



# ENTE OPERADOR REGIONAL

DEL MERCADO ELÉCTRICO DE AMÉRICA CENTRAL

## ESTUDIO DE SEGURIDAD OPERATIVA:

### Límites de transferencia de potencia desde el Sistema Eléctrico de México hacia el Sistema Eléctrico Regional

### Época Húmeda

### (junio a noviembre de 2021)

Elaborado por:	Ente Operador Regional - EOR
Dirigido a:	CRIE, OS/OM y Agentes del MER
Asunto:	Determinación de los límites de Transferencia de Potencia entre el Sistema Eléctrico de México y el Sistema Eléctrico Regional
Fecha:	28 de mayo de 2021



## Contenido

---

Resumen .....	3
1.0 Introducción .....	5
1.1 Premisas Técnicas.....	5
2.0 Desarrollo del Estudio.....	8
2.1 Estudio de flujo de potencia .....	8
2.2 Estudios de estabilidad de voltaje .....	8
2.3 Estudios de estabilidad transitoria de contingencias simples.....	9
2.4 Estudio de estabilidad transitoria ante la contingencia simple (N-1-México).....	9
2.5 Representación del Sistema Eléctrico de México.....	10
3.0 Resultados.....	10
3.1 Resultados del análisis de flujo de potencia.....	10
3.2 Resultados del análisis de estabilidad de voltaje.....	13
3.3 Resultados del análisis de estabilidad transitoria .....	17
4.0 Análisis de los resultados .....	20
5.0 Conclusiones y Recomendaciones.....	20
Apéndice A.....	22

## Resumen

---

Con el presente estudio, se ha realizado una actualización de los valores límite de las transferencias de potencia entre el Sistema Eléctrico de México (SEM) y el Sistema Eléctrico Regional (SER), para la época húmeda correspondiente al período comprendido entre los meses de junio y noviembre de 2021.

Los valores límite de la transferencia de potencia desde el SEM hacia el SER, que son actualizados mediante este informe, corresponden al escenario de época húmeda (junio 2021 a noviembre de 2021), utilizando la base de datos regional integrada del mes de septiembre 2021, remitida al EOR por cada uno de los OS/OM, con las condiciones operativas esperadas por cada OS/OM para su área de control, información que el EOR utilizó de conformidad con lo establecido en el numeral 2.2.2.2, Libro I del RMER.

El presente estudio técnico, ha sido elaborado cumpliendo con los Criterios de Calidad, Seguridad y Desempeño (CCSD) establecidos en el Capítulo 16 del Libro III del RMER, considerando condiciones operativas típicas de época húmeda, reflejadas en las Bases de Datos remitidas por los OS/OM al EOR.

Las principales características que inciden en las transferencias del SEM al SER son las siguientes:

- a) La configuración de la interconexión México-Guatemala: Hay una sola línea de transmisión que permite la transferencia de potencia desde México al SER, cuyo valor de susceptancia B corresponde a un valor de cero (0) PU, de conformidad con lo informado por el OS/OM de Guatemala mediante nota GG-721-2019 de fecha 16 de septiembre 2019, y que fue revisado y validado por el EOR; además de dos bancos de transformadores en paralelo en la subestación Los Brillantes 400/230 KV, considerando el valor de límite térmico continuo de dichos bancos de transformadores en 247.5 MVA, con base en lo declarado por el AMM en la nota GMEI-038-2019, del 4 de junio 2019. Para tal efecto, se actualizó en la base de datos PSS/E el parámetro RATE A de dichos Transformadores, en el cual se indica el valor de 247.5 MVA en sustitución de 225 MVA. De esta configuración, se presentan dos características importantes:
  - i. Ante la salida de funcionamiento de uno de los bancos de transformadores, el otro banco en paralelo transporta el total del flujo México-SER. Esta sería una de las primeras evaluaciones a realizar cuando se aplican los Criterios de Calidad, Seguridad



- y Desempeño (CCSD) establecidos en el Reglamento del Mercado Eléctrico Regional (RMER).
- ii. La contingencia simple (N-1) de la línea de 400 kV México-Guatemala, se considera de importancia regional debido a la magnitud relativa de las transferencias México-SER en comparación con la contingencia más severa del SER.
- b) El mayor tamaño relativo de la inercia del SEM con respecto a los países que integran el SER hace que la transferencia de potencia México-SER aumente de forma rápida y automática, luego que ocurre una contingencia simple de pérdida de generación en el SER.
- c) Actualmente en la interconexión México-Guatemala, existen en funcionamiento dos Esquemas de Control Suplementario (ECS), que inciden en la determinación de la máxima transferencia México-SER, ya que, por la activación de éstos la interconexión se desconecta, luego de ocurrir algunas contingencias simples de generación en el SER. La lógica de operación de cada uno de los ECS es la siguiente:
- i. Esquema de “disparo transferido por bajo voltaje” (EDALTIBV), el cual desconecta la interconexión México-Guatemala cada vez que se cumplen las siguientes condiciones simultáneamente:
    - (1) la transferencia de potencia México-SER aumenta por encima de 300 MW y
    - (2) el voltaje en la subestación de Tapachula disminuye al 97% o menor.Cuando se cumplen simultáneamente los 2 parámetros mencionados, y específicamente cuando el voltaje en Tapachula disminuye a 0.97 p.u. este ECS inicia un retardo intencional de 11 ciclos, luego de lo cual de mantenerse activados los 2 parámetros indicados, desconecta la interconexión México-Guatemala [ver la forma en que se ha simulado su actuación en la sección 1.1 literal c) y 3.3.1 más adelante].
- La rápida respuesta del SEM luego de una repentina pérdida de generación en el SER puede ocasionar que la transferencia supere los 300 MW en pocos segundos. Con base en los registros de eventos, el ECS de disparo transferido por bajo voltaje, se ha activado 55 veces, entre los meses de septiembre 2016 y mayo de 2021.
- ii. Ha ocurrido el fenómeno de las oscilaciones electromecánicas inter-área entre el sistema de México y el SER, la solución para este fenómeno está siendo implementada en la actualidad por medio de cambios en los ajustes de los controles



dinámicos de las unidades generadoras del SER que han sido identificadas con mayor participación en estas oscilaciones, mientras esto se culmina además existe la medida correctiva por medio de la desconexión de la interconexión México-Guatemala por medio de un ECS que actúa cuando se detectan oscilaciones inter-área no amortiguadas. El ECS contra oscilaciones denominado "ESIM004\_OSC", se ha activado 114 veces, entre enero de 2017 y mayo de 2021.

Los límites de transferencia de potencia desde el Sistema Eléctrico de México hacia el Sistema Eléctrico Regional, en el nodo de 400 kV en la subestación Los Brillantes, que resultan de la actualización de este estudio, para época húmeda 2021, son los siguientes:

Escenario de Demanda regional	Horario	Límite de Transferencia (MW)
Demanda máxima	17:00 - 21:59	<b>240</b>
Demanda media	06:00 - 16:59	<b>240</b>
Demanda mínima	22:00 - 05:59	<b>240</b>

La Base de Datos regional utilizada para este estudio, contiene modelos de usuario homologados, para los controles de algunas de las principales unidades generadoras en el SER.

Con base en los resultados de este estudio de actualización, se puede verificar que la interconexión México-Guatemala reviste una importancia regional, ya que las transferencias de potencia desde México tienen un impacto significativo en la estabilidad del SER.

## 1.0 Introducción

El objetivo de este estudio es proporcionar un análisis técnico detallado, sobre las transferencias de potencia que se producen a través de la interconexión México-Guatemala, de conformidad con los Criterios de Calidad, Seguridad y Desempeño (CCSD) establecidos en el Reglamento del Mercado Eléctrico Regional (RMER).

### 1.1 Premisas Técnicas

- ✓ Para el presente estudio se ha utilizado la Base de Datos PSS/E de septiembre 2021, remitida por cada uno de los OS/OM al EOR, con las condiciones operativas y



técnicas esperadas por cada OS/OM para su área de control, información que el EOR utilizó de conformidad con lo establecido en el numeral 2.2.2.2, Libro I del RMER, que establece que *“La información suministrada por la CRIE, el EOR, los OS/OM o los agentes del mercado, en cumplimiento del presente RMER, deberá ser verdadera, correcta y completa en el momento en que se suministra, en el mejor conocimiento de la persona que la suministra....”*, entre las cuales destacan las siguientes:

- a) De conformidad con lo comunicado por el OS/OM de Guatemala (AMM) mediante nota GMEI-038-2019 de fecha 4 de junio 2019, se ha considerado el valor de límite térmico continuo de los bancos de transformadores 400/230 kV de subestación Los Brillantes, en 247.5 MVA. Para tal efecto, se utiliza en la base de datos PSSE el parámetro RATE A de dichos Transformadores, en el cual se indica el valor de 247.5 MVA en sustitución de 225 MVA.
- b) El OS/OM de Guatemala (AMM) mediante nota GG-721-2019 de fecha 16 de septiembre 2019, remitió solicitud al EOR para actualizar el valor de susceptancia B de la línea de interconexión 400 kV Tapachula – Los Brillantes (México-Guatemala), el cual después de ser revisado y validado por el EOR, se actualizó de  $B = (-)0.6$  PU a un valor de cero (0) PU.
- c) Los umbrales de actuación del ECS EDALTIBV, asociado a la línea de interconexión México-Guatemala, se han simulado, tomando como criterio técnico de activación, valores registrados en mediciones PMU de eventos reales ocurridos en el SER, con un valor de potencia promedio de 418 MW de transferencia desde México, y 0.96 p.u. de voltaje medido en la subestación Los Brillantes 400 kV (que sería equivalente al 0.97 p.u. del voltaje medido en la subestación Tapachula de México), y el retardo intencional de 11 ciclos.
- d) Se mantiene el criterio de los análisis de contingencia simple (N-1) seguida de la activación del Esquema EDALTIBV (si se presentan las condiciones y parámetros para que esto ocurra), que desconecta la línea de interconexión 230/400KV México-Guatemala, debido a que la simulación de una contingencia simple N-1 más la salida de la interconexión México-Guatemala, no es una contingencia múltiple, ya que algunas contingencias simples N-1 en las que se activa el EDALTIBV se debe a que el SER no alcanza el estado estable previo a la



desconexión de la línea de interconexión México-Guatemala, sin que exista falla en dicha línea.

- e) La Reserva de Regulación Primaria de Frecuencia (RRPF), utilizada en las simulaciones de estabilidad transitoria en el presente estudio, es aquella reportada por cada área de control en sus respectivos archivos dinámicos que corresponden al modelamiento de los controles de cada una de las máquinas en servicio y que poseen respuesta de gobernador; esta RRPF es mayor al 5% de su demanda, lo cual cumple con lo establecido en el numeral 16.2.7.9, libro III del RMER, y establece las condiciones operativas típicas de cada área de control.
- f) No se han simulado Esquemas de Control Suplementario que no cumplen con los Criterios de Calidad, Seguridad y Desempeño, establecidos en el numeral 16.2.6.1, literal b), Capítulo 16, del Libro III del RMER, específicamente en lo referente al inciso i) que establece que para cumplir con el criterio de contingencia simple (N-1) no se debe de desconectar carga en forma automática. En tal sentido, para el caso de los ECS del área de control de Guatemala, se aclara que:
  - i. Tomando en cuenta lo establecido en el RMER, en el desarrollo de estudios eléctricos, no debe permitirse la actuación de ECS diseñados para la desconexión automática de carga ante contingencia simple, por tanto, no es aplicable la modelación y análisis del ECS ESIM001.
  - ii. La contingencia de la línea Los Brillantes-Palo Gordo-Siquinalá, no es una contingencia restrictiva de la transferencia México-SER, por tanto, el análisis del ECS ESIM002 no es relevante para determinar el límite de transferencia entre México y el SER.
  - iii. Respecto al ECS ESIM003, que desconecta generación y demanda ante la contingencia simultánea de las líneas Guate Sur-Escuintla 1 y 2, este ECS no fue considerado debido a que el estudio no abarca el análisis de contingencias múltiples.
  - iv. El ECS ESIM005 está diseñado para disparar la interconexión México-SER, ante flujo en dirección de Guatemala hacia México, lo cual no es congruente con el objetivo de este estudio, para determinar los límites seguros de transferencia desde el sistema eléctrico de México, hacia el



- SER, por lo que las contingencias que pudieran provocar la activación de este ECS no son parte del alcance del presente estudio.
- v. El ECS ESIM006 dispara la interconexión México-SER, ante un exceso de generación en México, lo cual es producido por contingencias en dicho sistema, no obstante, la actuación de este ECS, desconectando la interconexión México-SER, es equivalente a evaluar la contingencia de dicha interconexión, con la consecuente pérdida del intercambio con México, lo cual ya fue analizado en el presente estudio.
  - vi. Respecto al ECS ESIM004, el cual desconecta la interconexión entre México y el SER ante oscilaciones electromecánicas no amortiguadas, este ECS activa su actuación ante dichas oscilaciones que aparecen producto de contingencias simples, así como de origen espontáneo (sin contingencia previa).

## 2.0 Desarrollo del Estudio

En el presente estudio de actualización, se han desarrollado los siguientes análisis:

### 2.1 Estudio de flujo de potencia

Se realiza un análisis de flujo de potencia para las condiciones del sistema en caso base (sin contingencias) y de contingencia simple (N-1). Los criterios para dicho análisis son los establecidos en el RMER, Libro III, Capítulo 16, "Criterios de Calidad, Seguridad y Desempeño (CCSD)".

Entre las contingencias simples, se incluyen los casos de contingencia simple de uno de los bancos de transformadores de la subestación Los Brillantes (LBR) en Guatemala, y los casos de contingencia simple de la línea de 400 kV de México-Guatemala.

### 2.2 Estudios de estabilidad de voltaje

El estudio se realiza con la elaboración de curvas QV; donde a una barra seleccionada se le conecta un generador con el propósito de variar la tensión en la barra y obtener la compensación de reactivos requerida para cada nivel de tensión ajustado. Se ha considerado que debe de cumplirse un margen mínimo de  $-10$  MVAR para un voltaje de 0.9 pu.



En el análisis de estabilidad de voltaje QV, se incluyen las condiciones de operación normal (sin contingencias) y las condiciones de contingencias simples (N-1).

## 2.3 Estudios de estabilidad transitoria de contingencias simples

Un aspecto relevante que se debe tener en consideración en los análisis de estabilidad transitoria, es que el SEM es aproximadamente cinco veces más grande que el SER, en cuanto a su demanda y generación despachada, asimismo, el SEM cuenta con unidades generadoras de mayor capacidad en comparación con las existentes en el SER, lo que en conjunto permite una característica de respuesta inercial y regulación primaria mucho más rápida y de mayor magnitud que la respuesta del parque de generación del SER.

En esta parte se analizan las contingencias simples (N-1) en el SER, incluyendo la contingencia simple de la línea de 400 kV México-Guatemala.

## 2.4 Estudio de estabilidad transitoria ante la contingencia simple (N-1-México).

En esta sección se analizaría, la contingencia simple (N-1) de generación de gran magnitud en el SER, lo que puede provocar la desconexión del sistema eléctrico mexicano, por actuación de Esquemas de Control Suplementario, como ya se explicó anteriormente, el caso de la simulación de una contingencia simple N-1 más la salida de la interconexión México-Guatemala, no es una contingencia múltiple, ya que algunas contingencias simples N-1 en las que se activa el EDALTIBV se debe a que el SER no alcanza el estado estable previo a la desconexión de la línea de interconexión México-Guatemala, sin que exista falla en dicha línea. La desconexión repentina del SEM ocurre en la práctica debido a dos razones:

1. Activación del ECS de “disparo transferido por bajo voltaje” (EDALTIBV): cuando la importación de potencia desde México supera los 300 MW y el voltaje en la subestación de Potencia Tapachula disminuye ligeramente al 97% o inferior. Cuando se cumplen simultáneamente los 2 parámetros mencionados, y específicamente cuando el voltaje en Tapachula disminuye a 0.97 p.u., este ECS inicia un retardo intencional de 11 ciclos, luego de lo cual de mantenerse activados los 2 parámetros indicados, desconecta la interconexión México-Guatemala. Para la evaluación realizada en este informe, se utilizan valores registrados en mediciones PMU de



eventos reales ocurridos en el SER, con un valor de potencia promedio de 418 MW de transferencia desde México, y 0.96 p.u. de voltaje medido en la subestación Los Brillantes 400 kV (que sería equivalente al 0.97 p.u. del voltaje medido en la subestación Tapachula de México), y el retardo intencional de 11 ciclos. [ver la forma en que se ha simulado su actuación en la sección 1.1 literal c) y 3.3.1].

2. Activación del ECS contra oscilaciones (ESIM004\_OSC): la desconexión repentina de un generador en el SER puede desencadenar oscilaciones inter-área pobremente amortiguadas. Cuando las oscilaciones inter-área se tornan inestables, el ECS contra oscilaciones desactiva la interconexión México-Guatemala luego de varios segundos.

