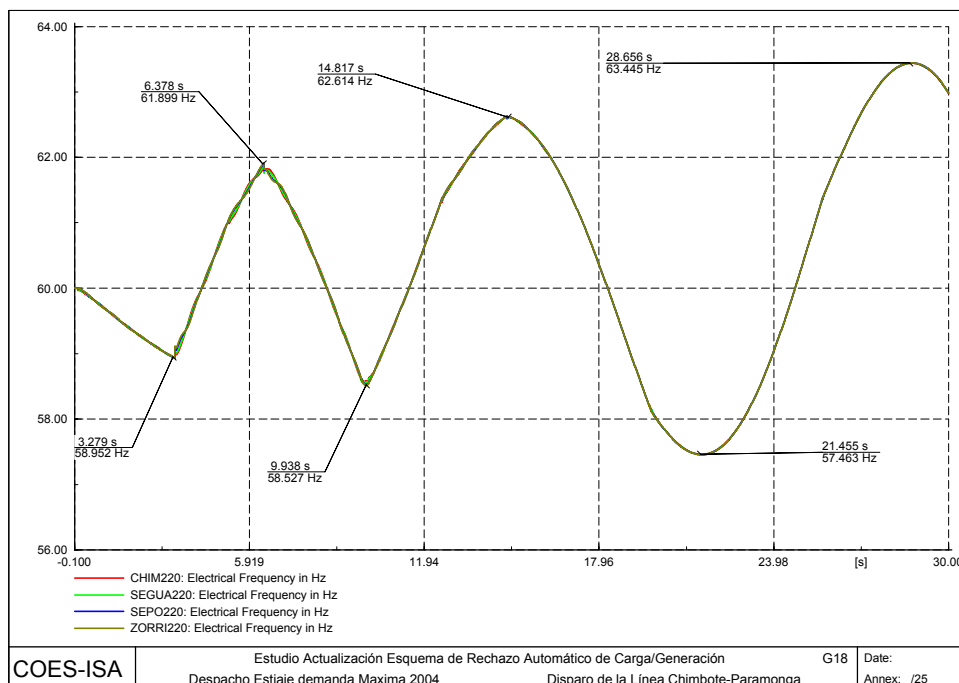
En cuanto a la frecuencia se tienen dos comportamientos dependiendo de las características de la porción del SEIN que se aísla.

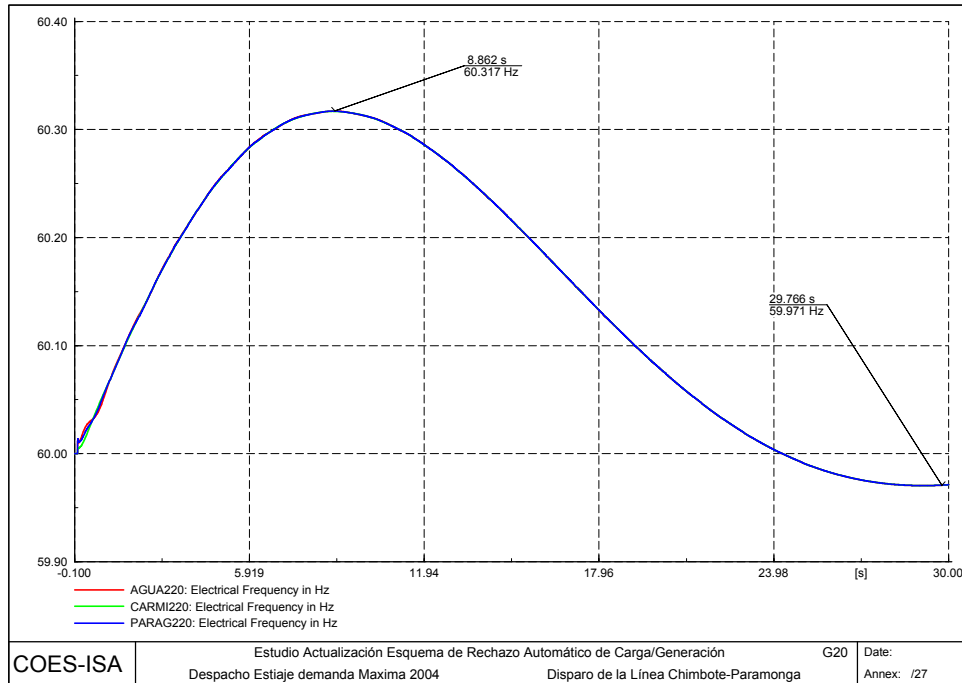
En este sentido para la Zona Norte(Zona Importadora) la pérdida de los 34 MW que vienen desde Paramonga ocasiona la caída inicial de la frecuencia a valores del orden de 58.95 Hz ocasionando la desconexión de la carga de Ecuador.

Adicionalmente, se presenta la desconexión de las siete etapas del Esquema de Rechazo de Carga desconectando en total 147 MW por Umbral de Frecuencia: 12 MW en la primera etapa, 23.8 MW en la segunda, 30.91 MW en la tercera, 31.79 MW en la cuarta, 26.09 MW en la quinta, 14.48 MW en la sexta y 7.94 MW en la séptima etapa

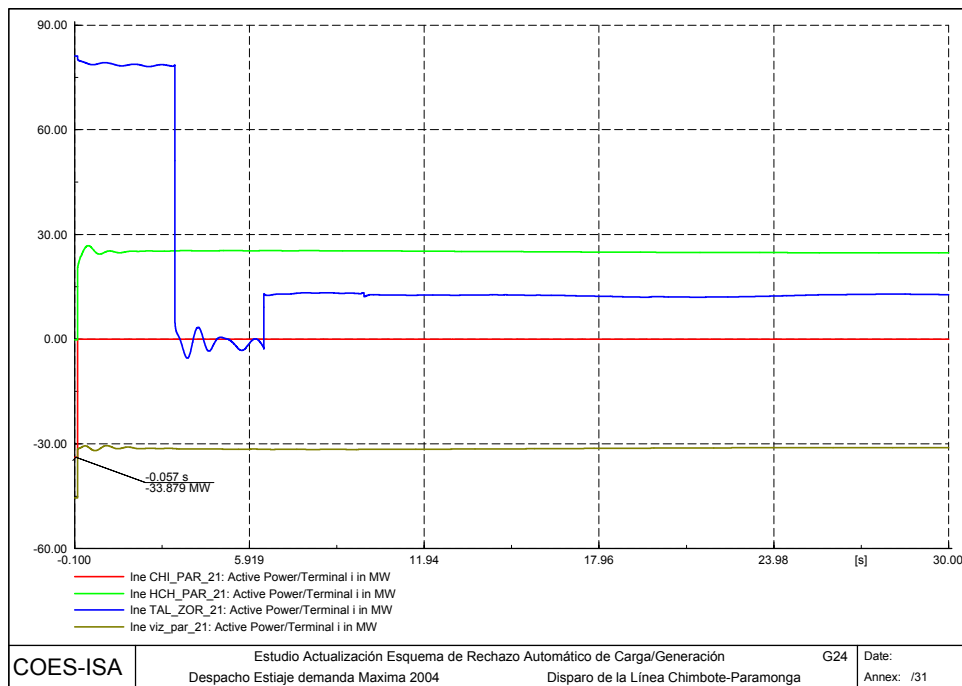
Estas desconexiones de carga ocasionan un aumento de la frecuencia de forma tal que se produce el disparo de las siguientes unidades de la Zona Norte: Cañón del Pato (unidades 2 y 4 con 55 MW), Paca6a2 (3 unidades con 20.1 MW en total), Malacas 3 (2 unidades con 28 MW), Piura (4 unidades con 20 MW), Tumbes (2 unidades con 18 MW), Carhuaquero 2 y 3 (con 20 MW cada una), por lo que se produce el colapso de la zona Norte.

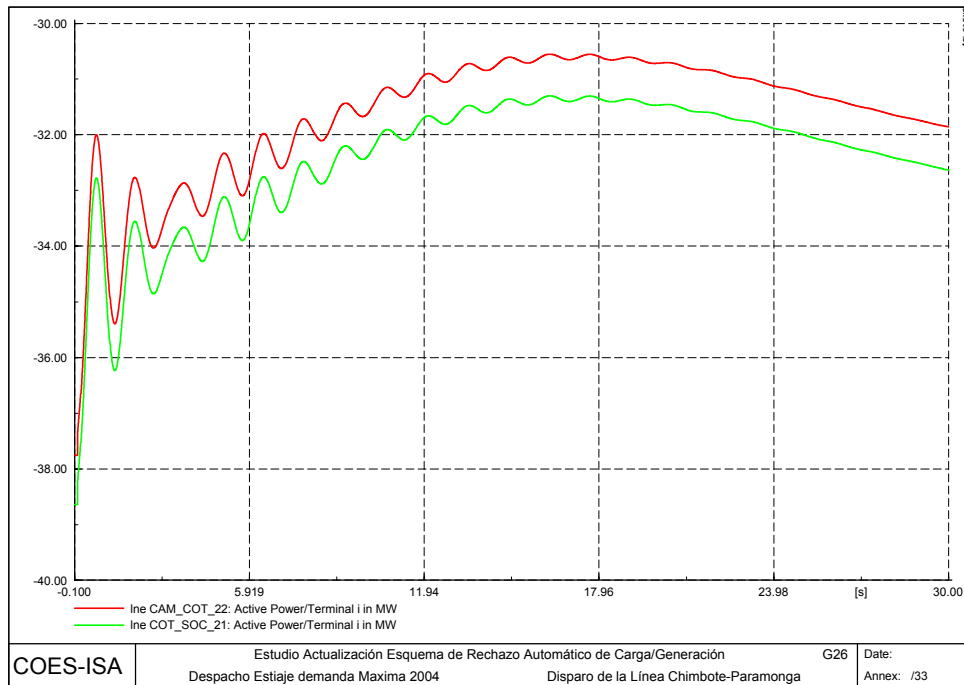
En el resto del SEIN (Zona exportadora), se presenta una frecuencia del orden de 60.31 Hz debido al exceso de generación en el momento del evento recuperándose a valores cercanos al nominal.