## 2.5 Representación del Sistema Eléctrico de México

El EOR ha utilizado el último modelo disponible del Sistema Eléctrico de México, provisto por el OS/OM de Guatemala (AMM) en sus Bases de Datos anteriores (año 2016), en aplicación de lo establecido en el numeral 3.3.7.1 Libro II del RMER. Dicho modelo disponible incluye los reactores 3x16.66 MVAR, y la línea de interconexión de 400 kV con el Sistema Eléctrico de México. En cuanto a los datos de los dos bancos de transformadores de Los Brillantes, se ha actualizado su límite térmico continuo al valor de 247.5 MVA en sustitución de los 225 MVA, conforme a lo informado por el AMM mediante nota GMEI-038-2019 de fecha 4 de junio 2019.

## 3.0 Resultados

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos para tres tipos de análisis: flujo de potencia, estabilidad de voltaje y estabilidad transitoria; con los cuales se obtienen límites seguros de transferencia de potencia entre México y el SER.

### 3.1 Resultados del análisis de flujo de potencia

En el análisis, se tuvieron en cuenta 6 escenarios, correspondientes a las 3 condiciones de demanda y 2 niveles de transferencias entre México-Guatemala.

Las 3 condiciones de demanda que se estudiaron fueron las siguientes:

- Septiembre de 2021, escenario de demanda máxima, con transferencias máximas norte-sur entre los países que integran el MER.



- Septiembre de 2021, escenario de demanda media, con transferencias máximas norte-sur entre los países que integran el MER.
- Septiembre de 2021, escenario de demanda mínima, con transferencias máximas norte-sur entre los países que integran el MER.

Las transferencias México-Guatemala que se consideraron, fueron las siguientes:

- 240 y 250 MW.

Los escenarios utilizados incluyen los modelos homologados de plantas hidroeléctricas, con base en pruebas de campo realizadas por el EOR por medio de una Consultoría especializada, así mismo la Base de Datos regional integrada de septiembre 2021 contiene nuevas centrales de Generación de gran magnitud que entraron recientemente en servicio, como las centrales de gran despacho de Costa Norte y Cobre Panamá en el área de control de Panamá.

Se ejecutaron simulaciones de flujo de potencia para el SER en caso base (sistema completo, sin contingencias) y N-1 (contingencia simple). En el caso del análisis de contingencias N-1, se consideró la pérdida de los siguientes elementos:

- Contingencia de cada unidad de generación del SER
- Contingencia de cada línea o transformador con un nivel de voltaje  $\geq 115$  kV

Las simulaciones de flujos de potencia se ejecutaron con respuesta de gobernador, es decir, la condición posterior a la contingencia obtenida luego de la respuesta de todos los gobernadores del sistema, lo que modifica la producción de generación. Esta es la forma en la que comúnmente se ejecuta este tipo de análisis en la región.

Los resultados de las simulaciones mostraron varias sobrecargas y violaciones de voltaje. La mayoría de las violaciones no aumentó al mismo ritmo que la transferencia México-Guatemala. Por lo tanto, la mayor parte de ellas no se vieron afectadas por dichas transferencias.

Las violaciones que se vieron afectadas por las transferencias México-Guatemala aparecen en la Tabla 3.1, la Tabla 3.2 y la Tabla 3.3. Cada tabla corresponde a los escenarios de demanda máxima, media y mínima respectivamente.

En la Tabla 3.1, Tabla 3.2 y Tabla 3.3, se muestra que los niveles de transferencia México-Guatemala, con respecto al análisis de flujo de potencia son los siguientes:



- 240 MW, para casos de demanda máxima
- 240 MW, para casos de demanda media
- 240 MW, para casos de demanda mínima

Estos valores son preliminares y están sujetos a prueba, con respecto a los subsiguientes análisis de estabilidad del voltaje y la estabilidad transitoria para identificar cualquier restricción adicional.

**Tabla 3.1.** Violaciones de flujo en elementos que dependen de las transferencias México-Guatemala para el escenario de septiembre 2021, en condiciones de **demanda máxima** y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER.

Elemento con violación →	1110-1128(2)	1110-1128(1)
Contingencias →		
Transferencia México-Guatemala	SINGLE 1110-1128(1)	SINGLE 1110-1128(2)
240 MW	No violación	No violación
250 MW	101.61%	101.61%

**Tabla 3.2.** Violaciones de flujo en elementos que dependen de las transferencias México-Guatemala para el escenario de septiembre 2021, en condiciones de **demanda media** y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER

Elemento con violación →	1110-1128(2)	1110-1128(1)
Contingencias →		
Transferencia México-Guatemala	SINGLE 1110-1128(1)	SINGLE 1110-1128(2)
240 MW	No violación	No violación
250 MW	101.51%	101.51%

**Tabla 3.3.** Violaciones de flujo en elementos que dependen de las transferencias México-Guatemala para el escenario de septiembre 2021, en condiciones de **demanda mínima** y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER

Elemento con violación →	1110-1128(2)	1110-1128(1)
Contingencias →		
Transferencia México-Guatemala	SINGLE 1110-1128(1)	SINGLE 1110-1128(2)
240 MW	No violación	No violación
250 MW	101.65%	101.65%

### 3.2 Resultados del análisis de estabilidad de voltaje

El análisis de estabilidad de voltaje se realizó en los siguientes casos, para los cuales no se detectaron limitaciones en el análisis de flujo de potencia:

- Transferencia México-Guatemala de 240 MW, condición de demanda máxima, con transferencias máximas norte-sur entre los países que integran el MER
- Transferencia México-Guatemala de 240 MW, condición de demanda media, con transferencias máximas norte-sur entre los países que integran el MER
- Transferencia México-Guatemala de 240 MW, condición de demanda mínima, con transferencias máximas norte-sur entre los países que integran el MER

Si el margen de estabilidad de voltaje es insuficiente, se deben analizar valores inferiores de las transferencias México-Guatemala hasta que se determine un nuevo nivel de transferencia con un margen suficiente.

En las Tablas 3.5, 3.6 y 3.7, aparecen los resultados del cálculo de margen del bus 1105 para las contingencias con los peores márgenes de estabilidad. Se muestran los resultados para el bus 1105 porque éste tuvo los márgenes de estabilidad más bajos en comparación con los márgenes de los demás buses que figuran en la Tabla 3.4 (resultados para todos los buses se incluyen en el Apéndice A, sección A.1).

**Tabla 3.4.** Buses en los que se aplicó el análisis QV

Número Bus	Nombre Bus	Base KV	MAX_240: Voltaje (pu)	MED_240: Voltaje (pu)	MIN_230: Voltaje (pu)
1105	ENR-230	230	0.9985	0.9909	1.0083
1108	GNO-231	230	0.9940	0.9879	1.0023
1109	GSU-231	230	0.9920	0.985	1.0007
1110	LBR-231	230	1.0079	1.0072	1.0098
1128	LBR-400	400	1.0102	1.0099	1.0108

**Tabla 3.5.** Principales puntos de la curva QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1105 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda máxima y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER.

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu
CONTINGENCY: BASE CASE Plant (MVAR)	220.58	106.22	2.97	-89.47	-171.49
CONTINGENCY: JEN-C1 Plant (MVAR)	225.21	112.28	11.49	-78.95	-158.16
CONTINGENCY: JEN-C2 Plant (MVAR)	224.25	111.46	10.64	-79.79	-159.09
CONTINGENCY: SJO-C1 Plant (MVAR)	228.82	115.97	15.54	-74.66	-153.23
CONTINGENCY: ESTG1 Plant (MVAR)	227.43	112.20	9.18	-83.27	-165.01
CONTINGENCY: ESTG2 Plant (MVAR)	227.43	112.20	9.18	-83.27	-165.01
CONTINGENCY: 15SE-U1 Plant (MVAR)	228.15	112.85	9.88	-82.58	-164.25
CONTINGENCY: CGRA-U1 Plant (MVAR)	226.91	111.76	8.74	-83.72	-165.47
CONTINGENCY: COBG1 Plant (MVAR)	250.35	135.67	32.45	-60.23	-139.90
CONTINGENCY: COBG2 Plant (MVAR)	250.35	135.67	32.45	-60.24	-139.90
CONTINGENCY: PIR-U1 Plant (MVAR)	227.36	112.14	9.12	-83.33	-165.08
CONTINGENCY: REV-U1 Plant (MVAR)	227.32	112.10	9.08	-83.37	-165.12
CONTINGENCY: CJN U01 Plant (MVAR)	225.07	110.14	7.03	-85.39	-167.31
CONTINGENCY: CJN U02 Plant (MVAR)	224.65	109.77	6.64	-85.78	-167.73
CONTINGENCY: CJN U03 Plant (MVAR)	224.65	109.77	6.64	-85.78	-167.73
CONTINGENCY: MSY-LVG Plant (MVAR)	220.68	106.30	3.05	-89.39	-171.41
CONTINGENCY: GU1 Plant (MVAR)	222.82	108.31	5.25	-87.07	-169.01
CONTINGENCY: GU2 Plant (MVAR)	222.81	108.30	5.24	-87.09	-169.02
CONTINGENCY: GU3 Plant (MVAR)	221.83	107.92	5.38	-86.51	-167.98
CONTINGENCY: GU4 Plant (MVAR)	221.83	107.92	5.38	-86.51	-167.98
CONTINGENCY: GU5 Plant (MVAR)	217.70	104.44	2.30	-88.98	-169.98



CONTINGENCY: GU6 Plant (MVAR)	217.84	104.53	2.32	-89.00	-170.05
CONTINGENCY: GU7 Plant (MVAR)	223.07	109.88	7.92	-83.41	-164.47
CONTINGENCY: GU8 Plant (MVAR)	219.74	108.12	7.13	-83.21	-163.38
CONTINGENCY: GU9 Plant (MVAR)	230.61	115.70	13.37	-78.55	-159.53
CONTINGENCY: GU10 Plant (MVAR)	222.68	108.20	5.13	-87.08	-168.90
CONTINGENCY: GU11 Plant (MVAR)	229.03	116.16	15.71	-74.50	-153.06
CONTINGENCY: GU12 Plant (MVAR)	219.09	107.51	6.58	-83.72	-163.85
CONTINGENCY: GU13 Plant (MVAR)	223.58	109.53	7.09	-84.71	-166.03
CONTINGENCY: GU14 Plant (MVAR)	219.48	105.95	3.42	-88.32	-169.68
CONTINGENCY: GU15 Plant (MVAR)	220.76	107.14	4.67	-87.01	-168.39
CONTINGENCY: GU16 Plant (MVAR)	222.55	108.26	5.45	-86.64	-168.18
CONTINGENCY: GU17 Plant (MVAR)	222.55	108.26	5.45	-86.64	-168.18
CONTINGENCY: GU18 Plant (MVAR)	226.50	113.75	13.39	-76.78	-155.50
CONTINGENCY: GU19 Plant (MVAR)	222.25	108.88	4.80	-87.62	-169.64
CONTINGENCY: GU20 Plant (MVAR)	233.77	118.54	15.71	-76.69	-158.02
CONTINGENCY: GU21 Plant (MVAR)	229.35	114.09	11.37	-81.00	-162.59

**Tabla 3.6.** Principales puntos de la curva de QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1105 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda media y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER.

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu
CONTINGENCY: BASE CASE Plant (MVAR)	229.19	118.25	17.36	-73.58	-153.79
CONTINGENCY: JEN-C1 Plant (MVAR)	236.16	127.72	29.07	-59.35	-136.73
CONTINGENCY: JEN-C2 Plant (MVAR)	235.95	127.52	28.88	-59.54	-136.90
CONTINGENCY: SJO-C1 Plant (MVAR)	240.70	132.63	34.28	-53.73	-131.52
CONTINGENCY: ESTG1 Plant (MVAR)	236.46	125.29	24.20	-66.70	-146.87
CONTINGENCY: ESTG2 Plant (MVAR)	236.46	125.29	24.20	-66.70	-146.87
CONTINGENCY: 15SE-U1 Plant (MVAR)	237.47	126.30	25.19	-65.69	-145.86
CONTINGENCY: CGRA-U1 Plant (MVAR)	236.34	125.20	24.12	-66.78	-146.94
CONTINGENCY: COBG1 Plant (MVAR)	262.13	150.44	48.90	-41.64	-119.54
CONTINGENCY: COBG2 Plant (MVAR)	262.13	150.44	48.90	-41.64	-119.53
CONTINGENCY: PIR-U1 Plant (MVAR)	236.42	125.25	24.16	-66.74	-146.90
CONTINGENCY: REV-U1 Plant (MVAR)	237.86	126.65	25.52	-65.33	-145.52
CONTINGENCY: CJN U01 Plant (MVAR)	234.18	123.08	22.06	-68.87	-149.00
CONTINGENCY: CJN U02 Plant (MVAR)	233.78	122.69	21.68	-69.26	-149.39



CONTINGENCY: CJN U03 Plant (MVAR)	233.78	122.69	21.68	-69.26	-149.39
CONTINGENCY: MSY-LVG Plant (MVAR)	229.29	118.34	17.45	-73.50	-153.71
CONTINGENCY: GU1 Plant (MVAR)	230.64	119.92	19.21	-71.54	-151.56
CONTINGENCY: GU2 Plant (MVAR)	230.65	119.92	19.21	-71.54	-151.57
CONTINGENCY: GU3 Plant (MVAR)	230.84	120.66	20.44	-69.87	-149.44
CONTINGENCY: GU4 Plant (MVAR)	230.84	120.66	20.44	-69.87	-149.44
CONTINGENCY: GU5 Plant (MVAR)	225.52	116.17	16.72	-72.86	-151.87
CONTINGENCY: GU6 Plant (MVAR)	225.64	116.24	16.73	-72.90	-151.95
CONTINGENCY: GU7 Plant (MVAR)	232.09	121.96	21.78	-68.46	-148.00
CONTINGENCY: GU8 Plant (MVAR)	228.34	119.77	21.01	-67.98	-146.37
CONTINGENCY: GU9 Plant (MVAR)	239.86	129.43	28.95	-61.15	-140.85
CONTINGENCY: GU10 Plant (MVAR)	229.21	118.51	17.86	-72.81	-152.70
CONTINGENCY: GU11 Plant (MVAR)	240.92	132.83	34.47	-53.54	-131.35
CONTINGENCY: GU12 Plant (MVAR)	227.69	119.17	20.45	-68.51	-146.85
CONTINGENCY: GU13 Plant (MVAR)	229.86	119.91	19.92	-70.19	-149.62
CONTINGENCY: GU14 Plant (MVAR)	228.17	118.02	17.85	-72.39	-151.84
CONTINGENCY: GU15 Plant (MVAR)	226.94	117.15	17.32	-72.66	-151.99
CONTINGENCY: GU16 Plant (MVAR)	231.18	120.60	20.08	-70.46	-150.21
CONTINGENCY: GU17 Plant (MVAR)	231.18	120.60	20.08	-70.46	-150.21
CONTINGENCY: GU18 Plant (MVAR)	234.37	126.47	28.32	-59.70	-137.34
CONTINGENCY: GU19 Plant (MVAR)	230.05	119.06	18.12	-72.86	-153.10
CONTINGENCY: GU20 Plant (MVAR)	242.26	131.24	30.25	-60.34	-140.52
CONTINGENCY: GU21 Plant (MVAR)	236.16	125.30	24.45	-66.34	-146.44

**Tabla 3.7.** Principales puntos de la curva QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1105 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda mínima y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu
CONTINGENCY: BASE CASE Plant (MVAR)	190.33	82.63	-15.56	-103.81	-182.29
CONTINGENCY: JEN-C1 Plant (MVAR)	196.34	91.52	-3.93	-89.67	-165.69
CONTINGENCY: JEN-C2 Plant (MVAR)	195.79	91.00	-4.43	-90.13	-166.13
CONTINGENCY: SJO-C1 Plant (MVAR)	198.39	93.90	-1.24	-86.70	-162.55
CONTINGENCY: ESTG1 Plant (MVAR)	195.59	87.66	-10.64	-98.99	-177.55
CONTINGENCY: CHANG1 Plant (MVAR)	201.08	92.89	-5.50	-93.96	-172.58
CONTINGENCY: 15SE-U1 Plant (MVAR)	196.24	88.32	-9.97	-98.30	-176.84





CONTINGENCY: CHX-H1	Plant (MVAR)	189.97	82.49	-15.49	-103.54	-181.80
CONTINGENCY: COBG1	Plant (MVAR)	224.03	115.08	16.24	-72.56	-150.79
CONTINGENCY: COBG2	Plant (MVAR)	224.03	115.08	16.24	-72.56	-150.79
CONTINGENCY: PIR-U1	Plant (MVAR)	196.81	88.82	-9.50	-97.88	-176.46
CONTINGENCY: REV-U1	Plant (MVAR)	197.58	89.56	-8.78	-97.17	-175.76
CONTINGENCY: CJN U01	Plant (MVAR)	194.87	86.97	-11.30	-99.63	-178.18
CONTINGENCY: CJN U02	Plant (MVAR)	195.06	87.16	-11.12	-99.44	-177.99
CONTINGENCY: CJN U03	Plant (MVAR)	195.06	87.16	-11.12	-99.44	-177.99
CONTINGENCY: MSY-LVG	Plant (MVAR)	190.44	82.74	-15.45	-103.71	-182.19
CONTINGENCY: GU1	Plant (MVAR)	191.77	84.31	-13.62	-101.63	-179.92
CONTINGENCY: GU2	Plant (MVAR)	191.78	84.31	-13.62	-101.64	-179.93
CONTINGENCY: GU3	Plant (MVAR)	191.45	84.63	-12.77	-100.31	-178.16
CONTINGENCY: GU4	Plant (MVAR)	191.45	84.63	-12.77	-100.31	-178.16
CONTINGENCY: GU5	Plant (MVAR)	187.16	80.91	-15.72	-102.57	-179.81
CONTINGENCY: GU6	Plant (MVAR)	187.25	80.94	-15.75	-102.64	-179.91
CONTINGENCY: GU7	Plant (MVAR)	192.20	85.31	-12.14	-99.73	-177.63
CONTINGENCY: GU8	Plant (MVAR)	189.34	83.88	-12.31	-98.78	-175.67
CONTINGENCY: GU9	Plant (MVAR)	196.12	88.77	-8.98	-96.87	-175.06
CONTINGENCY: GU10	Plant (MVAR)	192.38	84.76	-13.31	-101.42	-179.74
CONTINGENCY: GU11	Plant (MVAR)	198.62	94.11	-1.04	-86.51	-162.37
CONTINGENCY: GU12	Plant (MVAR)	188.68	83.26	-12.88	-99.30	-176.16
CONTINGENCY: GU13	Plant (MVAR)	192.78	85.78	-11.72	-99.39	-177.37
CONTINGENCY: GU14	Plant (MVAR)	189.03	82.25	-15.13	-102.63	-180.45
CONTINGENCY: GU15	Plant (MVAR)	189.71	82.94	-14.41	-101.91	-179.73
CONTINGENCY: GU16	Plant (MVAR)	192.36	85.11	-12.61	-100.41	-178.44
CONTINGENCY: GU17	Plant (MVAR)	192.36	85.11	-12.61	-100.41	-178.44
CONTINGENCY: GU18	Plant (MVAR)	197.11	92.65	-2.47	-87.92	-163.79
CONTINGENCY: GU19	Plant (MVAR)	191.24	83.48	-14.76	-103.07	-181.59
CONTINGENCY: GU20	Plant (MVAR)	198.80	90.88	-7.33	-95.65	-174.22
CONTINGENCY: GU21	Plant (MVAR)	195.52	87.87	-10.21	-98.41	-176.86

### 3.3 Resultados del análisis de estabilidad transitoria

En el análisis de estabilidad transitoria, se verificó la existencia de restricciones adicionales; por lo tanto, los límites de transferencia finales son inferiores a aquellos identificados por medio del análisis de flujo de potencia.

Las máximas transferencias estudiadas son 240 MW (para condiciones de demanda máxima), 240 MW (para condiciones de demanda media) y 240 MW (para condiciones de demanda



mínima), ya que estos casos no mostraron limitaciones en el análisis de flujo de potencia de la sección 3.1, en condiciones N-1 (contingencia simple).

Los datos dinámicos de los generadores, incluidos los modelos de los controles de las máquinas del SER, homologados por el EOR, como para los demás modelos de las restantes unidades generadoras del SER con control de Gobernador, se han mantenido con el ajuste remitido por cada uno de los OS/OM en su Base de Datos dinámica PSS/E.

Los resultados se describen a continuación.

### 3.3.1 Contingencias N-1

El análisis de la estabilidad transitoria para las contingencias N-1, no arrojó restricciones adicionales en las transferencias México-SER (véanse las figuras del comportamiento dinámico de la frecuencia en el Apéndice A, sección A.2.1). En particular, el análisis se concentró en observar si se presentan las condiciones para la actuación del ECS de disparo transferido por bajo voltaje (EDALTIBV) y así proceder al análisis de contingencia simple (N-1-Mexico), lo anterior tomando los siguientes criterios de operación basados en registros de PMU durante eventos reales ocurridos en el SER, donde el EDALTIBV ha operado, con el objetivo de reproducir el comportamiento del voltaje en la subestación Los Brillantes 400 kV que represente el voltaje de la subestación Tapachula Potencia del SEM, y ha determinado los parámetros de flujo de potencia en la interconexión México-Guatemala y del voltaje en la subestación Los Brillantes 400 kV, para los cuales el ECS EDALTIBV se activa efectivamente según registros PMU, resultando los siguientes valores:

<b>Fecha Evento</b>	<b>Transferencia MW de activación del EDALTIBV</b>	<b>Voltaje LBR-400 kV de activación del EDALTIBV</b>
04-mar-17	-404.23	0.952
21-mar-17	-413.48	0.956
26-abr-17	-441.94	0.958
27-jun-17	-442.40	0.937
28-ago-18	-418.53	0.933
30-oct-18	-326.17	0.946
11-mar-19	-408.02	0.954
23-junio-19	-408.31	0.957
05-julio-19	-469.76	0.950
08-julio-19	-444.06	0.959
23-junio-20	-459.06	0.957
27-agosto-20	-381.97	0.959



Por lo tanto, con base a la tabla anterior se verificó, mediante las simulaciones correspondientes, que las contingencias simples (N-1) con transferencias desde México de 240 MW en los tres escenarios de demanda, no alcanzan a cumplir con las condiciones de operación en tiempo real del EDALTIBV:

- Mas de 418 MW de Potencia por la interconexión Tapachula – Los Brillantes y voltaje en el nodo Los Brillantes menor a 0.96 p.u., por un tiempo superior a los 11 ciclos de retardo intencional.

Con base en lo anteriormente expresado, en las simulaciones realizadas para este estudio no se observó evento alguno, que provoque la actuación de dicho ECS (EDALTIBV) en condiciones de transferencia México-SER de 240 MW en los 3 escenarios de demanda.

Por tanto, los valores resultantes del análisis de contingencia simple (N-1), que representan los límites de transferencia de potencia desde el sistema eléctrico de México (SEM) hacia el sistema eléctrico regional (SER), para época húmeda (junio 2021 a noviembre 2021) son los siguientes:

Escenario de Demanda Regional	Límites de transferencia México-Guatemala resultantes (MW)
Demanda máxima	240
Demanda media	240
Demanda mínima	240

### 3.3.2 Contingencias simples de generación (N-1-México).

En esta parte, se consideraría el efecto del ECS de disparo transferido por bajo voltaje (EDALTIBV) según la lógica de operación actual, en caso hubiera resultado que se activaba en algún evento simulado en la sección anterior (Contingencia simple N-1). En este sentido, dado que en las simulaciones realizadas para este estudio no se observó evento alguno en el análisis de contingencia simple, que provoque la actuación de dicho ECS (EDALTIBV) en condiciones de transferencia México-SER de 240 MW en los 3 escenarios de demanda, el EOR no ha simulado la actuación del EDALTIBV debido a que, para todos los casos simulados, no se cumplieron las condiciones para la operación de dicho ECS, por lo que no hubo restricción por esta causa.

Los valores resultantes entonces se mantienen, los cuales representan los límites de transferencia de potencia desde el sistema eléctrico de México (SEM) hacia el sistema eléctrico regional (SER), para época húmeda (junio 2021 a noviembre 2021) son los siguientes:

Escenario de Demanda Regional	Límites de transferencia México-Guatemala resultantes (MW)
<b>Demanda Máxima</b>	<b>240</b>
<b>Demanda Media</b>	<b>240</b>
<b>Demanda Mínima</b>	<b>240</b>

## 4.0 Análisis de los resultados

Los valores límite de transferencia de potencia, desde el sistema eléctrico de México hacia el SER, resultantes en este estudio son:

- **240 MW** para condiciones de demanda máxima
- **240 MW** para condiciones de demanda media
- **240 MW** para condiciones de demanda mínima

Con base en los resultados obtenidos, se verifica que la interconexión México-Guatemala posee una gran importancia a nivel regional, para la operación segura y confiable del SER.

## 5.0 Conclusiones y Recomendaciones

**A.** De conformidad con los resultados del presente estudio de actualización de los valores límite de transferencia de potencia desde el Sistema Eléctrico de México hacia el SER, para época húmeda correspondiente al período de junio 2021 a noviembre de 2021, son los siguientes:

Escenario de Demanda regional	Horario	Límite de Transferencia (MW)
<b>Demanda máxima</b>	<b>17:00 - 21:59</b>	<b>240</b>
<b>Demanda media</b>	<b>06:00 - 16:59</b>	<b>240</b>
<b>Demanda mínima</b>	<b>22:00 - 05:59</b>	<b>240</b>



- B.** Las principales características que inciden en las transferencias determinadas, son las siguientes:
- a) Existe una sola línea de interconexión México-Guatemala, que transporta la importación desde México al SER, y dos bancos de transformadores en paralelo, en la subestación Los Brillantes (LBR). De lo anterior, se obtiene que cuando sale de funcionamiento un banco de transformadores, el otro banco de transformadores en paralelo transporta el total del flujo México-SER. Este hecho provoca una de las limitaciones identificadas cuando se aplican los CCSD del RMER.
  - b) En el presente estudio, los Esquemas de Control Suplementario (ECS) EDALTIVB y ESIM004\_OSC, no tuvieron incidencia en la determinación de los límites seguros de las transferencias de potencia México-SER (EDALTIBV), ya que en ningún caso se cumplieron los parámetros de actuación ante condiciones N-1.
  - c) No se han simulado Esquemas de Control Suplementario que no cumplen con los Criterios de Calidad, Seguridad y Desempeño, establecidos en el numeral 16.2.6.1, literal b), Capítulo 16, del Libro III del RMER, específicamente en lo referente al inciso i) que establece que para cumplir con el criterio de contingencia simple (N-1) no se debe de desconectar carga en forma automática.
  - d) No se realizó el análisis de contingencia simple seguida de la activación del Esquema EDALTIBV (N-1-México), que desconecta la línea de interconexión 230/400KV México-Guatemala, debido a que, en las simulaciones realizadas para este estudio, ninguno de los casos de simulación de contingencia simple N-1 provocó que se cumplieran las condiciones de operación del EDALTIBV.
  - e) La interconexión México-Guatemala posee gran importancia a nivel regional, ya que las transferencias de potencia desde México tienen un impacto significativo en la estabilidad, confiabilidad y seguridad del SER.

## Apéndice A

### Resultados de la Estabilidad de Voltaje y Estabilidad Transitoria

#### A-1 Resultados del análisis de Estabilidad de Voltaje

**Tabla 5.1.** Principales puntos de la curva QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1105 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda máxima y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu
CONTINGENCY: BASE CASE Plant (MVAR)	220.583	106.219	2.967	-89.471	-171.491
CONTINGENCY: JEN-C1 Plant (MVAR)	225.215	112.284	11.492	-78.950	-158.157
CONTINGENCY: JEN-C2 Plant (MVAR)	224.255	111.464	10.641	-79.794	-159.090
CONTINGENCY: SJO-C1 Plant (MVAR)	228.822	115.972	15.539	-74.664	-153.227
CONTINGENCY: ESTG1 Plant (MVAR)	227.432	112.201	9.178	-83.267	-165.014
CONTINGENCY: ESTG2 Plant (MVAR)	227.432	112.201	9.178	-83.267	-165.014
CONTINGENCY: 15SE-U1 Plant (MVAR)	228.155	112.850	9.876	-82.577	-164.251
CONTINGENCY: CGRA-U1 Plant (MVAR)	226.906	111.759	8.740	-83.719	-165.473
CONTINGENCY: COBG1 Plant (MVAR)	250.354	135.671	32.446	-60.235	-139.902
CONTINGENCY: COBG2 Plant (MVAR)	250.352	135.675	32.445	-60.237	-139.904
CONTINGENCY: PIR-U1 Plant (MVAR)	227.365	112.142	9.117	-83.329	-165.080
CONTINGENCY: REV-U1 Plant (MVAR)	227.322	112.105	9.078	-83.368	-165.122
CONTINGENCY: CJN U01 Plant (MVAR)	225.071	110.138	7.026	-85.394	-167.311
CONTINGENCY: CJN U02 Plant (MVAR)	224.646	109.767	6.640	-85.781	-167.730
CONTINGENCY: CJN U03 Plant (MVAR)	224.646	109.767	6.640	-85.781	-167.730
CONTINGENCY: MSY-LVG Plant (MVAR)	220.679	106.303	3.053	-89.386	-171.407
CONTINGENCY: GU1 Plant (MVAR)	222.819	108.312	5.246	-87.074	-169.008
CONTINGENCY: GU2 Plant (MVAR)	222.814	108.305	5.237	-87.086	-169.021
CONTINGENCY: GU3 Plant (MVAR)	221.832	107.925	5.375	-86.507	-167.980
CONTINGENCY: GU4 Plant (MVAR)	221.832	107.925	5.375	-86.507	-167.980
CONTINGENCY: GU5 Plant (MVAR)	217.705	104.437	2.295	-88.979	-169.982
CONTINGENCY: GU6 Plant (MVAR)	217.844	104.526	2.321	-89.001	-170.049
CONTINGENCY: GU7 Plant (MVAR)	223.066	109.877	7.923	-83.406	-164.466
CONTINGENCY: GU8 Plant (MVAR)	219.739	108.122	7.128	-83.210	-163.381
CONTINGENCY: GU9 Plant (MVAR)	230.607	115.701	13.372	-78.545	-159.535



CONTINGENCY: GU10	Plant (MVAR)	222.682	108.203	5.134	-87.082	-168.895
CONTINGENCY: GU11	Plant (MVAR)	229.026	116.160	15.715	-74.498	-153.056
CONTINGENCY: GU12	Plant (MVAR)	219.088	107.514	6.579	-83.722	-163.853
CONTINGENCY: GU13	Plant (MVAR)	223.575	109.528	7.086	-84.707	-166.032
CONTINGENCY: GU14	Plant (MVAR)	219.477	105.954	3.415	-88.319	-169.678
CONTINGENCY: GU15	Plant (MVAR)	220.761	107.135	4.673	-87.011	-168.394
CONTINGENCY: GU16	Plant (MVAR)	222.555	108.265	5.453	-86.642	-168.183
CONTINGENCY: GU17	Plant (MVAR)	222.555	108.265	5.453	-86.642	-168.183
CONTINGENCY: GU18	Plant (MVAR)	226.499	113.754	13.393	-76.776	-155.499
CONTINGENCY: GU19	Plant (MVAR)	222.246	108.883	4.797	-87.624	-169.644
CONTINGENCY: GU20	Plant (MVAR)	233.770	118.542	15.708	-76.691	-158.017
CONTINGENCY: GU21	Plant (MVAR)	229.347	114.094	11.365	-81.004	-162.591

**Tabla 5.2.** Principales puntos de la curva de QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1105 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda media y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu
CONTINGENCY: BASE CASE Plant (MVAR)	229.188	118.251	17.360	-73.580	-153.793
CONTINGENCY: JEN-C1 Plant (MVAR)	236.164	127.720	29.074	-59.346	-136.733
CONTINGENCY: JEN-C2 Plant (MVAR)	235.952	127.517	28.880	-59.543	-136.900
CONTINGENCY: SJO-C1 Plant (MVAR)	240.703	132.629	34.278	-53.726	-131.519
CONTINGENCY: ESTG1 Plant (MVAR)	236.460	125.289	24.196	-66.703	-146.865
CONTINGENCY: ESTG2 Plant (MVAR)	236.460	125.289	24.196	-66.703	-146.865
CONTINGENCY: 15SE-U1 Plant (MVAR)	237.474	126.298	25.189	-65.691	-145.860
CONTINGENCY: CGRA-U1 Plant (MVAR)	236.344	125.201	24.120	-66.780	-146.942
CONTINGENCY: COBG1 Plant (MVAR)	262.129	150.436	48.902	-41.638	-119.535
CONTINGENCY: COBG2 Plant (MVAR)	262.129	150.436	48.902	-41.639	-119.534
CONTINGENCY: PIR-U1 Plant (MVAR)	236.422	125.252	24.160	-66.739	-146.901
CONTINGENCY: REV-U1 Plant (MVAR)	237.857	126.646	25.520	-65.332	-145.516
CONTINGENCY: CJN U01 Plant (MVAR)	234.179	123.083	22.062	-68.868	-149.004
CONTINGENCY: CJN U02 Plant (MVAR)	233.777	122.693	21.682	-69.260	-149.390
CONTINGENCY: CJN U03 Plant (MVAR)	233.777	122.693	21.682	-69.260	-149.390
CONTINGENCY: MSY-LVG Plant (MVAR)	229.285	118.344	17.447	-73.496	-153.708
CONTINGENCY: GU1 Plant (MVAR)	230.642	119.919	19.213	-71.538	-151.558
CONTINGENCY: GU2 Plant (MVAR)	230.647	119.920	19.211	-71.544	-151.567