En cuanto a las transferencias se observa una redistribución de flujos en todas las líneas del SEIN.





A1.18 EV18: DISPARO DE LA SUBESTACIÓN CHIMBOTE 220 KV

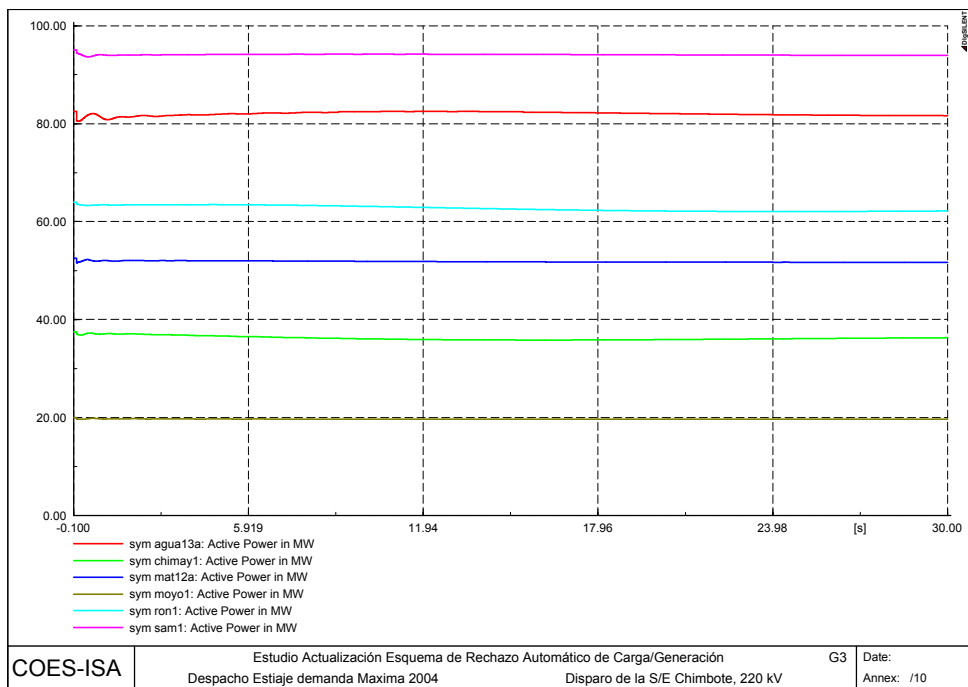
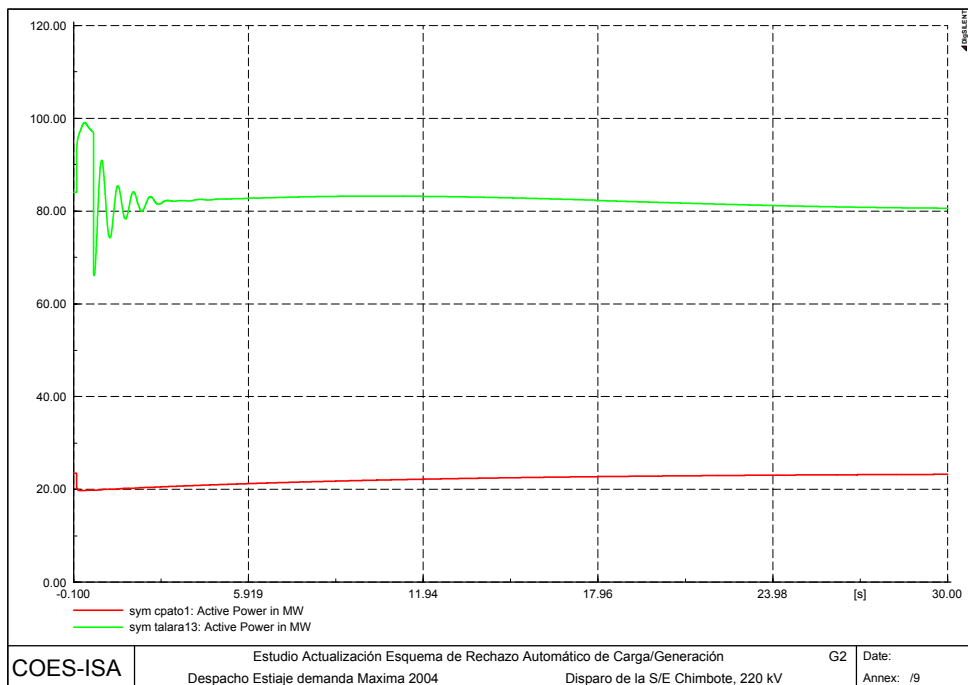
Este evento provoca la separación de la Zona Costa – Norte con el aislamiento de la Subestación Chimbote, la cual presenta un flujo en tránsito hacia Trujillo de aproximadamente 96 MW (a través de los circuitos Chimbote – Trujillo 1 y 2).

Con la salida de la subestación se presenta el aislamiento de una porción de esta Zona quedando aislada la generación de Cañón del Pato (165 MW) del resto del SEIN, presentando un desbalance del 38%, provocando una sobre frecuencia que ocasiona el disparo de las unidades dos y cuatro de esta planta.

La carga que queda conectada desde Trujillo (Zona importadora) pierde la transferencia de las líneas que llegan desde Chimbote (96 MW) presentando un desbalance del 33.33% con respecto a la generación de esta Zona, llevando la frecuencia a valores del orden de 59.27 Hz, con una pendiente máxima de - 1.44 Hz/s que ocasiona la apertura de la Interconexión con Ecuador (82 MW). Después del evento la frecuencia alcanza los 61.23 Hz, disminuyendo posteriormente hasta 59.86 Hz.

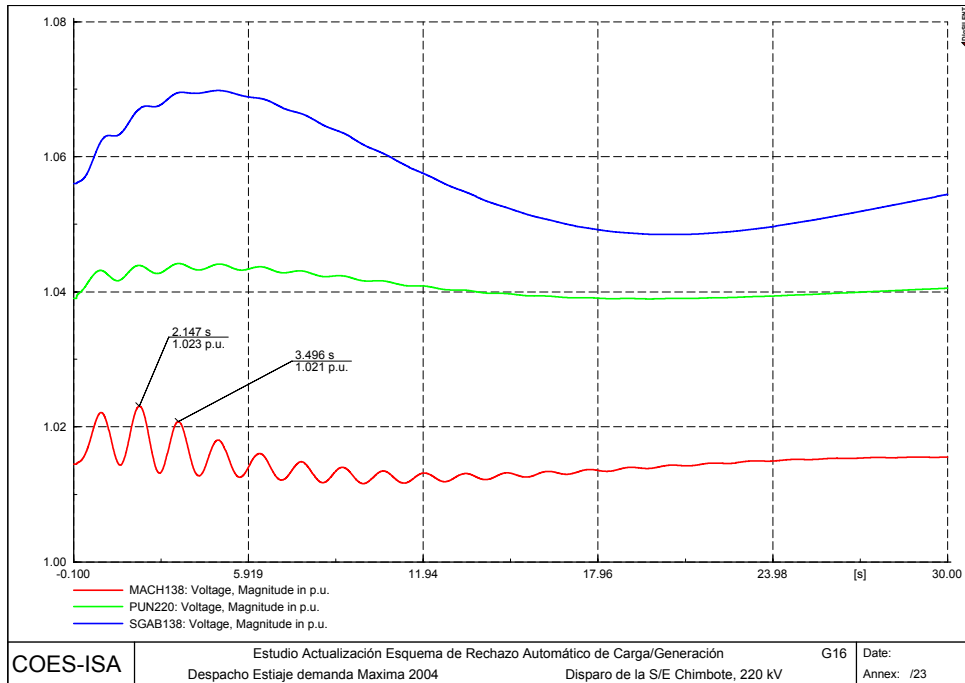
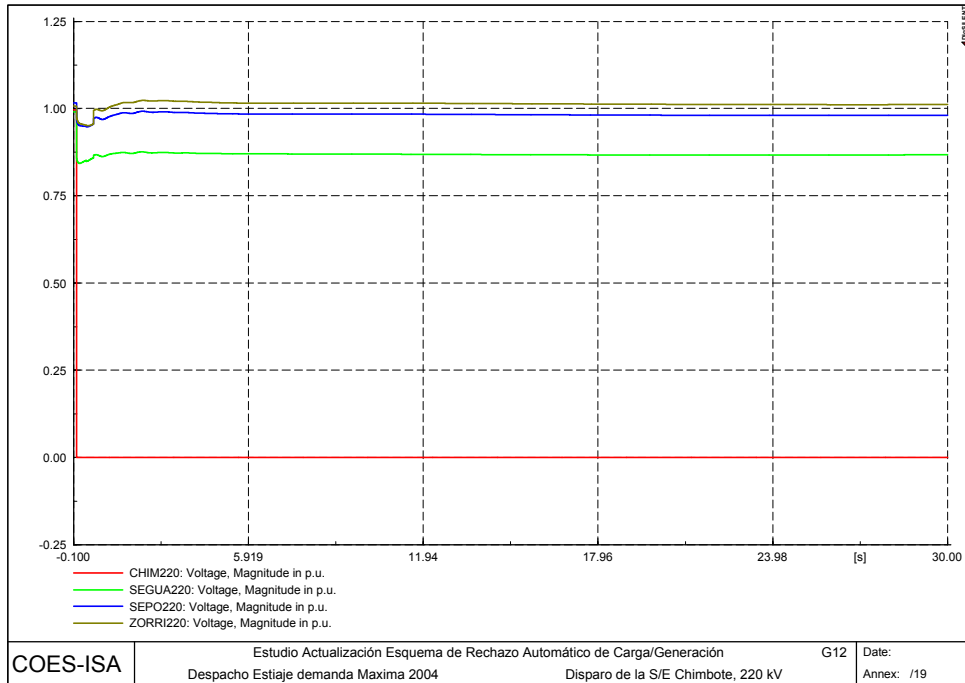
La carga que queda conectada desde Paramonga (Zona exportadora) presenta un desbalance del 3.52% con respecto a la generación de esta Zona, llevando la frecuencia a valores del orden de 60.31 Hz.