CONTINGENCY: GU3 Plant (MVAR)	230.844	120.659	20.440	-69.867	-149.443
CONTINGENCY: GU4 Plant (MVAR)	230.844	120.659	20.440	-69.867	-149.443
CONTINGENCY: GU5 Plant (MVAR)	225.522	116.174	16.725	-72.860	-151.869
CONTINGENCY: GU6 Plant (MVAR)	225.644	116.237	16.735	-72.897	-151.947
CONTINGENCY: GU7 Plant (MVAR)	232.093	121.963	21.782	-68.457	-147.998
CONTINGENCY: GU8 Plant (MVAR)	228.342	119.769	21.005	-67.981	-146.367
CONTINGENCY: GU9 Plant (MVAR)	239.857	129.429	28.952	-61.145	-140.854
CONTINGENCY: GU10 Plant (MVAR)	229.214	118.506	17.858	-72.808	-152.702
CONTINGENCY: GU11 Plant (MVAR)	240.920	132.832	34.468	-53.543	-131.347
CONTINGENCY: GU12 Plant (MVAR)	227.691	119.166	20.451	-68.507	-146.849
CONTINGENCY: GU13 Plant (MVAR)	229.858	119.910	19.924	-70.194	-149.621
CONTINGENCY: GU14 Plant (MVAR)	228.169	118.018	17.846	-72.395	-151.840
CONTINGENCY: GU15 Plant (MVAR)	226.936	117.152	17.324	-72.663	-151.987
CONTINGENCY: GU16 Plant (MVAR)	231.177	120.604	20.078	-70.462	-150.215
CONTINGENCY: GU17 Plant (MVAR)	231.177	120.604	20.078	-70.462	-150.215
CONTINGENCY: GU18 Plant (MVAR)	234.369	126.469	28.321	-59.700	-137.344
CONTINGENCY: GU19 Plant (MVAR)	230.051	119.064	18.124	-72.857	-153.103
CONTINGENCY: GU20 Plant (MVAR)	242.257	131.240	30.253	-60.335	-140.520
CONTINGENCY: GU21 Plant (MVAR)	236.157	125.299	24.447	-66.340	-146.441

**Tabla 5.3.** Principales puntos de la curva QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1105 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda mínima y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu
CONTINGENCY: BASE CASE Plant (MVAR)	190.329	82.631	-15.558	-103.813	-182.292
CONTINGENCY: JEN-C1 Plant (MVAR)	196.343	91.518	-3.935	-89.669	-165.688
CONTINGENCY: JEN-C2 Plant (MVAR)	195.787	91.000	-4.428	-90.132	-166.133
CONTINGENCY: SJO-C1 Plant (MVAR)	198.394	93.897	-1.235	-86.698	-162.545
CONTINGENCY: ESTG1 Plant (MVAR)	195.593	87.659	-10.641	-98.988	-177.551
CONTINGENCY: CHANG1 Plant (MVAR)	201.081	92.891	-5.498	-93.957	-172.577
CONTINGENCY: 15SE-U1 Plant (MVAR)	196.237	88.316	-9.969	-98.297	-176.841
CONTINGENCY: CHX-H1 Plant (MVAR)	189.967	82.488	-15.493	-103.543	-181.801
CONTINGENCY: COBG1 Plant (MVAR)	224.029	115.083	16.236	-72.564	-150.792
CONTINGENCY: COBG2 Plant (MVAR)	224.030	115.083	16.236	-72.564	-150.792
CONTINGENCY: PIR-U1 Plant (MVAR)	196.807	88.819	-9.503	-97.875	-176.458





CONTINGENCY: REV-U1 Plant (MVAR)	197.580	89.558	-8.779	-97.167	-175.763
CONTINGENCY: CJN U01 Plant (MVAR)	194.867	86.967	-11.304	-99.633	-178.180
CONTINGENCY: CJN U02 Plant (MVAR)	195.060	87.156	-11.117	-99.445	-177.989
CONTINGENCY: CJN U03 Plant (MVAR)	195.060	87.156	-11.117	-99.445	-177.989
CONTINGENCY: MSY-LVG Plant (MVAR)	190.442	82.738	-15.454	-103.711	-182.194
CONTINGENCY: GU1 Plant (MVAR)	191.774	84.306	-13.618	-101.633	-179.919
CONTINGENCY: GU2 Plant (MVAR)	191.781	84.309	-13.620	-101.639	-179.928
CONTINGENCY: GU3 Plant (MVAR)	191.447	84.627	-12.768	-100.307	-178.162
CONTINGENCY: GU4 Plant (MVAR)	191.447	84.627	-12.768	-100.307	-178.162
CONTINGENCY: GU5 Plant (MVAR)	187.158	80.907	-15.724	-102.570	-179.805
CONTINGENCY: GU6 Plant (MVAR)	187.246	80.937	-15.746	-102.638	-179.914
CONTINGENCY: GU7 Plant (MVAR)	192.200	85.309	-12.140	-99.730	-177.633
CONTINGENCY: GU8 Plant (MVAR)	189.342	83.875	-12.314	-98.775	-175.675
CONTINGENCY: GU9 Plant (MVAR)	196.121	88.774	-8.983	-96.870	-175.056
CONTINGENCY: GU10 Plant (MVAR)	192.383	84.757	-13.312	-101.423	-179.742
CONTINGENCY: GU11 Plant (MVAR)	198.624	94.109	-1.036	-86.512	-162.367
CONTINGENCY: GU12 Plant (MVAR)	188.676	83.261	-12.882	-99.299	-176.157
CONTINGENCY: GU13 Plant (MVAR)	192.775	85.782	-11.725	-99.392	-177.374
CONTINGENCY: GU14 Plant (MVAR)	189.035	82.249	-15.128	-102.630	-180.445
CONTINGENCY: GU15 Plant (MVAR)	189.707	82.938	-14.406	-101.909	-179.730
CONTINGENCY: GU16 Plant (MVAR)	192.363	85.114	-12.614	-100.407	-178.441
CONTINGENCY: GU17 Plant (MVAR)	192.363	85.114	-12.614	-100.407	-178.441
CONTINGENCY: GU18 Plant (MVAR)	197.107	92.651	-2.475	-87.924	-163.794
CONTINGENCY: GU19 Plant (MVAR)	191.237	83.476	-14.765	-103.068	-181.595
CONTINGENCY: GU20 Plant (MVAR)	198.797	90.876	-7.328	-95.647	-174.216
CONTINGENCY: GU21 Plant (MVAR)	195.518	87.867	-10.213	-98.410	-176.860

**Tabla 5.4.** Principales puntos de la curva QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1108 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda máxima y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu
CONTINGENCY: BASE CASE Plant (MVAR)	638.693	331.842	34.118	-233.667	-455.623
CONTINGENCY: JEN-C1 Plant (MVAR)	635.406	341.118	52.770	-205.470	-399.942
CONTINGENCY: JEN-C2 Plant (MVAR)	632.990	338.985	50.700	-207.605	-401.865
CONTINGENCY: SJO-C1 Plant (MVAR)	642.529	345.948	56.293	-202.420	-404.167



CONTINGENCY: ESTG1 Plant (MVAR)	661.110	352.248	54.039	-212.672	-427.727
CONTINGENCY: ESTG2 Plant (MVAR)	661.110	352.248	54.039	-212.673	-427.729
CONTINGENCY: 15SE-U1 Plant (MVAR)	661.712	352.957	55.031	-211.549	-425.390
CONTINGENCY: CGRA-U1 Plant (MVAR)	657.736	349.272	51.440	-215.336	-430.388
CONTINGENCY: COBG1 Plant (MVAR)	731.236	417.045	121.193	-139.678	-328.441
CONTINGENCY: COBG2 Plant (MVAR)	731.239	417.045	121.195	-139.674	-328.449
CONTINGENCY: PIR-U1 Plant (MVAR)	660.911	352.065	53.861	-212.861	-427.980
CONTINGENCY: REV-U1 Plant (MVAR)	660.778	351.942	53.740	-212.987	-428.151
CONTINGENCY: CJN U01 Plant (MVAR)	654.692	346.560	48.405	-218.491	-436.005
CONTINGENCY: CJN U02 Plant (MVAR)	653.255	345.230	47.112	-219.863	-437.753
CONTINGENCY: CJN U03 Plant (MVAR)	653.255	345.229	47.112	-219.863	-437.753
CONTINGENCY: MSY-LVG Plant (MVAR)	639.056	332.152	34.413	-233.359	-455.258
CONTINGENCY: GU1 Plant (MVAR)	645.403	340.764	45.725	-219.401	-440.376
CONTINGENCY: GU2 Plant (MVAR)	645.380	340.704	45.629	-219.532	-440.525
CONTINGENCY: GU3 Plant (MVAR)	637.090	333.851	38.788	-226.353	-444.509
CONTINGENCY: GU4 Plant (MVAR)	637.090	333.851	38.788	-226.353	-444.509
CONTINGENCY: GU5 Plant (MVAR)	629.646	335.879	53.413	-201.318	-417.760
CONTINGENCY: GU6 Plant (MVAR)	629.195	335.753	53.643	-200.788	-417.048
CONTINGENCY: GU7 Plant (MVAR)	642.423	337.826	42.965	-221.910	-440.305
CONTINGENCY: GU8 Plant (MVAR)	638.000	333.931	38.730	-226.716	-448.654
CONTINGENCY: GU9 Plant (MVAR)	631.273	354.770	85.298	-155.858	-354.107
CONTINGENCY: GU10 Plant (MVAR)	643.716	335.138	36.675	-231.131	-450.076
CONTINGENCY: GU11 Plant (MVAR)	642.966	346.296	56.610	-202.094	-403.782
CONTINGENCY: GU12 Plant (MVAR)	637.050	333.116	38.023	-227.373	-449.250
CONTINGENCY: GU13 Plant (MVAR)	639.327	338.312	46.258	-215.309	-425.728
CONTINGENCY: GU14 Plant (MVAR)	625.497	327.264	36.288	-225.273	-436.900
CONTINGENCY: GU15 Plant (MVAR)	630.454	330.529	39.268	-221.828	-433.667
CONTINGENCY: GU16 Plant (MVAR)	640.634	335.234	38.838	-227.233	-443.421
CONTINGENCY: GU17 Plant (MVAR)	640.634	335.234	38.838	-227.233	-443.421
CONTINGENCY: GU18 Plant (MVAR)	637.914	341.950	52.417	-206.738	-409.720
CONTINGENCY: GU19 Plant (MVAR)	641.618	334.871	37.677	-229.826	-451.485
CONTINGENCY: GU20 Plant (MVAR)	681.739	386.727	98.703	-157.193	-364.460
CONTINGENCY: GU21 Plant (MVAR)	653.105	351.022	62.072	-197.172	-405.565

**Tabla 5.5.** Principales puntos de la curva de QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1108 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda media y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu
CONTINGENCY: BASE CASE Plant (MVAR)	669.245	359.807	67.182	-195.777	-406.831
CONTINGENCY: JEN-C1 Plant (MVAR)	669.909	372.966	91.326	-160.470	-341.007
CONTINGENCY: JEN-C2 Plant (MVAR)	669.411	372.516	90.881	-160.931	-341.435
CONTINGENCY: SJO-C1 Plant (MVAR)	677.817	379.497	96.892	-155.267	-346.396
CONTINGENCY: ESTG1 Plant (MVAR)	690.985	380.502	87.589	-173.971	-377.234
CONTINGENCY: ESTG2 Plant (MVAR)	690.985	380.502	87.589	-173.971	-377.234
CONTINGENCY: 15SE-U1 Plant (MVAR)	692.158	381.811	89.274	-172.163	-373.547
CONTINGENCY: CGRA-U1 Plant (MVAR)	688.847	378.603	86.080	-175.588	-378.155
CONTINGENCY: COBG1 Plant (MVAR)	757.979	446.402	154.576	-101.513	-268.476
CONTINGENCY: COBG2 Plant (MVAR)	757.979	446.403	154.575	-101.511	-268.475
CONTINGENCY: PIR-U1 Plant (MVAR)	690.885	380.405	87.494	-174.073	-377.374
CONTINGENCY: REV-U1 Plant (MVAR)	695.019	384.359	91.410	-169.844	-371.537
CONTINGENCY: CJN U01 Plant (MVAR)	685.411	375.369	82.445	-179.351	-385.579
CONTINGENCY: CJN U02 Plant (MVAR)	684.164	374.169	81.267	-180.616	-387.257
CONTINGENCY: CJN U03 Plant (MVAR)	684.164	374.169	81.267	-180.616	-387.257
CONTINGENCY: MSY-LVG Plant (MVAR)	669.593	360.114	67.472	-195.487	-406.463
CONTINGENCY: GU1 Plant (MVAR)	675.555	368.115	77.496	-183.422	-397.748
CONTINGENCY: GU2 Plant (MVAR)	675.537	368.066	77.418	-183.526	-397.813
CONTINGENCY: GU3 Plant (MVAR)	668.200	362.435	72.926	-186.946	-402.542
CONTINGENCY: GU4 Plant (MVAR)	668.200	362.435	72.926	-186.946	-402.542
CONTINGENCY: GU5 Plant (MVAR)	658.322	362.341	82.652	-168.995	-380.048
CONTINGENCY: GU6 Plant (MVAR)	657.836	362.185	82.803	-168.584	-379.605
CONTINGENCY: GU7 Plant (MVAR)	673.858	366.188	75.252	-185.774	-391.761
CONTINGENCY: GU8 Plant (MVAR)	668.463	361.728	71.299	-189.370	-403.401
CONTINGENCY: GU9 Plant (MVAR)	661.923	382.116	117.910	-118.682	-306.633
CONTINGENCY: GU10 Plant (MVAR)	670.735	360.531	67.573	-195.502	-405.273
CONTINGENCY: GU11 Plant (MVAR)	678.241	379.871	97.232	-154.940	-345.976
CONTINGENCY: GU12 Plant (MVAR)	667.502	360.906	70.566	-190.060	-403.943
CONTINGENCY: GU13 Plant (MVAR)	661.512	359.114	73.808	-181.997	-380.543
CONTINGENCY: GU14 Plant (MVAR)	653.571	355.705	69.005	-187.919	-389.127
CONTINGENCY: GU15 Plant (MVAR)	652.711	351.223	66.600	-188.766	-389.064



CONTINGENCY: GU16	Plant (MVAR)	670.868	363.091	72.138	-188.864	-394.140
CONTINGENCY: GU17	Plant (MVAR)	670.868	363.091	72.138	-188.864	-394.140
CONTINGENCY: GU18	Plant (MVAR)	666.049	368.568	86.252	-166.248	-361.566
CONTINGENCY: GU19	Plant (MVAR)	671.070	361.378	68.641	-194.364	-404.661
CONTINGENCY: GU20	Plant (MVAR)	708.581	410.224	127.243	-123.989	-321.251
CONTINGENCY: GU21	Plant (MVAR)	674.754	371.697	88.457	-166.171	-363.998

**Tabla 5.6.** Principales puntos de la curva QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1108 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda mínima y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu
CONTINGENCY: BASE CASE Plant (MVAR)	523.598	268.687	-12.594	-266.704	-473.688
CONTINGENCY: JEN-C1 Plant (MVAR)	519.525	281.176	11.800	-230.045	-405.474
CONTINGENCY: JEN-C2 Plant (MVAR)	519.858	280.160	10.859	-230.944	-405.122
CONTINGENCY: SJO-C1 Plant (MVAR)	524.703	283.542	12.998	-230.069	-412.070
CONTINGENCY: ESTG1 Plant (MVAR)	542.382	282.826	1.551	-251.895	-453.735
CONTINGENCY: CHANG1 Plant (MVAR)	559.938	297.108	15.897	-236.928	-433.301
CONTINGENCY: 15SE-U1 Plant (MVAR)	543.037	283.711	2.705	-250.351	-450.810
CONTINGENCY: CHX-H1 Plant (MVAR)	510.270	259.270	-17.914	-267.709	-468.952
CONTINGENCY: COBG1 Plant (MVAR)	623.285	354.120	73.637	-175.715	-345.755
CONTINGENCY: COBG2 Plant (MVAR)	623.285	354.120	73.637	-175.715	-345.755
CONTINGENCY: PIR-U1 Plant (MVAR)	546.411	286.018	4.760	-248.546	-449.197
CONTINGENCY: REV-U1 Plant (MVAR)	548.967	288.039	6.790	-246.427	-446.328
CONTINGENCY: CJN U01 Plant (MVAR)	540.658	281.644	0.495	-252.987	-455.616
CONTINGENCY: CJN U02 Plant (MVAR)	540.831	281.891	0.784	-252.622	-454.946
CONTINGENCY: CJN U03 Plant (MVAR)	540.831	281.891	0.784	-252.622	-454.946
CONTINGENCY: MSY-LVG Plant (MVAR)	524.054	268.997	-12.280	-266.381	-473.271
CONTINGENCY: GU1 Plant (MVAR)	532.193	276.967	-3.023	-255.197	-465.068
CONTINGENCY: GU2 Plant (MVAR)	532.172	276.920	-3.090	-255.290	-465.109
CONTINGENCY: GU3 Plant (MVAR)	524.034	270.669	-7.138	-257.843	-466.375
CONTINGENCY: GU4 Plant (MVAR)	524.034	270.669	-7.138	-257.843	-466.375
CONTINGENCY: GU5 Plant (MVAR)	522.747	275.294	4.858	-239.547	-445.459
CONTINGENCY: GU6 Plant (MVAR)	522.412	275.217	5.042	-239.134	-444.915
CONTINGENCY: GU7 Plant (MVAR)	527.593	273.177	-6.614	-259.157	-461.908
CONTINGENCY: GU8 Plant (MVAR)	524.329	270.190	-9.153	-261.555	-470.575



CONTINGENCY: GU9 Plant (MVAR)	531.904	281.292	21.018	-213.437	-404.705
CONTINGENCY: GU10 Plant (MVAR)	532.398	273.801	-8.108	-262.350	-467.104
CONTINGENCY: GU11 Plant (MVAR)	525.300	283.931	13.353	-229.731	-411.639
CONTINGENCY: GU12 Plant (MVAR)	523.445	269.371	-9.888	-262.225	-471.117
CONTINGENCY: GU13 Plant (MVAR)	526.032	273.813	-1.478	-249.847	-445.853
CONTINGENCY: GU14 Plant (MVAR)	512.270	265.263	-9.773	-257.968	-454.638
CONTINGENCY: GU15 Plant (MVAR)	515.195	265.884	-8.703	-256.764	-454.344
CONTINGENCY: GU16 Plant (MVAR)	524.881	272.351	-6.865	-258.713	-459.185
CONTINGENCY: GU17 Plant (MVAR)	524.881	272.351	-6.865	-258.713	-459.185
CONTINGENCY: GU18 Plant (MVAR)	521.693	281.312	10.749	-232.454	-415.443
CONTINGENCY: GU19 Plant (MVAR)	525.986	270.286	-11.116	-265.283	-471.605
CONTINGENCY: GU20 Plant (MVAR)	562.159	301.849	27.408	-219.056	-416.641
CONTINGENCY: GU21 Plant (MVAR)	523.317	274.695	3.323	-242.638	-438.114

**Tabla 5.7.** Principales puntos de la curva QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1109 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda máxima y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu
CONTINGENCY: BASE CASE Plant (MVAR)	639.387	354.931	48.096	-234.374	-440.578
CONTINGENCY: JEN-C1 Plant (MVAR)	628.614	360.476	68.425	-198.525	-375.739
CONTINGENCY: JEN-C2 Plant (MVAR)	626.772	358.106	66.149	-201.001	-377.743
CONTINGENCY: SJO-C1 Plant (MVAR)	630.034	367.099	74.234	-192.147	-381.881
CONTINGENCY: ESTG1 Plant (MVAR)	665.591	375.634	68.565	-212.812	-412.594
CONTINGENCY: ESTG2 Plant (MVAR)	665.591	375.634	68.565	-212.812	-412.594
CONTINGENCY: 15SE-U1 Plant (MVAR)	667.511	377.211	70.358	-210.824	-409.458
CONTINGENCY: CGRA-U1 Plant (MVAR)	662.682	373.463	66.676	-214.704	-414.475
CONTINGENCY: COBG1 Plant (MVAR)	749.087	444.765	138.986	-134.921	-306.345
CONTINGENCY: COBG2 Plant (MVAR)	749.089	444.763	138.986	-134.915	-306.352
CONTINGENCY: PIR-U1 Plant (MVAR)	665.350	375.443	68.375	-213.012	-412.855
CONTINGENCY: REV-U1 Plant (MVAR)	665.190	375.318	68.250	-213.143	-413.028
CONTINGENCY: CJN U01 Plant (MVAR)	656.707	369.041	62.009	-219.610	-421.662
CONTINGENCY: CJN U02 Plant (MVAR)	655.112	367.759	60.729	-220.969	-423.414
CONTINGENCY: CJN U03 Plant (MVAR)	655.112	367.759	60.729	-220.970	-423.413
CONTINGENCY: MSY-LVG Plant (MVAR)	639.804	355.242	48.396	-234.062	-440.185
CONTINGENCY: GU1 Plant (MVAR)	650.314	365.778	60.475	-220.390	-430.197



CONTINGENCY: GU2 Plant (MVAR)	650.269	365.706	60.378	-220.510	-430.262
CONTINGENCY: GU3 Plant (MVAR)	643.213	356.113	53.661	-224.694	-436.852
CONTINGENCY: GU4 Plant (MVAR)	643.213	356.113	53.661	-224.694	-436.852
CONTINGENCY: GU5 Plant (MVAR)	620.437	345.213	71.229	-182.165	-392.930
CONTINGENCY: GU6 Plant (MVAR)	619.747	344.747	71.452	-181.330	-391.958
CONTINGENCY: GU7 Plant (MVAR)	641.075	359.535	58.550	-218.545	-421.804
CONTINGENCY: GU8 Plant (MVAR)	636.938	354.672	54.525	-222.123	-432.289
CONTINGENCY: GU9 Plant (MVAR)	647.623	379.875	89.613	-177.001	-366.285
CONTINGENCY: GU10 Plant (MVAR)	646.770	360.477	53.377	-228.380	-430.782
CONTINGENCY: GU11 Plant (MVAR)	630.669	367.547	74.638	-191.744	-381.415
CONTINGENCY: GU12 Plant (MVAR)	635.769	353.495	53.492	-223.060	-432.947
CONTINGENCY: GU13 Plant (MVAR)	635.958	358.928	60.232	-213.970	-407.382
CONTINGENCY: GU14 Plant (MVAR)	617.911	346.815	49.013	-225.375	-419.298
CONTINGENCY: GU15 Plant (MVAR)	624.567	350.010	52.121	-221.471	-415.793
CONTINGENCY: GU16 Plant (MVAR)	640.173	358.407	53.778	-226.197	-425.909
CONTINGENCY: GU17 Plant (MVAR)	640.173	358.407	53.778	-226.197	-425.909
CONTINGENCY: GU18 Plant (MVAR)	623.759	362.183	69.402	-197.452	-388.642
CONTINGENCY: GU19 Plant (MVAR)	643.473	358.513	53.193	-229.508	-436.061
CONTINGENCY: GU20 Plant (MVAR)	682.836	401.777	100.582	-174.725	-369.014
CONTINGENCY: GU21 Plant (MVAR)	666.979	379.299	77.432	-199.869	-395.342

**Tabla 5.8.** Principales puntos de la curva de QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1109 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda media y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu
CONTINGENCY: BASE CASE Plant (MVAR)	671.748	382.877	85.854	-185.669	-380.293
CONTINGENCY: JEN-C1 Plant (MVAR)	664.887	392.142	111.719	-143.763	-309.298
CONTINGENCY: JEN-C2 Plant (MVAR)	664.493	391.641	111.227	-144.266	-309.719
CONTINGENCY: SJO-C1 Plant (MVAR)	668.365	400.493	119.952	-135.405	-314.145
CONTINGENCY: ESTG1 Plant (MVAR)	696.797	403.838	106.812	-163.381	-350.570
CONTINGENCY: ESTG2 Plant (MVAR)	696.797	403.838	106.812	-163.381	-350.570
CONTINGENCY: 15SE-U1 Plant (MVAR)	699.241	405.988	109.331	-160.671	-346.123
CONTINGENCY: CGRA-U1 Plant (MVAR)	695.512	402.816	106.108	-164.110	-350.629
CONTINGENCY: COBG1 Plant (MVAR)	777.768	471.805	177.185	-87.941	-240.638
CONTINGENCY: COBG2 Plant (MVAR)	777.768	471.805	177.185	-87.939	-240.637



CONTINGENCY: PIR-U1 Plant (MVAR)	696.677	403.736	106.710	-163.490	-350.715
CONTINGENCY: REV-U1 Plant (MVAR)	701.488	407.772	110.769	-159.126	-344.883
CONTINGENCY: CJN U01 Plant (MVAR)	689.296	397.826	100.751	-169.706	-359.664
CONTINGENCY: CJN U02 Plant (MVAR)	687.915	396.656	99.581	-170.958	-361.301
CONTINGENCY: CJN U03 Plant (MVAR)	687.915	396.656	99.581	-170.958	-361.302
CONTINGENCY: MSY-LVG Plant (MVAR)	672.140	383.185	86.148	-185.377	-379.922
CONTINGENCY: GU1 Plant (MVAR)	681.389	392.833	96.654	-173.903	-372.960
CONTINGENCY: GU2 Plant (MVAR)	681.358	392.772	96.579	-173.993	-372.980
CONTINGENCY: GU3 Plant (MVAR)	676.023	384.566	92.420	-174.497	-375.698
CONTINGENCY: GU4 Plant (MVAR)	676.023	384.566	92.420	-174.497	-375.698
CONTINGENCY: GU5 Plant (MVAR)	648.926	371.099	102.245	-144.797	-344.495
CONTINGENCY: GU6 Plant (MVAR)	647.874	370.591	102.343	-144.175	-343.896
CONTINGENCY: GU7 Plant (MVAR)	674.364	388.719	95.112	-173.048	-362.491
CONTINGENCY: GU8 Plant (MVAR)	668.654	382.483	91.131	-175.041	-375.000
CONTINGENCY: GU9 Plant (MVAR)	680.343	408.062	127.529	-128.198	-305.960
CONTINGENCY: GU10 Plant (MVAR)	672.839	383.778	87.135	-183.702	-375.892
CONTINGENCY: GU11 Plant (MVAR)	668.989	400.962	120.382	-135.000	-313.684
CONTINGENCY: GU12 Plant (MVAR)	667.496	381.316	90.084	-175.994	-375.616
CONTINGENCY: GU13 Plant (MVAR)	658.991	378.275	91.412	-170.823	-351.510
CONTINGENCY: GU14 Plant (MVAR)	646.006	375.330	86.200	-177.747	-361.252
CONTINGENCY: GU15 Plant (MVAR)	647.532	369.231	83.147	-178.498	-360.341
CONTINGENCY: GU16 Plant (MVAR)	672.092	386.057	91.625	-177.128	-365.435
CONTINGENCY: GU17 Plant (MVAR)	672.092	386.057	91.625	-177.128	-365.435
CONTINGENCY: GU18 Plant (MVAR)	652.203	387.230	106.747	-148.883	-331.094
CONTINGENCY: GU19 Plant (MVAR)	674.425	384.854	87.690	-183.928	-377.899
CONTINGENCY: GU20 Plant (MVAR)	711.282	426.373	134.825	-129.500	-312.926
CONTINGENCY: GU21 Plant (MVAR)	690.125	400.028	108.550	-158.006	-341.750

**Tabla 5.9.** Principales puntos de la curva QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1109 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda mínima y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER.

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu
CONTINGENCY: BASE CASE Plant (MVAR)	530.107	286.923	-4.238	-270.588	-454.497
CONTINGENCY: JEN-C1 Plant (MVAR)	524.376	296.616	23.667	-224.674	-380.305
CONTINGENCY: JEN-C2 Plant (MVAR)	524.773	295.332	22.491	-225.785	-379.944
CONTINGENCY: SJO-C1 Plant (MVAR)	524.804	300.202	26.455	-222.793	-386.454



CONTINGENCY: ESTG1 Plant (MVAR)	551.519	301.854	10.704	-254.871	-433.853
CONTINGENCY: CHANG1 Plant (MVAR)	573.356	317.115	25.994	-238.809	-412.816
CONTINGENCY: 15SE-U1 Plant (MVAR)	552.727	303.270	12.442	-252.661	-430.233
CONTINGENCY: CHX-H1 Plant (MVAR)	519.753	281.034	-7.064	-270.529	-450.141
CONTINGENCY: COBG1 Plant (MVAR)	658.069	378.586	88.079	-173.139	-323.758
CONTINGENCY: COBG2 Plant (MVAR)	658.069	378.587	88.079	-173.138	-323.758
CONTINGENCY: PIR-U1 Plant (MVAR)	556.400	305.264	14.115	-251.300	-429.157
CONTINGENCY: REV-U1 Plant (MVAR)	559.485	307.421	16.277	-249.027	-426.187
CONTINGENCY: CJN U01 Plant (MVAR)	548.524	299.987	8.988	-256.643	-436.363
CONTINGENCY: CJN U02 Plant (MVAR)	548.985	300.390	9.420	-256.138	-435.571
CONTINGENCY: CJN U03 Plant (MVAR)	548.985	300.390	9.420	-256.138	-435.571
CONTINGENCY: MSY-LVG Plant (MVAR)	530.605	287.242	-3.908	-270.249	-454.070
CONTINGENCY: GU1 Plant (MVAR)	540.172	296.606	5.744	-259.547	-447.077
CONTINGENCY: GU2 Plant (MVAR)	540.155	296.555	5.682	-259.626	-447.097
CONTINGENCY: GU3 Plant (MVAR)	535.294	288.109	2.384	-258.833	-449.658
CONTINGENCY: GU4 Plant (MVAR)	535.294	288.109	2.384	-258.833	-449.658
CONTINGENCY: GU5 Plant (MVAR)	530.695	286.056	19.212	-225.204	-418.805
CONTINGENCY: GU6 Plant (MVAR)	530.180	285.750	19.445	-224.491	-418.201
CONTINGENCY: GU7 Plant (MVAR)	532.508	291.159	3.121	-260.232	-439.453
CONTINGENCY: GU8 Plant (MVAR)	531.206	286.880	0.830	-261.146	-449.838
CONTINGENCY: GU9 Plant (MVAR)	541.554	300.841	22.081	-232.517	-404.702
CONTINGENCY: GU10 Plant (MVAR)	540.071	292.764	1.519	-264.481	-445.076
CONTINGENCY: GU11 Plant (MVAR)	525.483	300.699	26.902	-222.377	-385.984
CONTINGENCY: GU12 Plant (MVAR)	530.208	285.682	-0.220	-262.078	-450.459
CONTINGENCY: GU13 Plant (MVAR)	530.594	290.747	7.130	-251.540	-423.090
CONTINGENCY: GU14 Plant (MVAR)	514.667	279.759	-2.466	-261.126	-432.467
CONTINGENCY: GU15 Plant (MVAR)	517.608	281.506	-1.203	-259.425	-432.052
CONTINGENCY: GU16 Plant (MVAR)	529.352	290.650	2.579	-260.523	-436.893
CONTINGENCY: GU17 Plant (MVAR)	529.352	290.650	2.579	-260.523	-436.893
CONTINGENCY: GU18 Plant (MVAR)	521.601	297.496	23.720	-225.697	-390.227
CONTINGENCY: GU19 Plant (MVAR)	533.204	288.989	-2.360	-268.817	-452.134
CONTINGENCY: GU20 Plant (MVAR)	565.660	315.109	28.178	-233.565	-409.442
CONTINGENCY: GU21 Plant (MVAR)	540.542	298.708	12.992	-248.482	-423.525



**Tabla 5.10.** Principales puntos de la curva QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1110 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda máxima y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu
CONTINGENCY: BASE CASE Plant (MVAR)	362.998	157.767	-28.100	-193.498	-336.254
CONTINGENCY: JEN-C1 Plant (MVAR)	378.230	176.871	-4.974	-165.656	-301.900
CONTINGENCY: JEN-C2 Plant (MVAR)	375.269	173.496	-8.805	-170.059	-307.053
CONTINGENCY: SJO-C1 Plant (MVAR)	380.993	180.098	-1.605	-162.082	-297.593
CONTINGENCY: ESTG1 Plant (MVAR)	374.022	170.522	-13.704	-176.866	-316.488
CONTINGENCY: ESTG2 Plant (MVAR)	374.022	170.522	-13.704	-176.867	-316.488
CONTINGENCY: 15SE-U1 Plant (MVAR)	375.397	172.103	-11.929	-174.848	-314.099
CONTINGENCY: CGRA-U1 Plant (MVAR)	373.271	169.695	-14.595	-177.878	-317.642
CONTINGENCY: COBG1 Plant (MVAR)	424.109	226.480	48.242	-107.698	-236.386
CONTINGENCY: COBG2 Plant (MVAR)	424.107	226.476	48.243	-107.691	-236.388
CONTINGENCY: PIR-U1 Plant (MVAR)	373.888	170.369	-13.876	-177.064	-316.720
CONTINGENCY: REV-U1 Plant (MVAR)	373.811	170.280	-13.975	-177.176	-316.851
CONTINGENCY: CJN U01 Plant (MVAR)	369.910	165.812	-18.983	-182.893	-323.583
CONTINGENCY: CJN U02 Plant (MVAR)	369.183	164.975	-19.927	-183.978	-324.866
CONTINGENCY: CJN U03 Plant (MVAR)	369.183	164.975	-19.927	-183.978	-324.866
CONTINGENCY: MSY-LVG Plant (MVAR)	363.112	157.901	-27.951	-193.326	-336.046
CONTINGENCY: GU1 Plant (MVAR)	364.698	159.631	-26.200	-191.476	-333.913
CONTINGENCY: GU2 Plant (MVAR)	364.691	159.623	-26.209	-191.487	-333.927
CONTINGENCY: GU3 Plant (MVAR)	364.186	159.434	-26.089	-191.114	-333.170
CONTINGENCY: GU4 Plant (MVAR)	364.186	159.434	-26.089	-191.114	-333.170
CONTINGENCY: GU5 Plant (MVAR)	362.511	157.583	-27.900	-192.840	-335.108
CONTINGENCY: GU6 Plant (MVAR)	362.398	157.483	-27.979	-192.901	-335.155
CONTINGENCY: GU7 Plant (MVAR)	337.276	143.927	-31.444	-187.315	-320.752
CONTINGENCY: GU8 Plant (MVAR)	364.365	159.606	-25.866	-190.804	-333.187
CONTINGENCY: GU9 Plant (MVAR)	373.647	169.153	-16.506	-181.376	-322.640
CONTINGENCY: GU10 Plant (MVAR)	299.863	126.503	-30.484	-170.698	-292.931
CONTINGENCY: GU11 Plant (MVAR)	381.133	180.246	-1.464	-161.945	-297.443
CONTINGENCY: GU12 Plant (MVAR)	364.011	159.277	-26.171	-191.095	-333.474
CONTINGENCY: GU13 Plant (MVAR)	365.767	161.184	-24.247	-189.077	-330.833
CONTINGENCY: GU14 Plant (MVAR)	362.697	157.954	-27.383	-192.226	-334.263
CONTINGENCY: GU15 Plant (MVAR)	363.828	159.161	-26.158	-190.922	-332.816