La potencia activa de las unidades de generación varía levemente con excepción de las unidades de cañón del Pato que realizan la regulación de la zona que queda aislada.



El valor de las tensiones en las barras sufre pequeñas variaciones presentándose la desconexión de 2.9 MVar capacitivos en la Zona Norte.

Adicionalmente, se observa una oscilación amortiguada de tensiones en la zona de Machupichu.

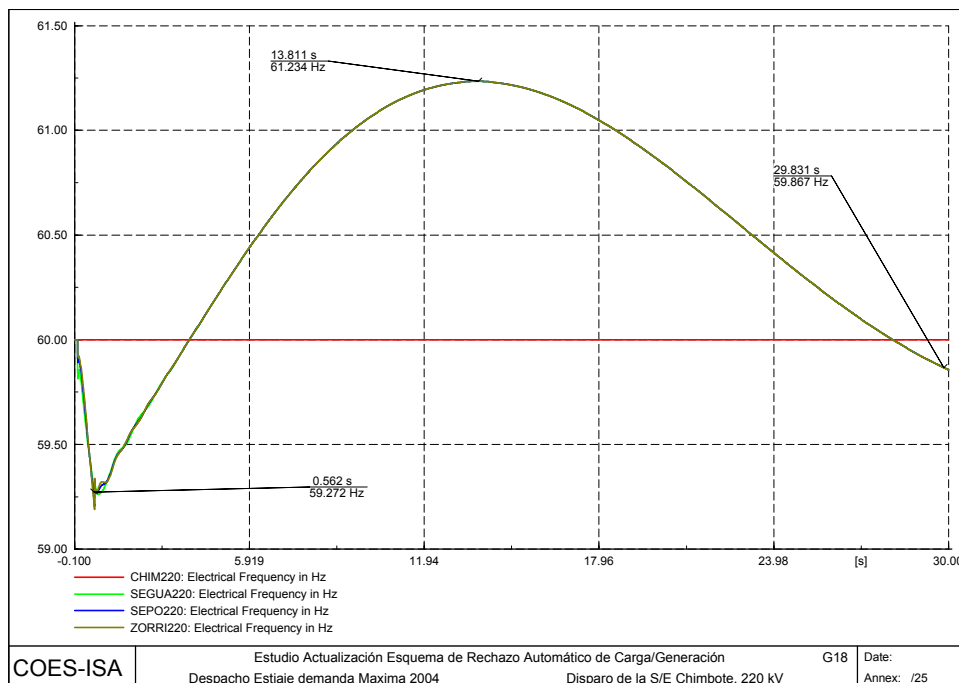


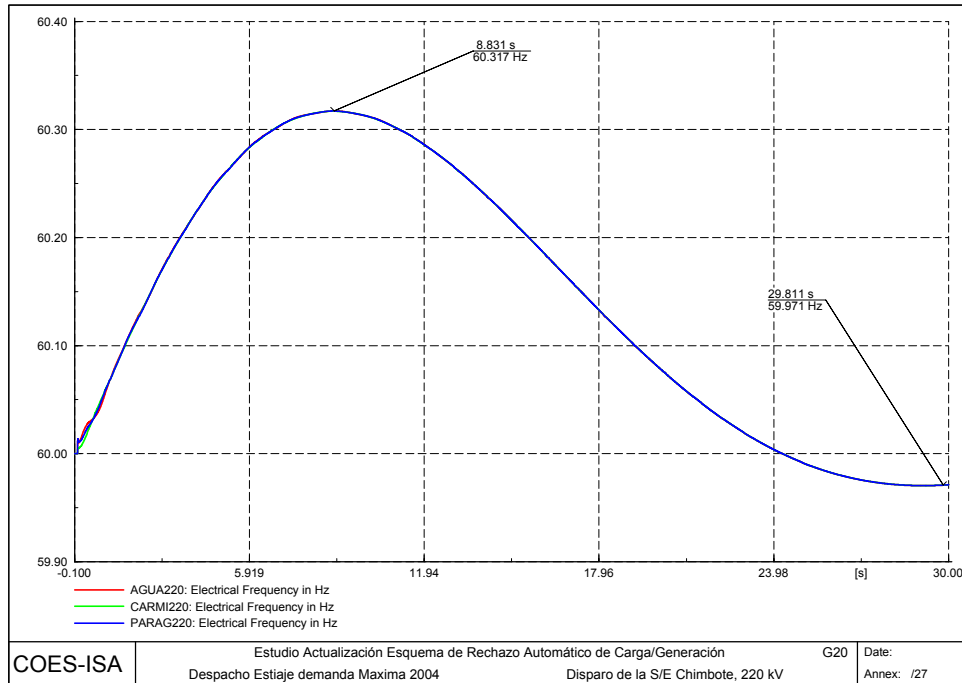
Debido a la separación de la Zona Costa Norte se presentan condiciones de baja y sobrefrecuencia:

En la Zona de Cañón del Pato se presenta un desbalance correspondiente a 38% lo que ocasiona la salida de las unidades dos y cuatro por sobrefrecuencia.

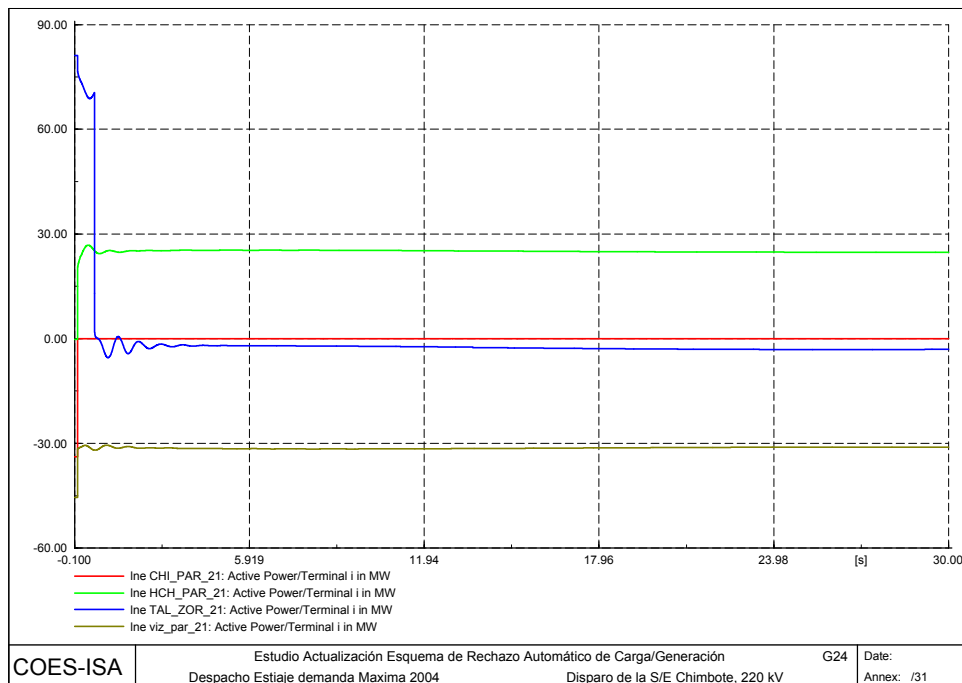
En la Zona de Piura y Guadalupe en el momento del evento la frecuencia cae con una tasa de -1.44 Hz/s , con un valor mínimo de 59.27 Hz , ocasionando la desconexión de la carga de Ecuador con 82 MW . Luego de esta desconexión la frecuencia sube hasta 61.23 Hz y baja nuevamente hasta 59.86 Hz .

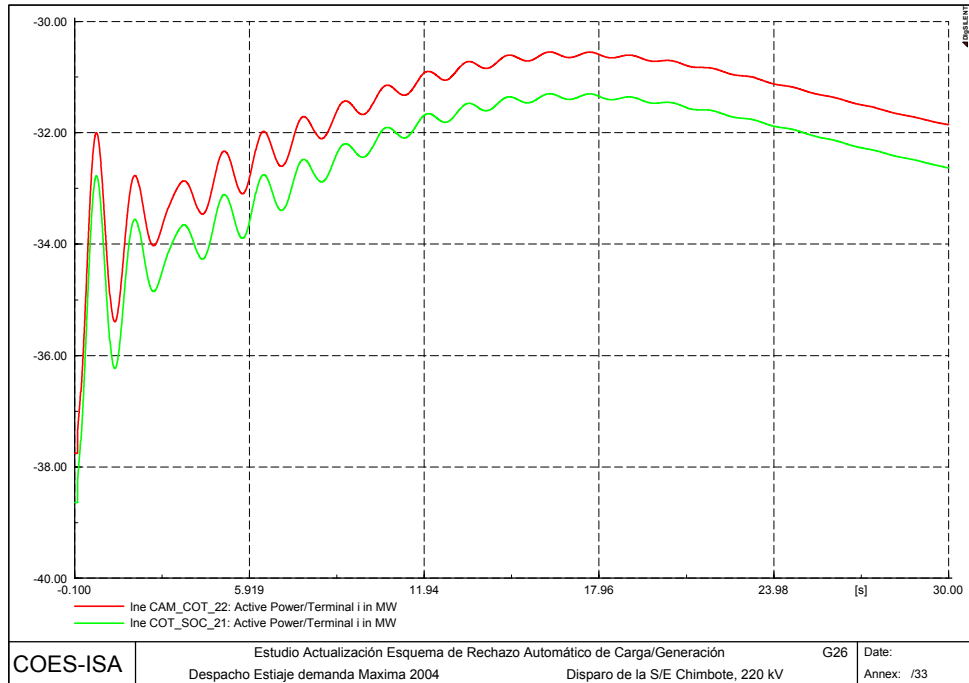
En el resto del SEIN se presenta un desbalance del 3.52% con respecto a la generación de esta Zona, llevando la frecuencia a valores del orden de 60.31 Hz .





En cuanto a las transferencias por los circuitos, se observa un aumento en los flujos de potencia desde Socabaya hacia Cotaruse para suplir el déficit de la Zona Norte ocasionado por el evento.



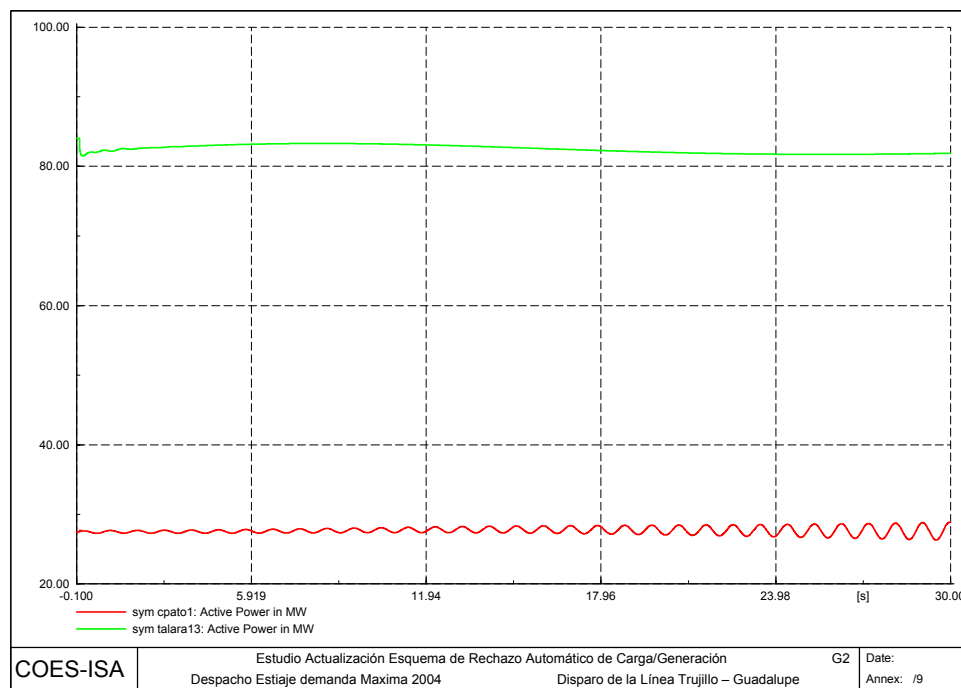


A1.19 EV19: DISPARO DE LA LÍNEA TRUJILLO – GUADALUPE 220 KV CON 9 MW

La transferencia a través de la línea es del orden de 9 MW, desde Guadalupe hacia Trujillo. Con la salida de la línea se presenta el aislamiento de una región de la Zona Costa - Norte del resto del SEIN.

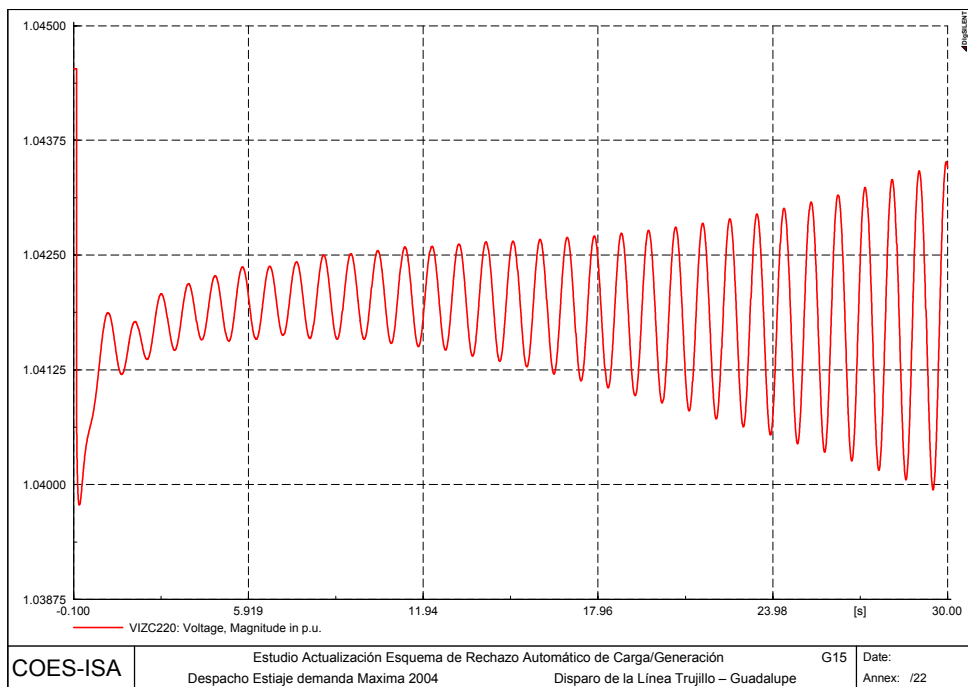
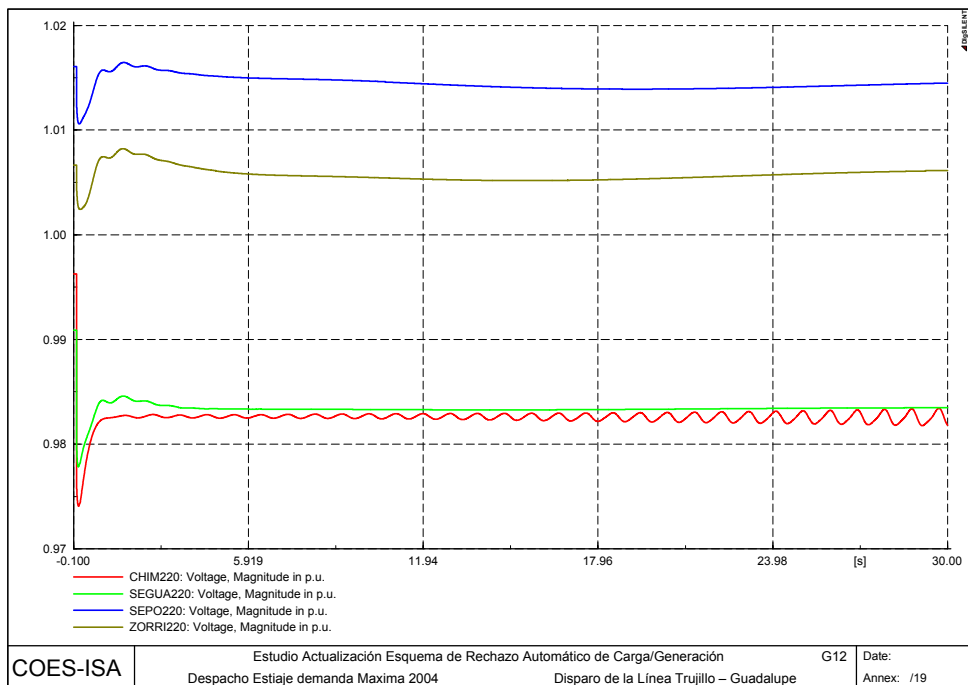
En la Zona Norte que queda conectada desde Guadalupe (Zona exportadora), la pérdida de la línea ocasiona un desbalance del 3.49 %, que provoca un aumento de la frecuencia a valores de 60.69 Hz y se estabiliza en un valor de 59.93 Hz, mientras que la Zona que queda conectada desde Trujillo (Zona importadora) presenta un desbalance del 0.31% observándose una disminución de la frecuencia a valores de 59.96 Hz.