CONTINGENCY: GU16	Plant (MVAR)	325.760	152.066	-4.718	-143.414	-261.747
CONTINGENCY: GU17	Plant (MVAR)	325.760	152.066	-4.718	-143.414	-261.747
CONTINGENCY: GU18	Plant (MVAR)	378.437	177.257	-4.596	-165.303	-301.304
CONTINGENCY: GU19	Plant (MVAR)	362.801	158.441	-28.326	-193.332	-335.840
CONTINGENCY: GU20	Plant (MVAR)	376.129	171.716	-14.014	-178.921	-320.040
CONTINGENCY: GU21	Plant (MVAR)	370.988	166.694	-18.713	-183.364	-324.544

**Tabla 5.11.** Principales puntos de la curva de QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1110 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda media y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu
CONTINGENCY: BASE CASE Plant (MVAR)	361.387	159.377	-25.463	-191.223	-335.552
CONTINGENCY: JEN-C1 Plant (MVAR)	381.258	183.497	3.224	-157.151	-294.537
CONTINGENCY: JEN-C2 Plant (MVAR)	380.640	182.810	2.452	-158.028	-295.510
CONTINGENCY: SJO-C1 Plant (MVAR)	385.463	187.931	7.907	-152.085	-289.979
CONTINGENCY: ESTG1 Plant (MVAR)	374.102	173.468	-9.664	-173.123	-314.710
CONTINGENCY: ESTG2 Plant (MVAR)	374.102	173.468	-9.664	-173.123	-314.710
CONTINGENCY: 15SE-U1 Plant (MVAR)	376.172	175.768	-7.089	-170.225	-311.402
CONTINGENCY: CGRA-U1 Plant (MVAR)	373.979	173.364	-9.763	-173.250	-314.839
CONTINGENCY: COBG1 Plant (MVAR)	426.732	230.661	53.412	-102.811	-233.332
CONTINGENCY: COBG2 Plant (MVAR)	426.732	230.661	53.411	-102.810	-233.333
CONTINGENCY: PIR-U1 Plant (MVAR)	374.021	173.377	-9.765	-173.239	-314.843
CONTINGENCY: REV-U1 Plant (MVAR)	376.771	176.395	-6.405	-169.437	-310.531
CONTINGENCY: CJN U01 Plant (MVAR)	369.797	168.716	-14.967	-179.144	-321.598
CONTINGENCY: CJN U02 Plant (MVAR)	369.054	167.893	-15.886	-180.198	-322.803
CONTINGENCY: CJN U03 Plant (MVAR)	369.054	167.893	-15.886	-180.198	-322.803
CONTINGENCY: MSY-LVG Plant (MVAR)	361.512	159.510	-25.319	-191.060	-335.365
CONTINGENCY: GU1 Plant (MVAR)	362.765	160.850	-23.887	-189.458	-333.624
CONTINGENCY: GU2 Plant (MVAR)	362.766	160.849	-23.890	-189.464	-333.632
CONTINGENCY: GU3 Plant (MVAR)	363.214	161.670	-22.752	-187.987	-331.848
CONTINGENCY: GU4 Plant (MVAR)	363.214	161.670	-22.752	-187.987	-331.848
CONTINGENCY: GU5 Plant (MVAR)	360.437	159.007	-25.273	-190.414	-334.238
CONTINGENCY: GU6 Plant (MVAR)	360.299	158.896	-25.359	-190.477	-334.279
CONTINGENCY: GU7 Plant (MVAR)	333.523	144.168	-28.995	-184.158	-319.245
CONTINGENCY: GU8 Plant (MVAR)	362.696	161.081	-23.415	-188.685	-332.580



CONTINGENCY: GU9 Plant (MVAR)	373.698	171.814	-12.740	-177.699	-321.386
CONTINGENCY: GU10 Plant (MVAR)	289.777	121.272	-31.836	-168.967	-289.333
CONTINGENCY: GU11 Plant (MVAR)	385.639	188.097	8.065	-151.930	-289.829
CONTINGENCY: GU12 Plant (MVAR)	362.329	160.743	-23.728	-188.992	-332.873
CONTINGENCY: GU13 Plant (MVAR)	362.686	161.351	-22.851	-187.969	-331.603
CONTINGENCY: GU14 Plant (MVAR)	361.170	159.749	-24.534	-189.649	-333.332
CONTINGENCY: GU15 Plant (MVAR)	360.325	159.137	-24.935	-190.028	-333.589
CONTINGENCY: GU16 Plant (MVAR)	324.235	153.744	-2.043	-141.154	-261.142
CONTINGENCY: GU17 Plant (MVAR)	324.235	153.744	-2.043	-141.154	-261.142
CONTINGENCY: GU18 Plant (MVAR)	378.740	181.120	0.905	-159.488	-297.814
CONTINGENCY: GU19 Plant (MVAR)	359.789	158.617	-25.454	-190.492	-334.192
CONTINGENCY: GU20 Plant (MVAR)	375.785	173.753	-10.885	-175.950	-319.667
CONTINGENCY: GU21 Plant (MVAR)	368.836	167.232	-17.117	-182.136	-325.699

**Tabla 5.12.** Principales puntos de la curva QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1110 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda mínima y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu
CONTINGENCY: BASE CASE Plant (MVAR)	314.350	142.307	-33.091	-190.033	-319.452
CONTINGENCY: JEN-C1 Plant (MVAR)	333.619	166.586	-3.511	-154.484	-277.516
CONTINGENCY: JEN-C2 Plant (MVAR)	333.487	166.570	-3.436	-154.308	-277.220
CONTINGENCY: SJO-C1 Plant (MVAR)	335.581	168.723	-1.140	-151.857	-274.648
CONTINGENCY: ESTG1 Plant (MVAR)	323.138	151.930	-22.262	-177.683	-305.383
CONTINGENCY: CHANG1 Plant (MVAR)	333.328	162.906	-10.070	-163.984	-289.970
CONTINGENCY: 15SE-U1 Plant (MVAR)	324.241	153.166	-20.859	-176.074	-303.545
CONTINGENCY: CHX-H1 Plant (MVAR)	316.436	146.047	-27.743	-182.922	-310.346
CONTINGENCY: COBG1 Plant (MVAR)	379.958	212.910	44.600	-103.248	-221.761
CONTINGENCY: COBG2 Plant (MVAR)	379.958	212.911	44.600	-103.248	-221.761
CONTINGENCY: PIR-U1 Plant (MVAR)	325.324	154.293	-19.624	-174.707	-302.023
CONTINGENCY: REV-U1 Plant (MVAR)	326.736	155.817	-17.928	-172.798	-299.871
CONTINGENCY: CJN U01 Plant (MVAR)	322.032	150.738	-23.579	-179.166	-307.057
CONTINGENCY: CJN U02 Plant (MVAR)	322.539	151.325	-22.897	-178.366	-306.123
CONTINGENCY: CJN U03 Plant (MVAR)	322.539	151.325	-22.897	-178.366	-306.123
CONTINGENCY: MSY-LVG Plant (MVAR)	314.498	142.464	-32.919	-189.839	-319.236
CONTINGENCY: GU1 Plant (MVAR)	315.981	143.979	-31.276	-188.031	-317.305



CONTINGENCY: GU2	Plant (MVAR)	315.982	143.977	-31.281	-188.038	-317.316
CONTINGENCY: GU3	Plant (MVAR)	315.585	144.124	-30.734	-187.118	-316.045
CONTINGENCY: GU4	Plant (MVAR)	315.585	144.124	-30.734	-187.118	-316.045
CONTINGENCY: GU5	Plant (MVAR)	313.813	142.257	-32.556	-188.921	-317.835
CONTINGENCY: GU6	Plant (MVAR)	313.675	142.150	-32.636	-188.978	-317.869
CONTINGENCY: GU7	Plant (MVAR)	292.271	131.780	-32.426	-179.282	-299.874
CONTINGENCY: GU8	Plant (MVAR)	315.154	143.507	-31.535	-188.084	-317.157
CONTINGENCY: GU9	Plant (MVAR)	320.525	148.180	-27.165	-183.950	-313.286
CONTINGENCY: GU10	Plant (MVAR)	276.628	121.445	-27.145	-160.389	-273.648
CONTINGENCY: GU11	Plant (MVAR)	335.777	168.899	-0.973	-151.696	-274.495
CONTINGENCY: GU12	Plant (MVAR)	314.748	143.150	-31.866	-188.401	-317.453
CONTINGENCY: GU13	Plant (MVAR)	317.044	145.467	-29.389	-185.761	-314.679
CONTINGENCY: GU14	Plant (MVAR)	313.748	142.480	-32.257	-188.539	-317.333
CONTINGENCY: GU15	Plant (MVAR)	314.402	143.103	-31.619	-187.903	-316.708
CONTINGENCY: GU16	Plant (MVAR)	277.220	136.716	-9.658	-140.008	-245.195
CONTINGENCY: GU17	Plant (MVAR)	277.220	136.716	-9.658	-140.008	-245.195
CONTINGENCY: GU18	Plant (MVAR)	333.412	166.419	-3.658	-154.644	-277.738
CONTINGENCY: GU19	Plant (MVAR)	313.092	141.805	-32.859	-189.123	-317.950
CONTINGENCY: GU20	Plant (MVAR)	323.175	150.632	-24.791	-181.611	-310.968
CONTINGENCY: GU21	Plant (MVAR)	319.359	147.531	-27.455	-183.904	-312.854

**Tabla 5.13.** Principales puntos de la curva QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1128 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda máxima y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu	
CONTINGENCY: BASE CASE	Plant (MVAR)	511.608	216.304	-52.468	-294.567	-509.635
CONTINGENCY: JEN-C1	Plant (MVAR)	543.440	250.224	-16.157	-255.422	-467.368
CONTINGENCY: JEN-C2	Plant (MVAR)	538.101	244.571	-22.179	-261.895	-474.345
CONTINGENCY: SJO-C1	Plant (MVAR)	545.306	252.103	-14.234	-253.421	-465.319
CONTINGENCY: ESTG1	Plant (MVAR)	532.303	238.065	-29.418	-269.934	-483.220
CONTINGENCY: ESTG2	Plant (MVAR)	532.303	238.065	-29.418	-269.934	-483.220
CONTINGENCY: 15SE-U1	Plant (MVAR)	534.660	240.550	-26.782	-267.116	-480.196
CONTINGENCY: CGRA-U1	Plant (MVAR)	531.217	236.932	-30.613	-271.221	-484.592
CONTINGENCY: COBG1	Plant (MVAR)	603.899	313.884	51.435	-183.023	-389.035
CONTINGENCY: COBG2	Plant (MVAR)	603.897	313.881	51.442	-183.035	-389.038



CONTINGENCY: PIR-U1 Plant (MVAR)	532.066	237.815	-29.684	-270.219	-483.525
CONTINGENCY: REV-U1 Plant (MVAR)	531.936	237.677	-29.829	-270.375	-483.692
CONTINGENCY: CJN U01 Plant (MVAR)	525.119	230.503	-37.436	-278.508	-492.417
CONTINGENCY: CJN U02 Plant (MVAR)	523.797	229.112	-38.910	-280.086	-494.108
CONTINGENCY: CJN U03 Plant (MVAR)	523.797	229.112	-38.910	-280.086	-494.109
CONTINGENCY: MSY-LVG Plant (MVAR)	511.831	216.537	-52.223	-294.306	-509.356
CONTINGENCY: GU1 Plant (MVAR)	512.881	217.574	-51.174	-293.233	-508.257
CONTINGENCY: GU2 Plant (MVAR)	512.873	217.565	-51.183	-293.243	-508.268
CONTINGENCY: GU3 Plant (MVAR)	512.563	217.323	-51.372	-293.388	-508.378
CONTINGENCY: GU4 Plant (MVAR)	512.563	217.323	-51.372	-293.388	-508.378
CONTINGENCY: GU5 Plant (MVAR)	511.736	216.527	-52.137	-294.125	-509.068
CONTINGENCY: GU6 Plant (MVAR)	511.691	216.488	-52.170	-294.153	-509.090
CONTINGENCY: GU7 Plant (MVAR)	504.587	212.018	-54.166	-293.868	-506.750
CONTINGENCY: GU8 Plant (MVAR)	512.573	217.333	-51.351	-293.352	-508.333
CONTINGENCY: GU9 Plant (MVAR)	518.871	223.562	-45.101	-286.970	-501.881
CONTINGENCY: GU10 Plant (MVAR)	494.429	207.429	-53.663	-288.671	-497.578
CONTINGENCY: GU11 Plant (MVAR)	545.388	252.183	-14.157	-253.344	-465.244
CONTINGENCY: GU12 Plant (MVAR)	512.409	217.180	-51.498	-293.495	-508.470
CONTINGENCY: GU13 Plant (MVAR)	514.114	218.907	-49.730	-291.655	-506.557
CONTINGENCY: GU14 Plant (MVAR)	512.240	217.091	-51.529	-293.471	-508.365
CONTINGENCY: GU15 Plant (MVAR)	513.079	217.932	-50.674	-292.577	-507.447
CONTINGENCY: GU16 Plant (MVAR)	491.180	217.643	-31.156	-255.155	-454.145
CONTINGENCY: GU17 Plant (MVAR)	491.180	217.643	-31.156	-255.155	-454.145
CONTINGENCY: GU18 Plant (MVAR)	542.368	249.058	-17.420	-256.795	-468.889
CONTINGENCY: GU19 Plant (MVAR)	512.047	216.338	-52.485	-294.483	-509.454
CONTINGENCY: GU20 Plant (MVAR)	521.099	225.826	-42.808	-284.602	-499.442
CONTINGENCY: GU21 Plant (MVAR)	519.449	224.347	-44.121	-285.801	-500.449

**Tabla 5.14.** Principales puntos de la curva de QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1128 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda media y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER.

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu
CONTINGENCY: BASE CASE Plant (MVAR)	512.528	217.441	-51.147	-293.176	-508.558
CONTINGENCY: JEN-C1 Plant (MVAR)	548.291	255.510	-10.507	-249.568	-461.518
CONTINGENCY: JEN-C2 Plant (MVAR)	547.289	254.449	-11.635	-250.778	-462.819



CONTINGENCY: SJO-C1 Plant (MVAR)	550.928	258.184	-7.745	-246.663	-458.523
CONTINGENCY: ESTG1 Plant (MVAR)	533.924	239.948	-27.381	-267.897	-481.457
CONTINGENCY: ESTG2 Plant (MVAR)	533.924	239.948	-27.381	-267.897	-481.457
CONTINGENCY: 15SE-U1 Plant (MVAR)	537.166	243.360	-23.760	-264.044	-477.327
CONTINGENCY: CGRA-U1 Plant (MVAR)	533.823	239.842	-27.486	-268.010	-481.585
CONTINGENCY: COBG1 Plant (MVAR)	604.636	314.722	52.287	-182.543	-389.257
CONTINGENCY: COBG2 Plant (MVAR)	604.637	314.723	52.286	-182.542	-389.257
CONTINGENCY: PIR-U1 Plant (MVAR)	533.790	239.805	-27.532	-268.058	-481.630
CONTINGENCY: REV-U1 Plant (MVAR)	537.947	244.180	-22.892	-263.114	-476.322
CONTINGENCY: CJN U01 Plant (MVAR)	527.041	232.699	-35.048	-276.065	-490.219
CONTINGENCY: CJN U02 Plant (MVAR)	525.824	231.419	-36.400	-277.506	-491.766
CONTINGENCY: CJN U03 Plant (MVAR)	525.824	231.419	-36.401	-277.506	-491.766
CONTINGENCY: MSY-LVG Plant (MVAR)	512.722	217.643	-50.936	-292.954	-508.322
CONTINGENCY: GU1 Plant (MVAR)	513.560	218.502	-50.062	-292.049	-507.365
CONTINGENCY: GU2 Plant (MVAR)	513.556	218.497	-50.068	-292.056	-507.373
CONTINGENCY: GU3 Plant (MVAR)	513.822	218.828	-49.687	-291.626	-506.884
CONTINGENCY: GU4 Plant (MVAR)	513.822	218.828	-49.687	-291.626	-506.884
CONTINGENCY: GU5 Plant (MVAR)	512.519	217.578	-50.871	-292.770	-507.977
CONTINGENCY: GU6 Plant (MVAR)	512.468	217.534	-50.908	-292.800	-508.001
CONTINGENCY: GU7 Plant (MVAR)	504.717	212.762	-52.940	-292.292	-505.231
CONTINGENCY: GU8 Plant (MVAR)	513.420	218.409	-50.126	-292.080	-507.346
CONTINGENCY: GU9 Plant (MVAR)	520.212	225.151	-43.369	-285.207	-500.348
CONTINGENCY: GU10 Plant (MVAR)	490.555	204.820	-55.141	-289.236	-497.340
CONTINGENCY: GU11 Plant (MVAR)	551.020	258.272	-7.658	-246.576	-458.439
CONTINGENCY: GU12 Plant (MVAR)	513.249	218.247	-50.278	-292.226	-507.491
CONTINGENCY: GU13 Plant (MVAR)	514.035	219.115	-49.320	-291.186	-506.405
CONTINGENCY: GU14 Plant (MVAR)	513.351	218.431	-49.993	-291.851	-507.018
CONTINGENCY: GU15 Plant (MVAR)	512.901	218.028	-50.350	-292.177	-507.368
CONTINGENCY: GU16 Plant (MVAR)	492.058	218.605	-30.156	-254.141	-453.283
CONTINGENCY: GU17 Plant (MVAR)	492.058	218.605	-30.156	-254.141	-453.283
CONTINGENCY: GU18 Plant (MVAR)	545.119	252.251	-13.889	-253.116	-465.249
CONTINGENCY: GU19 Plant (MVAR)	512.156	217.264	-51.148	-293.010	-508.233
CONTINGENCY: GU20 Plant (MVAR)	522.043	227.001	-41.483	-283.280	-498.362
CONTINGENCY: GU21 Plant (MVAR)	519.287	224.415	-43.935	-285.652	-500.626