En cuanto a la generación de las unidades se observan oscilaciones no amortiguadas, especialmente en la Zona Norte.

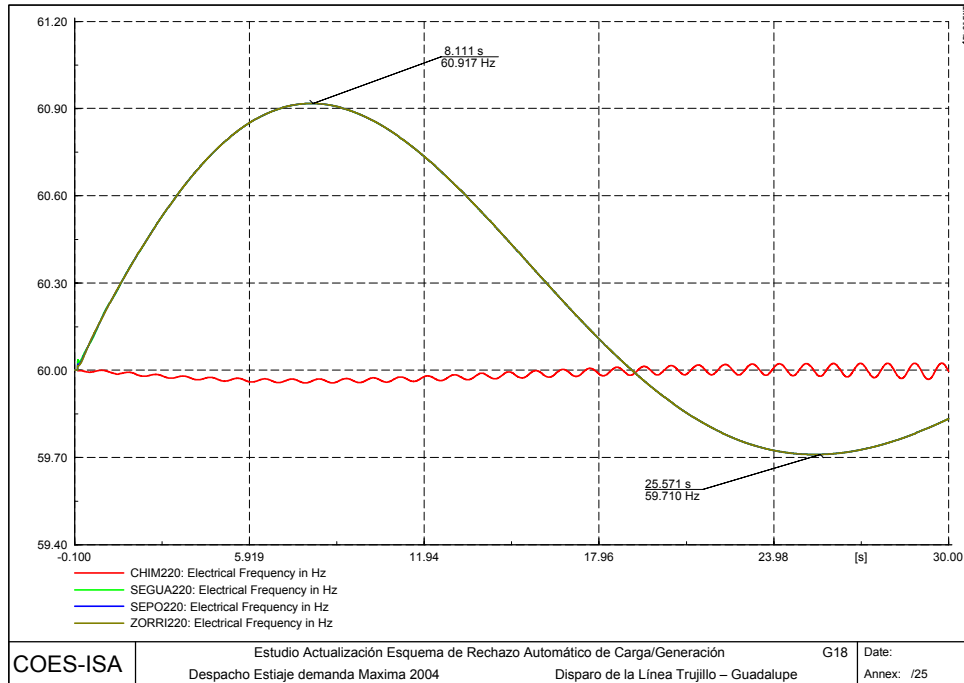


La tensión también se ve afectada por las oscilaciones del SEIN observándose valores oscilatorios crecientes en el lado de la subestación Chimbote y Vizcarra 220 kV.

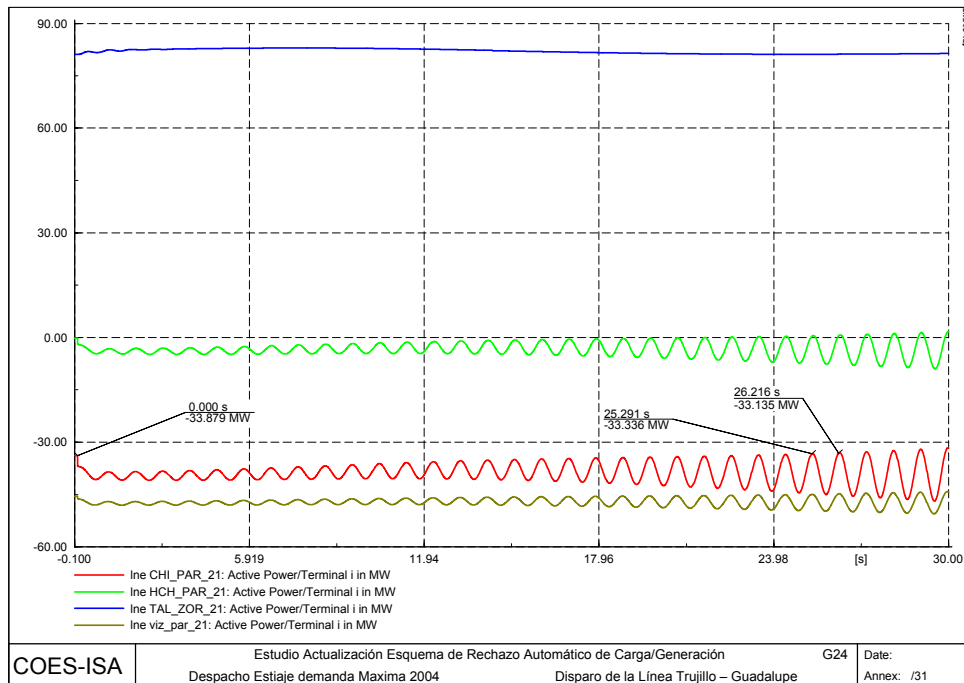
En las subestaciones Guadalupe y Chimbote se observa una caída de la tensión provocada por la salida del aporte de los reactivos de la línea Guadalupe – Trujillo en ambos extremos.

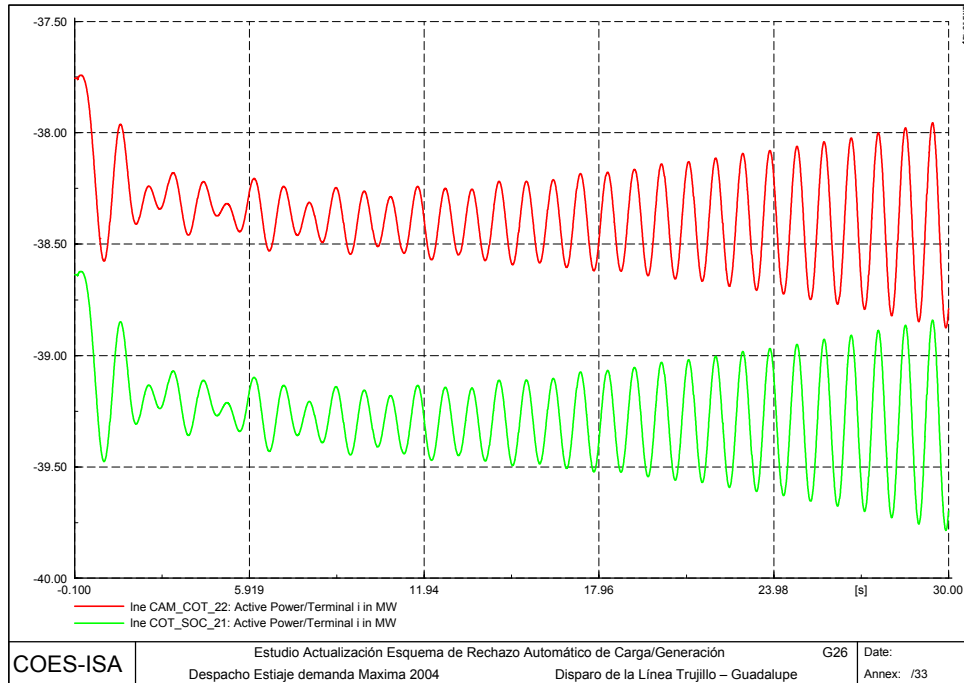


Hacia el Norte de la subestación Guadalupe 220 kV se observa un leve aumento de la frecuencia a valores de 60.91 Hz, sin que esto represente ningún problema para las unidades del área. Del otro lado de ésta subestación no se observan variaciones apreciables de la frecuencia, pero sí se observa la oscilación presente en las demás variables.



En cuanto a las transferencias por los circuitos, se observa una pequeña variación en algunos circuitos del SEIN, especialmente en los circuitos de la Zona Costa - Norte y Costa - Sur, pero con un comportamiento no amortiguado del orden de 1.08 Hz.





A1.20 EV20: DISPARO DE LA LÍNEA CHICLAYO – PIURA 220 KV

La transferencia a través de la línea es del orden de 16 MW, desde Chiclayo hacia Piura. Con la salida de la línea se presenta el fraccionamiento de la Zona Costa - Norte en dos partes, de las cuales una presenta condición de importación a través de la línea y la otra suministra una parte de la potencia hacia la zona.