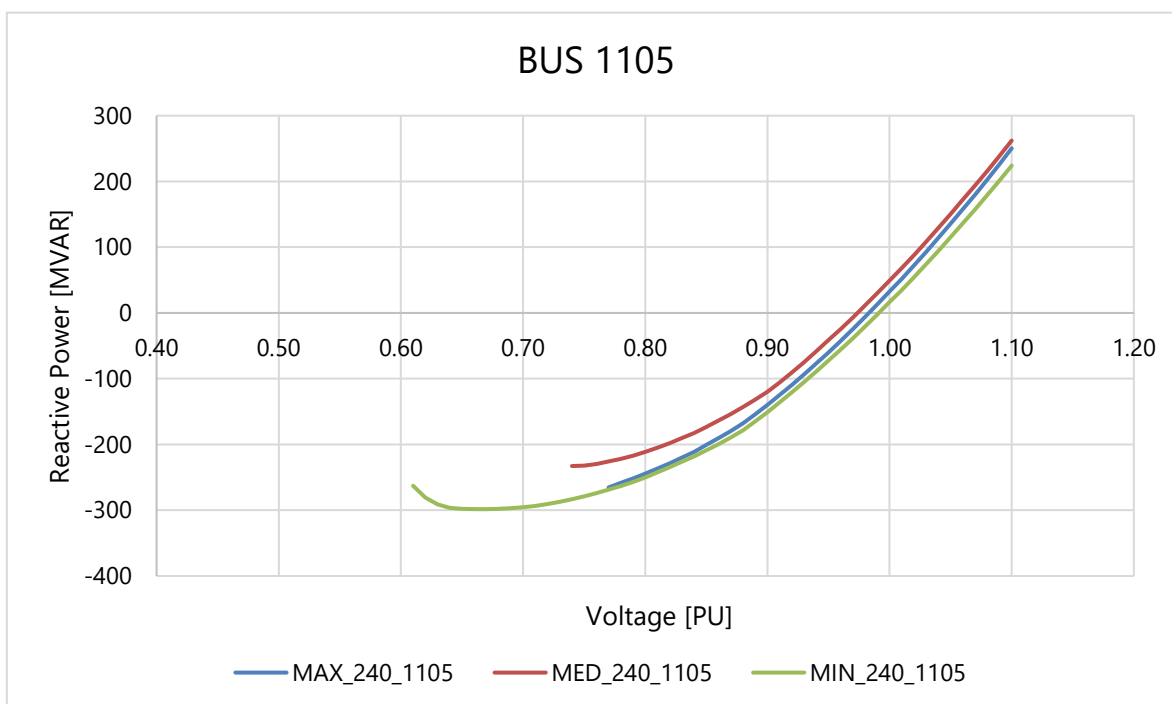


**Tabla 5.15.** Principales puntos de la curva QV a partir del análisis de estabilidad de voltaje en el bus 1128 para la transferencia México-Guatemala 240 MW para septiembre de 2021, en condiciones de demanda mínima y con nivel máximo de transferencia norte-sur entre los países que integran el MER

Contingencia	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1.05 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 1 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.95 pu	Potencia Reactiva (Mvr) a Voltaje de 0.9 pu
CONTINGENCY: BASE CASE Plant (MVAR)	503.374	211.247	-55.149	-295.180	-508.596
CONTINGENCY: JEN-C1 Plant (MVAR)	541.393	251.761	-11.636	-248.342	-457.366
CONTINGENCY: JEN-C2 Plant (MVAR)	541.874	252.304	-11.027	-247.658	-456.598
CONTINGENCY: SJO-C1 Plant (MVAR)	542.796	253.207	-10.127	-246.761	-455.644
CONTINGENCY: ESTG1 Plant (MVAR)	518.289	226.780	-38.718	-277.730	-489.759
CONTINGENCY: CHANG1 Plant (MVAR)	533.472	242.695	-21.883	-259.836	-470.374
CONTINGENCY: 15SE-U1 Plant (MVAR)	520.093	228.670	-36.716	-275.598	-487.447
CONTINGENCY: CHX-H1 Plant (MVAR)	514.174	222.988	-42.446	-281.404	-493.523
CONTINGENCY: COBG1 Plant (MVAR)	594.942	307.304	46.750	-186.271	-389.719
CONTINGENCY: COBG2 Plant (MVAR)	594.942	307.305	46.750	-186.270	-389.719
CONTINGENCY: PIR-U1 Plant (MVAR)	521.680	230.319	-34.973	-273.752	-485.455
CONTINGENCY: REV-U1 Plant (MVAR)	523.828	232.563	-32.601	-271.231	-482.727
CONTINGENCY: CJN U01 Plant (MVAR)	516.572	224.995	-40.600	-279.728	-491.918
CONTINGENCY: CJN U02 Plant (MVAR)	517.595	226.074	-39.451	-278.499	-490.583
CONTINGENCY: CJN U03 Plant (MVAR)	517.595	226.074	-39.451	-278.499	-490.583
CONTINGENCY: MSY-LVG Plant (MVAR)	503.601	211.481	-54.903	-294.921	-508.317
CONTINGENCY: GU1 Plant (MVAR)	504.524	212.372	-53.984	-293.976	-507.306
CONTINGENCY: GU2 Plant (MVAR)	504.520	212.367	-53.990	-293.983	-507.314
CONTINGENCY: GU3 Plant (MVAR)	504.487	212.428	-53.837	-293.753	-506.992
CONTINGENCY: GU4 Plant (MVAR)	504.487	212.428	-53.837	-293.753	-506.992
CONTINGENCY: GU5 Plant (MVAR)	503.432	211.467	-54.785	-294.674	-507.927
CONTINGENCY: GU6 Plant (MVAR)	503.374	211.422	-54.823	-294.704	-507.953
CONTINGENCY: GU7 Plant (MVAR)	496.799	208.311	-55.125	-292.455	-503.220
CONTINGENCY: GU8 Plant (MVAR)	504.048	211.956	-54.355	-294.316	-507.609
CONTINGENCY: GU9 Plant (MVAR)	507.039	214.685	-51.707	-291.746	-505.018
CONTINGENCY: GU10 Plant (MVAR)	489.410	205.951	-52.694	-285.607	-492.564
CONTINGENCY: GU11 Plant (MVAR)	542.896	253.303	-10.035	-246.671	-455.554
CONTINGENCY: GU12 Plant (MVAR)	503.849	211.782	-54.521	-294.473	-507.766
CONTINGENCY: GU13 Plant (MVAR)	505.727	213.638	-52.598	-292.488	-505.666
CONTINGENCY: GU14 Plant (MVAR)	504.045	212.134	-54.063	-293.889	-507.076
CONTINGENCY: GU15 Plant (MVAR)	504.395	212.456	-53.733	-293.568	-506.746
CONTINGENCY: GU16 Plant (MVAR)	487.427	215.045	-32.695	-255.754	-454.063

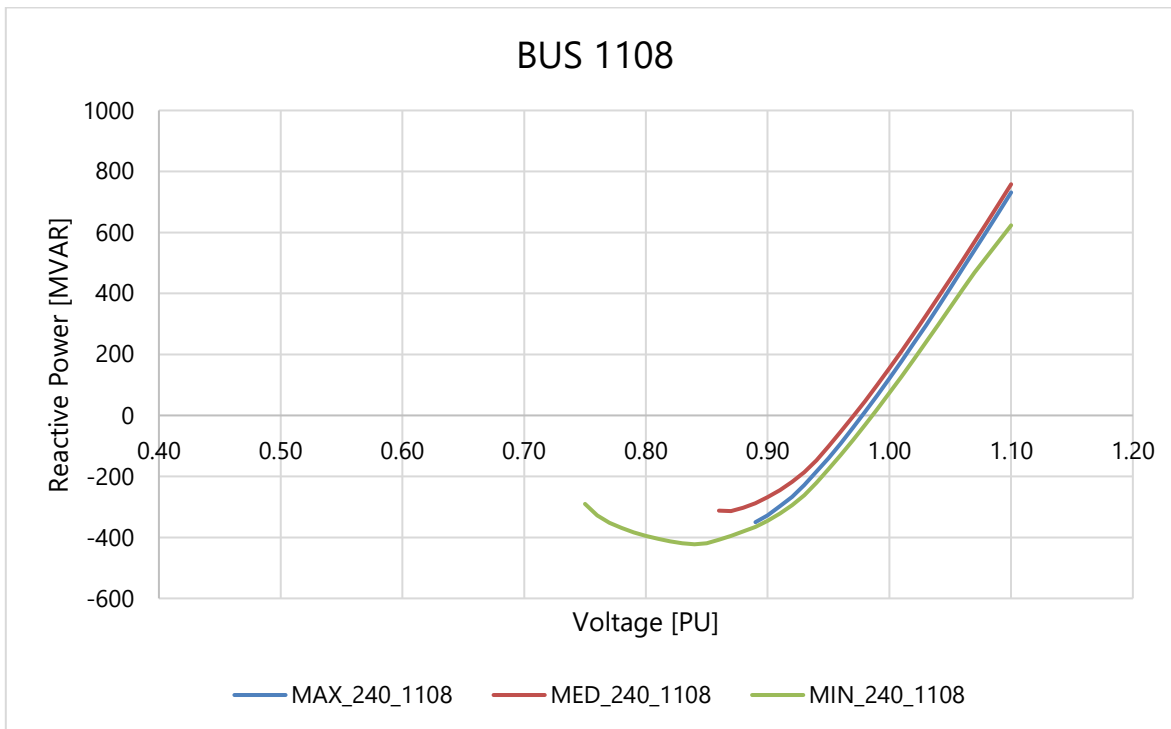


CONTINGENCY: GU17	Plant (MVAR)	487.427	215.045	-32.695	-255.754	-454.063
CONTINGENCY: GU18	Plant (MVAR)	539.982	250.260	-13.242	-250.075	-459.239
CONTINGENCY: GU19	Plant (MVAR)	503.071	211.154	-55.057	-294.920	-508.165
CONTINGENCY: GU20	Plant (MVAR)	508.977	216.606	-49.783	-289.807	-502.995
CONTINGENCY: GU21	Plant (MVAR)	507.870	215.737	-50.476	-290.324	-503.398