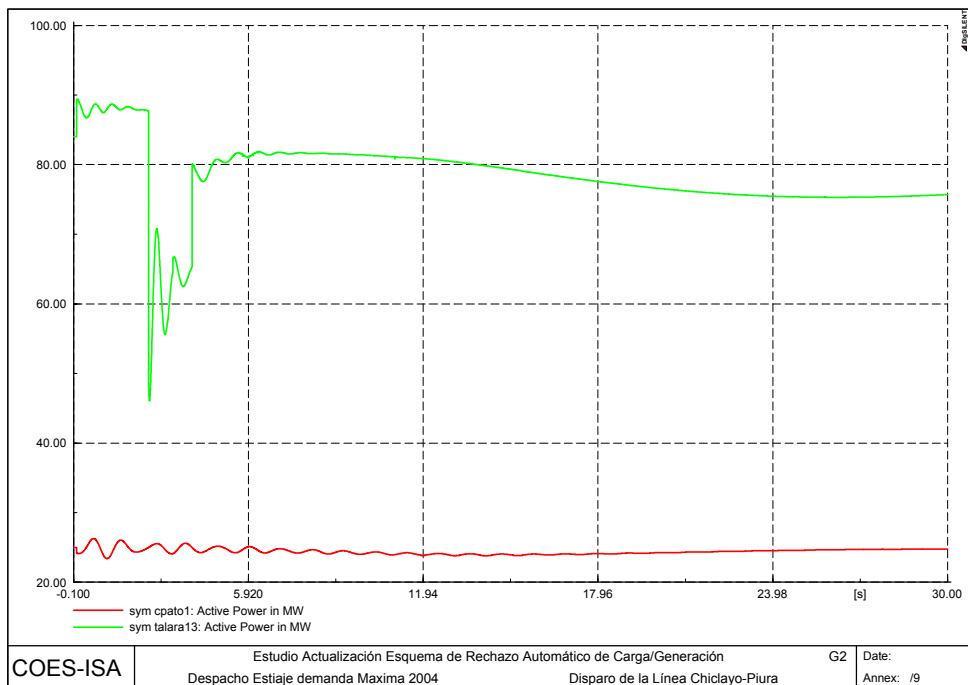
En el momento del evento la demanda conectada desde Piura (Zona importadora) pierde el aporte de la línea, por lo que esta Zona queda con un desbalance del 9.61% con respecto a la generación (175 MW).

La frecuencia mínima que se alcanza corresponde a 58.91 Hz, ocasionando la desconexión de la carga de Ecuador y la desconexión de carga por umbral de frecuencia. En este caso se presenta la operación de la primera etapa, desconectando un total de 7.91 MW en la zona Costa – Norte.

Después de este evento se observan condiciones de sobrefrecuencia con 63.84 Hz lo cual ocasiona el disparo de algunas plantas de la zona, y probablemente el colapso de la misma

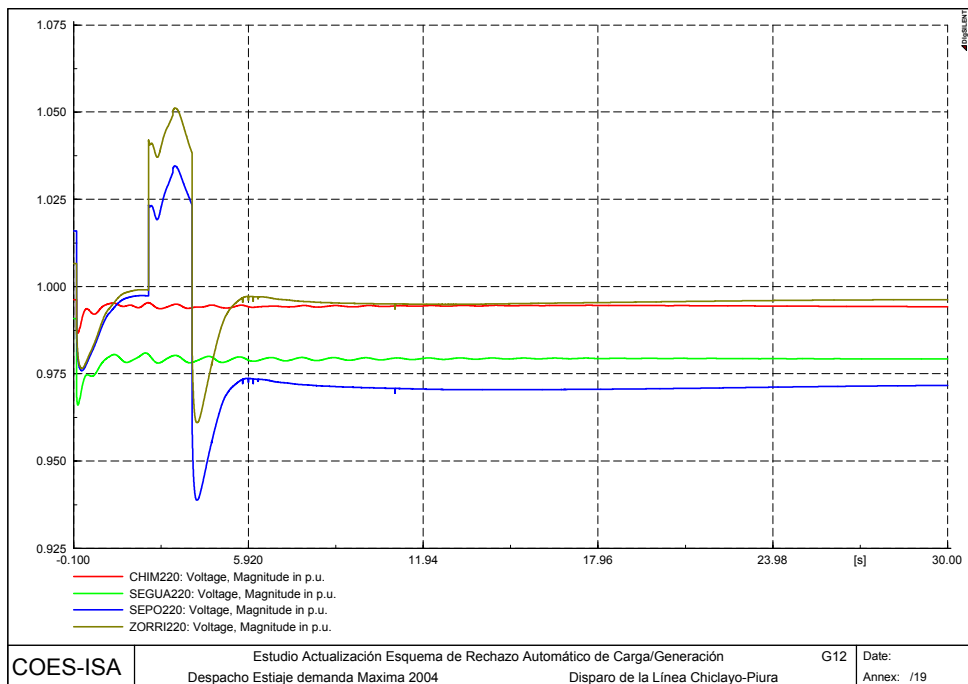
En cuanto a la demanda conectada desde Chiclayo (Zona exportadora), se observa un desbalance de 0.56%, llevando la frecuencia hasta 60.12 Hz.

La variación más significativa de plantas de generación en el SEIN se presenta en Talara, la cual trata de mantener el balance demanda – generación que se presentan en el sistema ante los cambios de frecuencia.



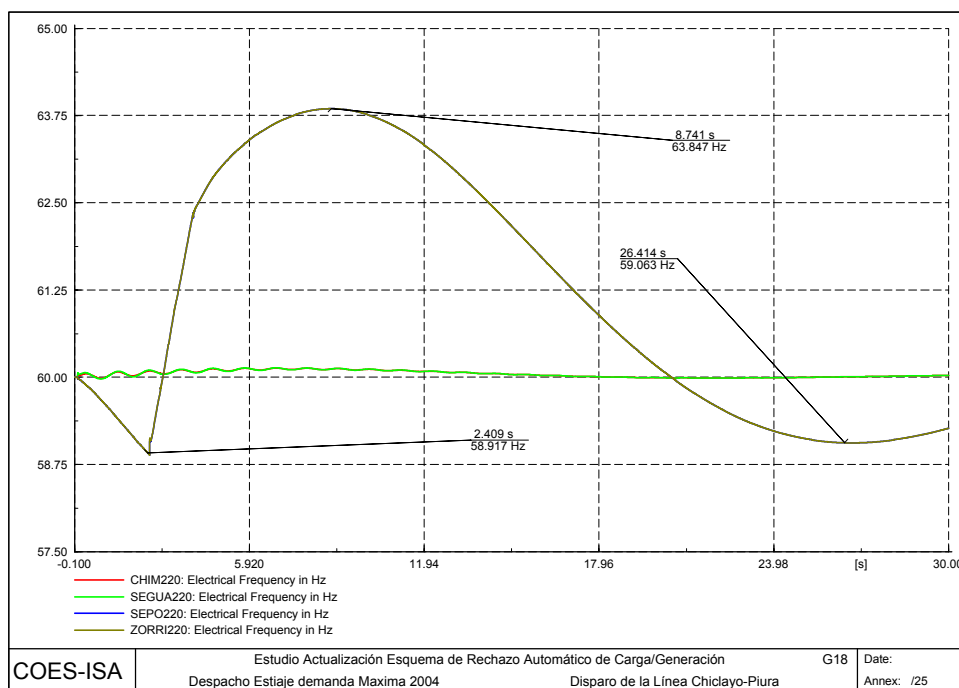
La tensiones máximas y mínimas se presentan en las subestaciones de Zorritos y Piura alcanzando valores máximos de 1.05 p.u y 1.035 p.u y 0.96 p.u y 0.94 p.u, respectivamente.

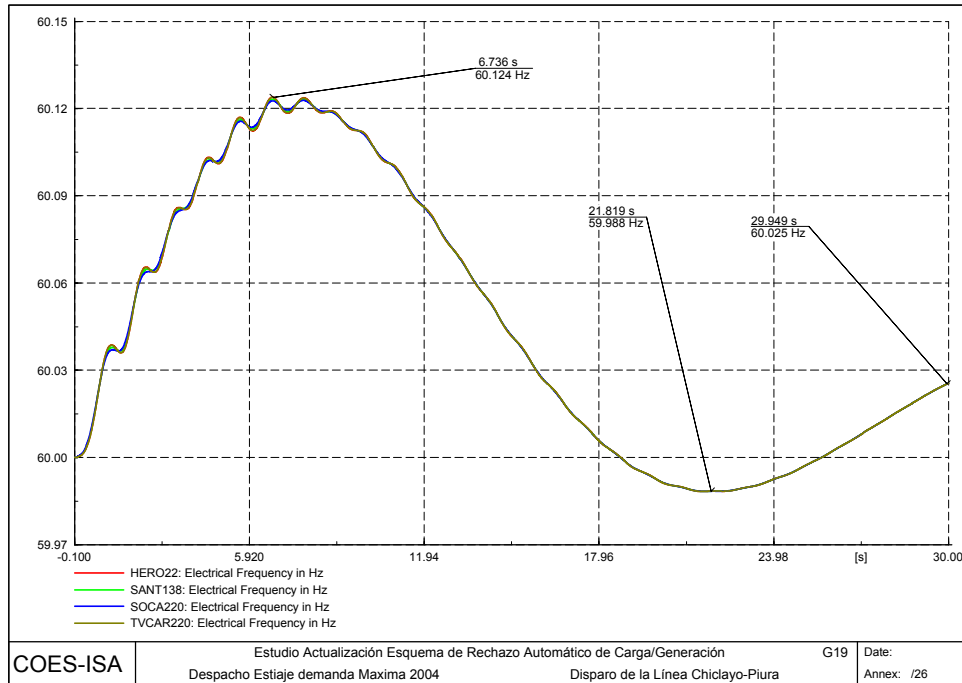
En las demás barras del SEIN no se observan cambios apreciables de tensión. Adicionalmente, no se presentan desconexiones de condensadores



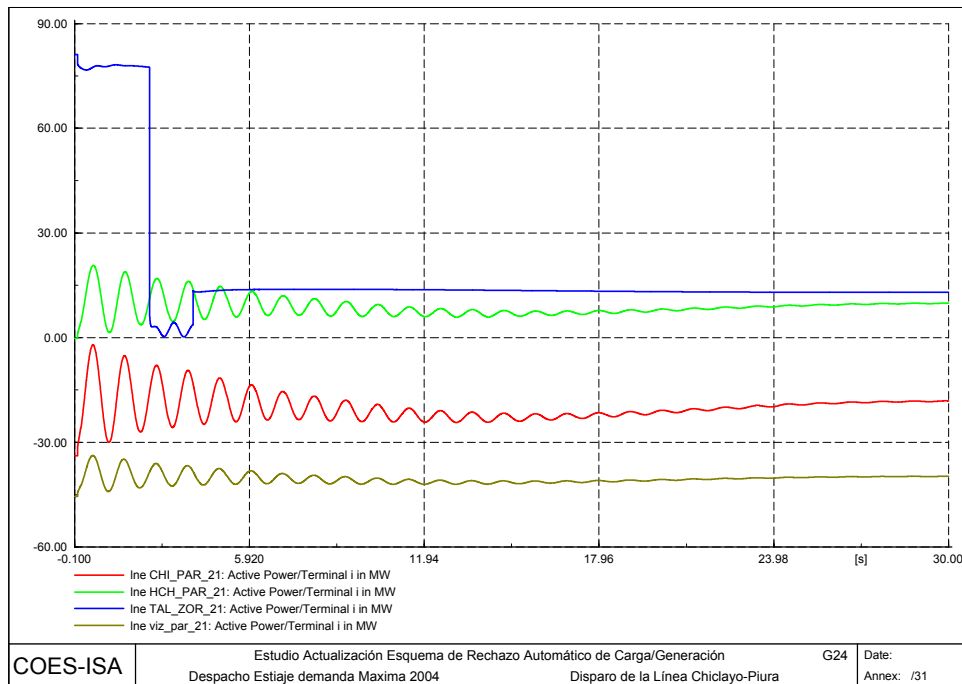
En el lado de las subestaciones Zorritos y Piura, al dispararse la línea se presenta una condición de baja frecuencia con un valor mínimo de 58.91 Hz, lo cual ocasiona la salida de la carga de Ecuador con 82 MW y la activación de la primera etapa de desconexión por umbral de frecuencia con un total de 7.91 MW. Esta condición provoca un aumento de la frecuencia hasta un valor máximo de 63.84 Hz, produciéndose la salida de la generación de Malacas3 (28 MW), Piura (20 MW) y Tumbes (18 MW) por sobrefrecuencia. En estas condiciones se podría producir un colapso en esta Zona.

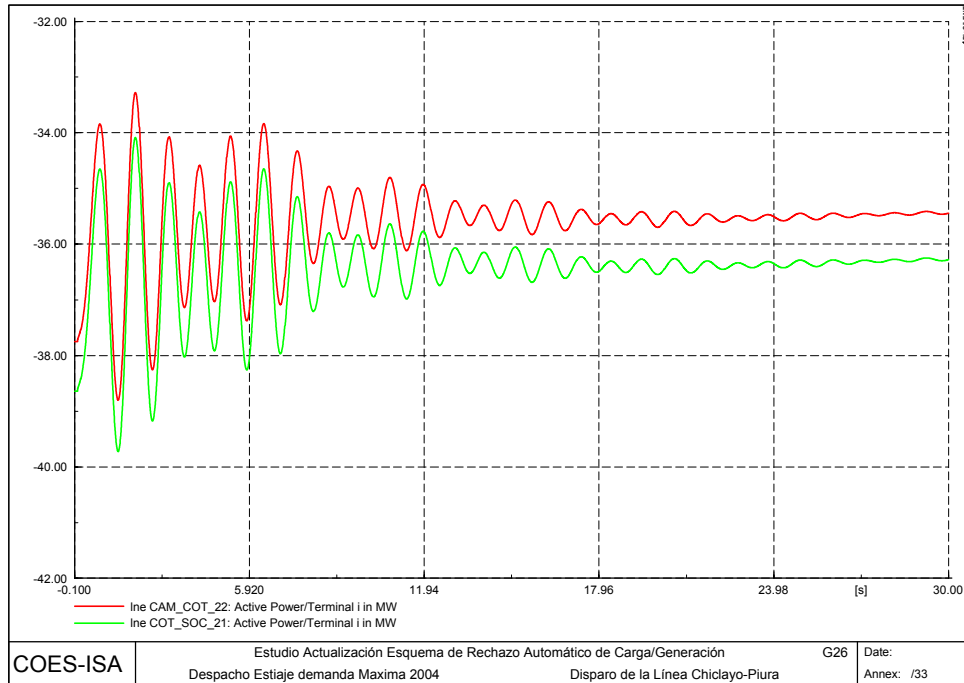
En las demás barras del SEIN se observan condiciones normales de operación.





En cuanto a las transferencias por los circuitos, se observa una redistribución de flujos de potencia, en especial a través de la línea Cotaruse – Socabaya en dirección a Cotaruse.





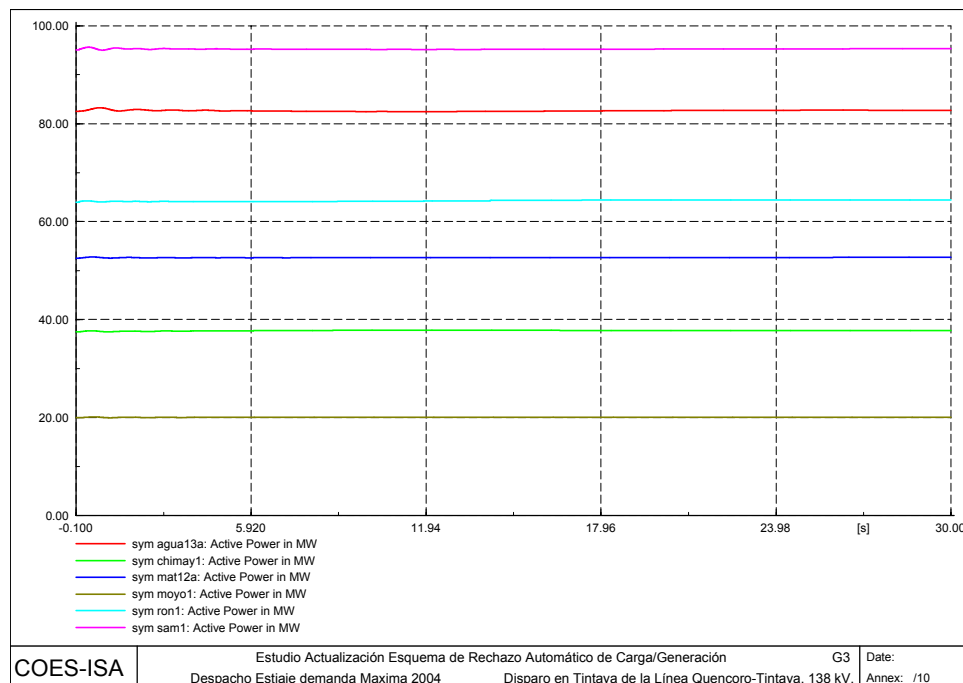
A1.21 EV21: DISPARO EN TINTAYA DE LA LÍNEA QUENCORO – TINTAYA 138 KV

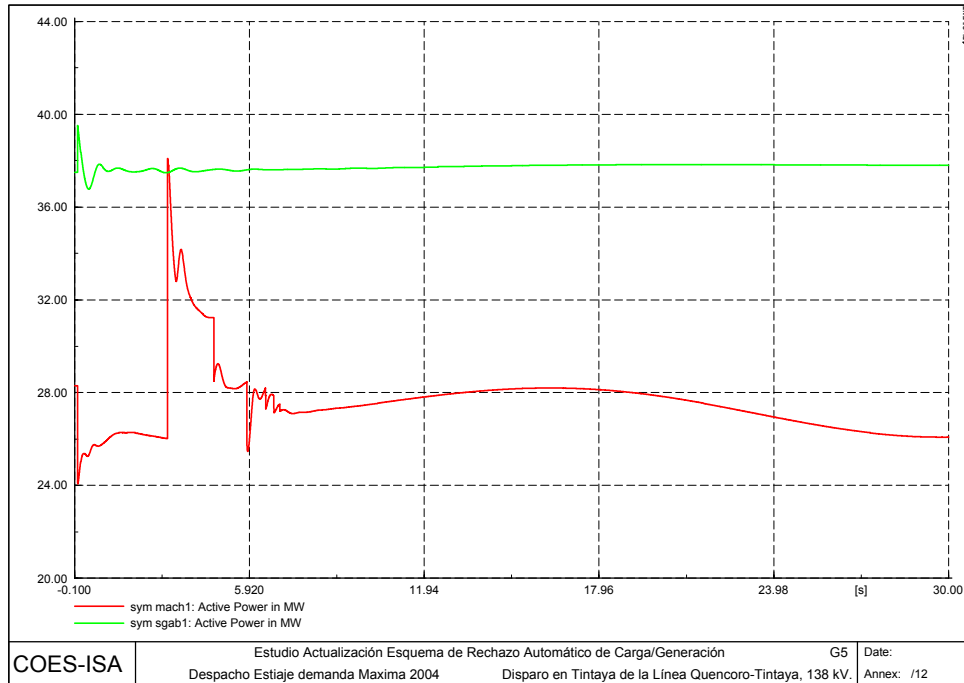
La transferencia a través de la línea es del orden de 12 MW, desde Quencoro hacia Tintaya. Con la salida de la línea se presenta el aislamiento de una porción de la Zona Sierra – Sur quedando aislada la generación de Machupichu (84 MW).

El desbalance de la porción de la Zona Sierra – Sur que queda aislada es del 14.5% con respecto a la generación de Machupichu. En este caso se produce una sobrefrecuencia de 63.02 Hz y el disparo posterior de la unidad dos de Machupichu. En estas condiciones se presenta el colapso de esta porción de la Zona Sierra Sur.

El resto del SEIN presenta un desbalance del 0.4% por lo que la frecuencia no sufre una variación apreciable.

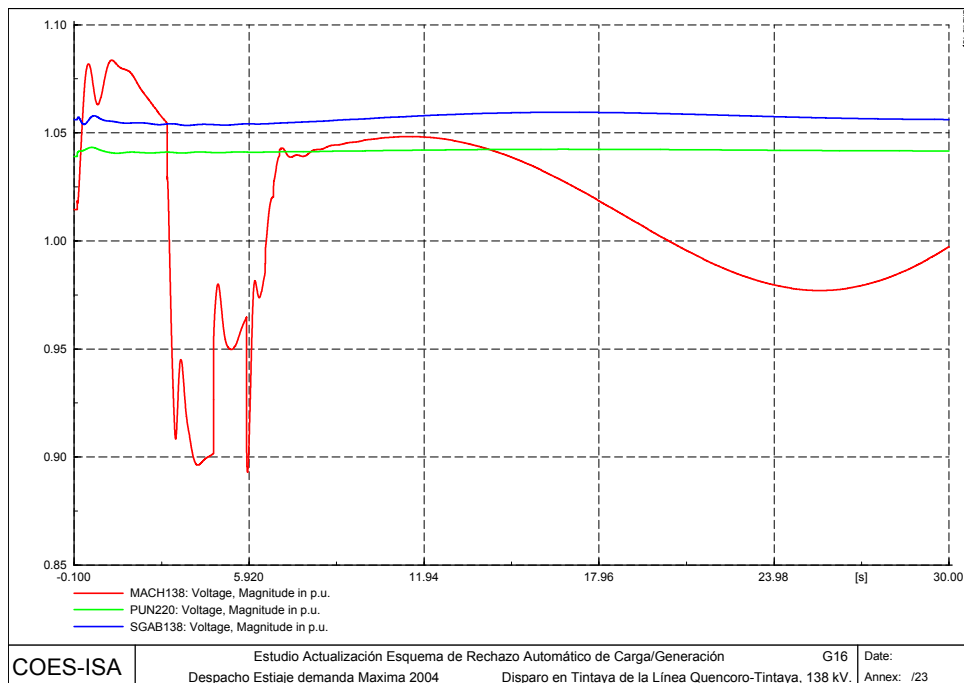
En general, el aporte de las unidades del SEIN en cuanto a potencia activa permanece sin cambios significativos. Sin embargo el seguimiento al desbalance es realizado en forma local por las unidades uno y tres de Machupichu (la unidad dos es desconectada por sobrefrecuencia).





La variación de la tensión está localizada principalmente en la zona de Machupichu. En las demás barras del SEIN no se observan cambios apreciables de tensión.

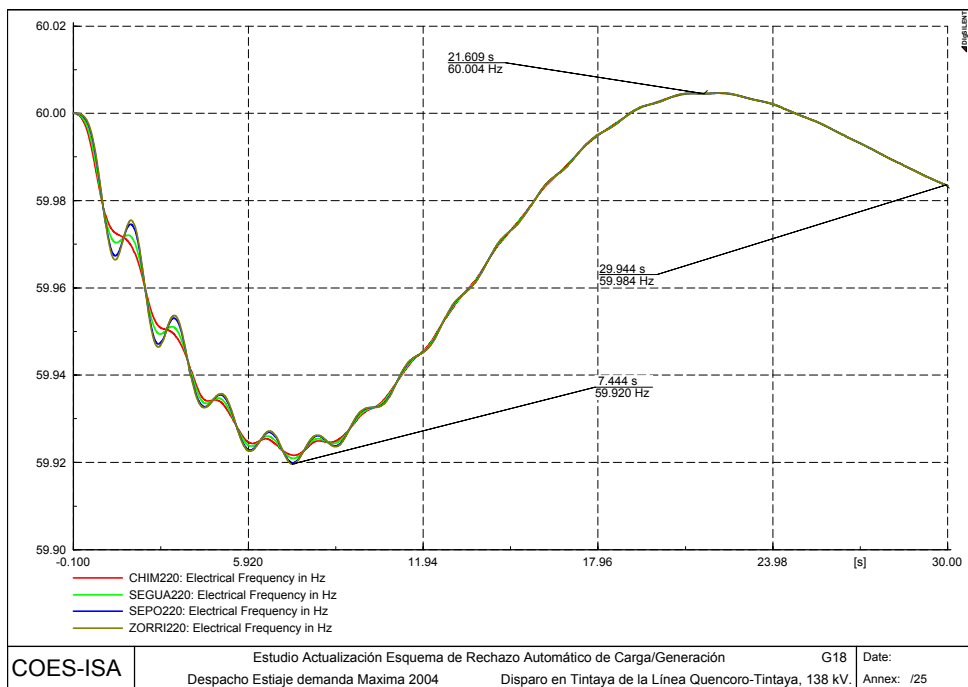
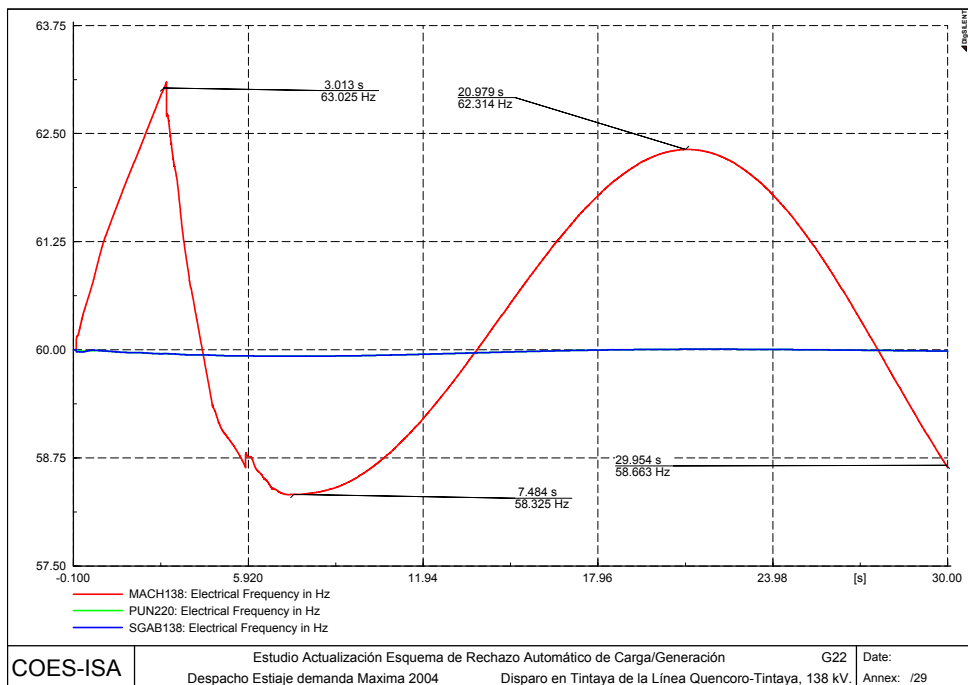
La tensión de Machupichu presenta un valor máximo de 1.07 p.u, debido al aumento de la frecuencia. Luego del disparo de la unidad dos de Machupichu se presenta la desconexión de algunos condensadores de la zona (15 MVAR) y la actuación del Esquema de Rechazo de Carga. En estas condiciones, la tensión alcanza un valor mínimo de 0.9 p.u. Al cabo de 30 s la tensión oscila alrededor de 1.0 p.u



La frecuencia presenta un valor máximo de 63.025 Hz al cabo de 3 segundos, debido a que en el momento del evento la generación de Machupichu es superior a la demanda abastecida en esta porción de la Zona Sierra – Sur.

En estas condiciones se produce el disparo de la unidad dos de Machupichu por sobrefrecuencia instantánea, pasando a una nueva condición de baja frecuencia con un valor mínimo de 58.32 Hz en la zona de Machupichu y la consecuente actuación de todas las etapas del Esquema de Rechazo de Carga.

En las demás barras de la Zona Sierra – Sur se observan condiciones normales de operación con una frecuencia mínima del orden de 59.92 Hz.



En cuanto a las transferencias por los circuitos, se observa una redistribución de flujos de potencia, en especial a través de la línea Cotaruse – Socabaya en dirección a Cotaruse, la cual disminuye el flujo debido a que disminuyen los aportes de la generación de Machupichu que vienen desde la zona Sierra – Sur.