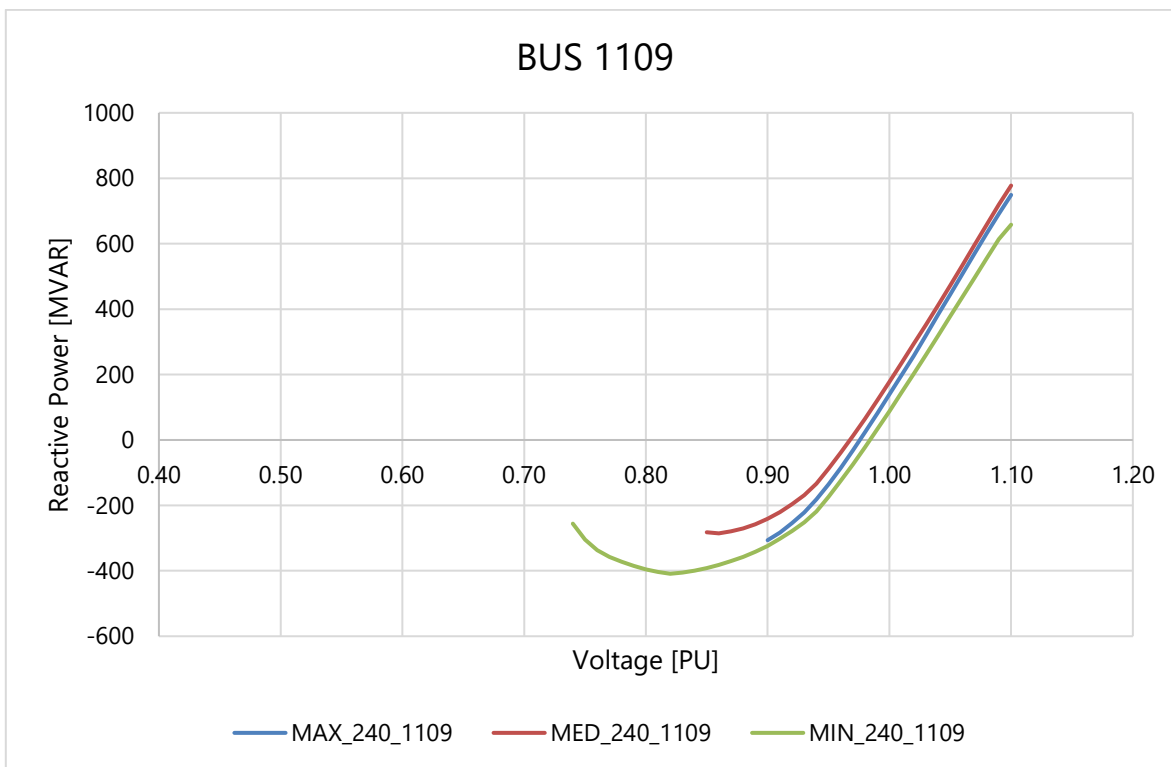


**Figura 5-1.** Curva de estabilidad de voltaje: Bus 1105

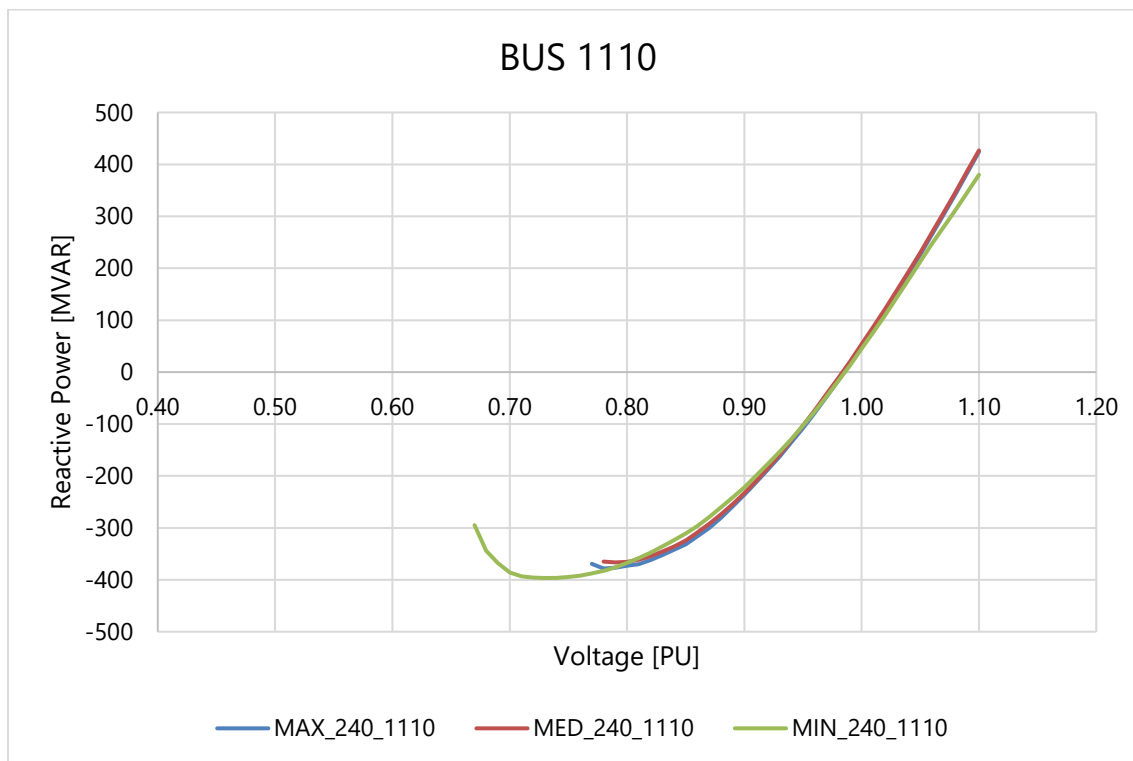




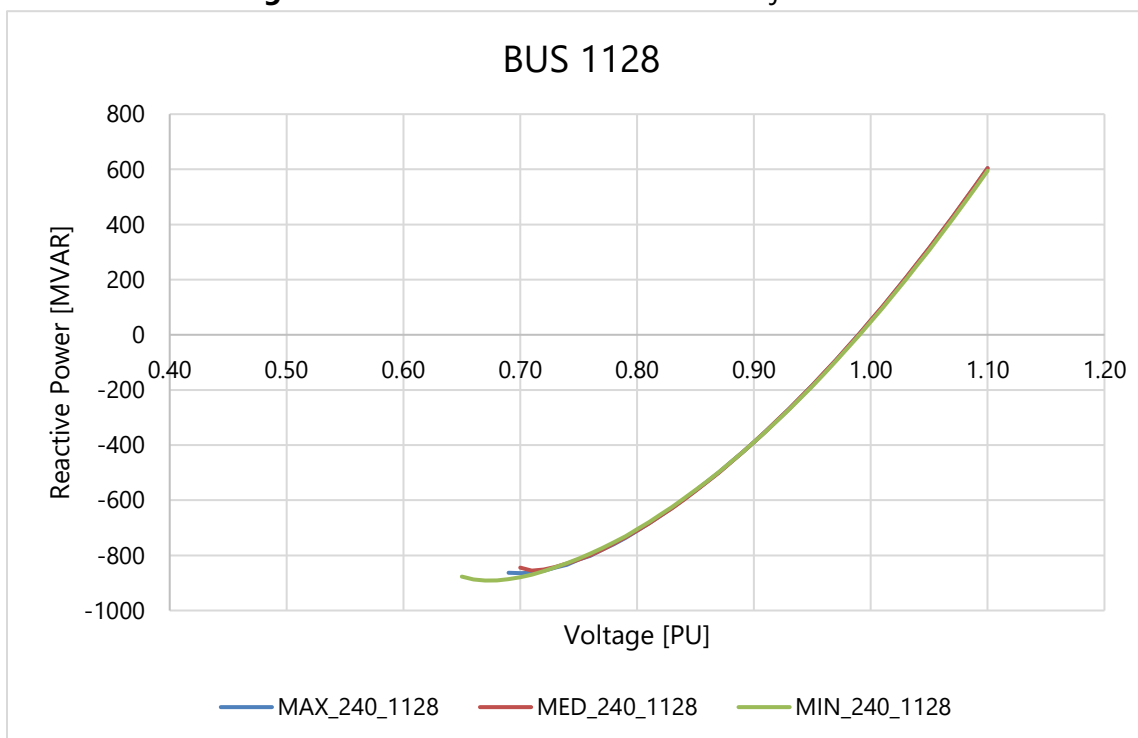
**Figura 5-2.** Curva de estabilidad de voltaje: Bus 1108



**Figura 5-3.** Curva de estabilidad de voltaje: Bus 1109



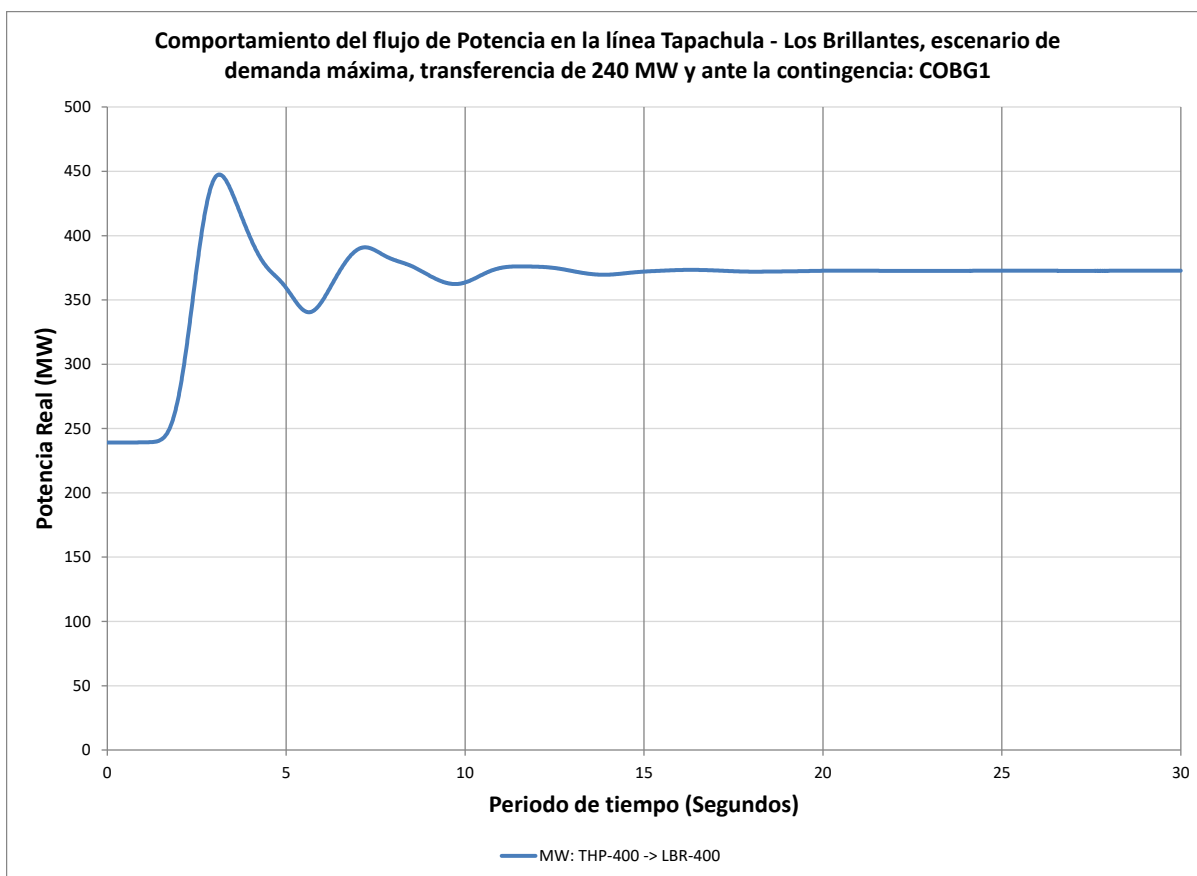
**Figura 5-4.** Curva de estabilidad de voltaje: Bus 1110



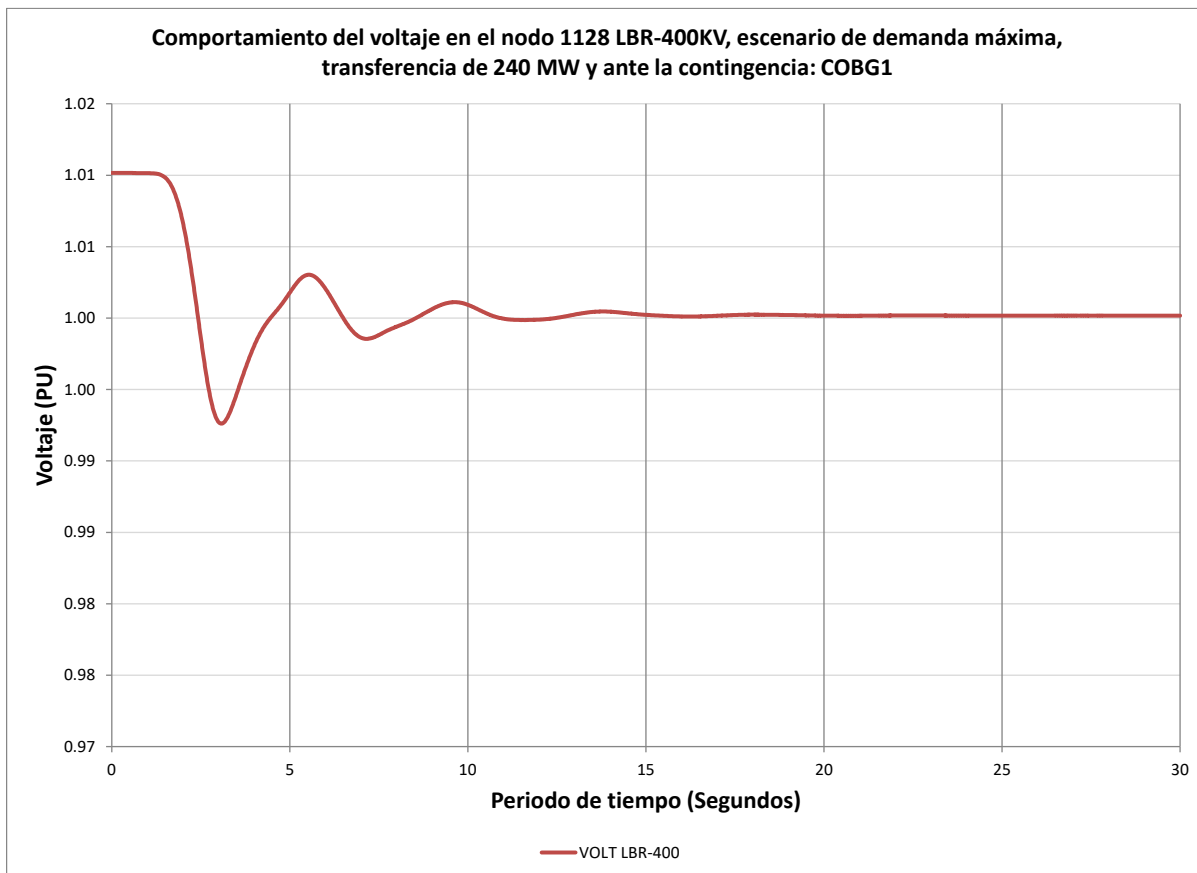
**Figura 5-5.** Curva de estabilidad de voltaje: Bus 1128

## A-2 Resultados del análisis de Estabilidad Transitoria

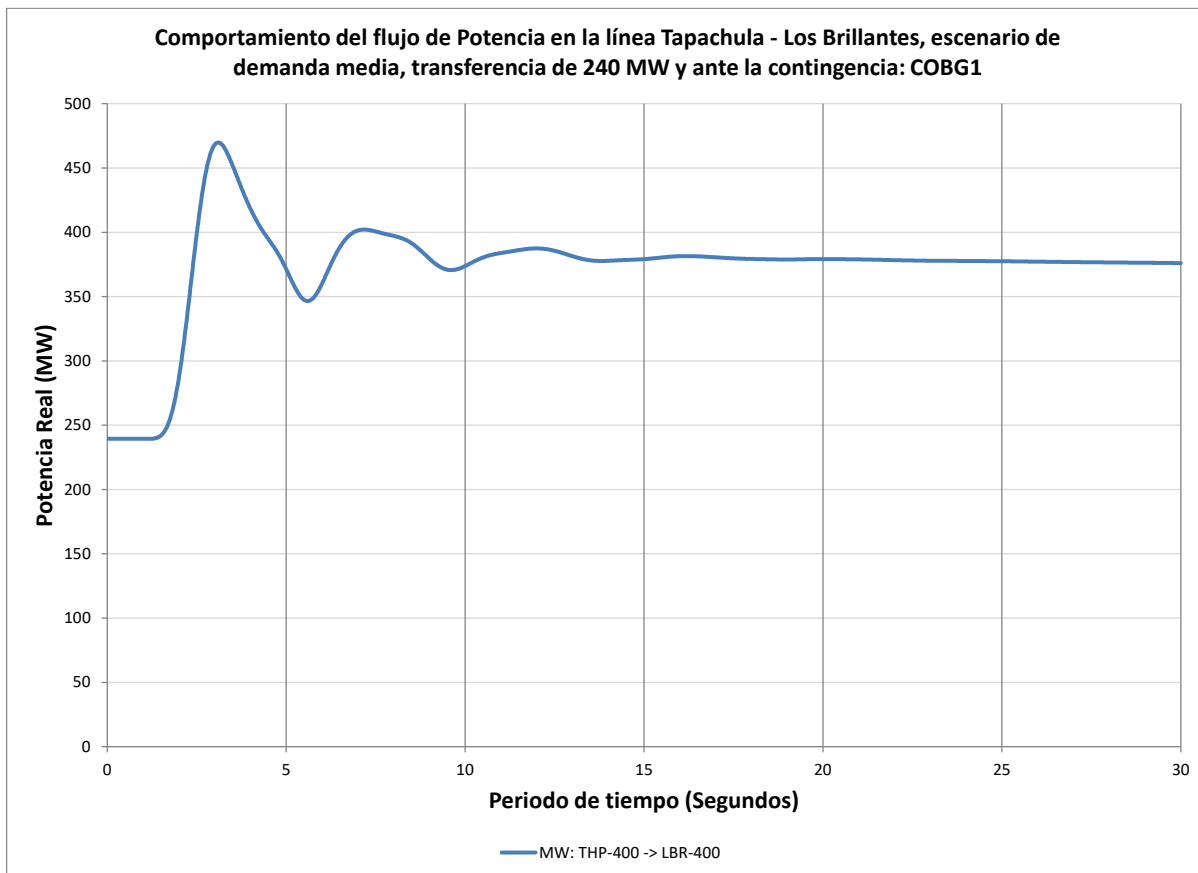
### A.2.1 Comportamiento dinámico del Flujo de potencia y Voltaje en el nodo 400 kV LBR, ante la mayor pérdida de generación en el SER.



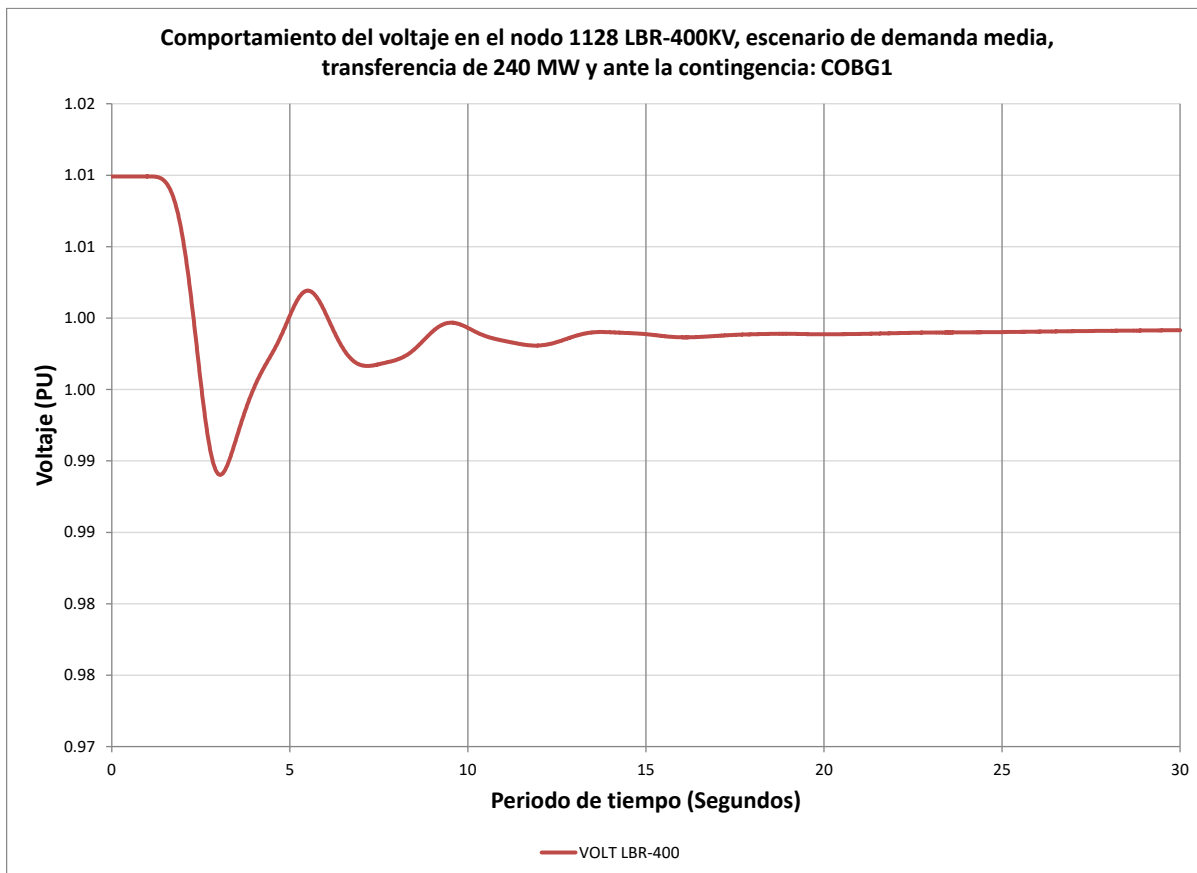
**Figura 5-6.** Flujo de potencia de la línea THP-LBR, para el caso de demanda máxima con transferencia de pre-contingencia de 240 MW entre México-Guatemala, bajo la mayor contingencia de pérdida de generación N-1 (COB-G1)



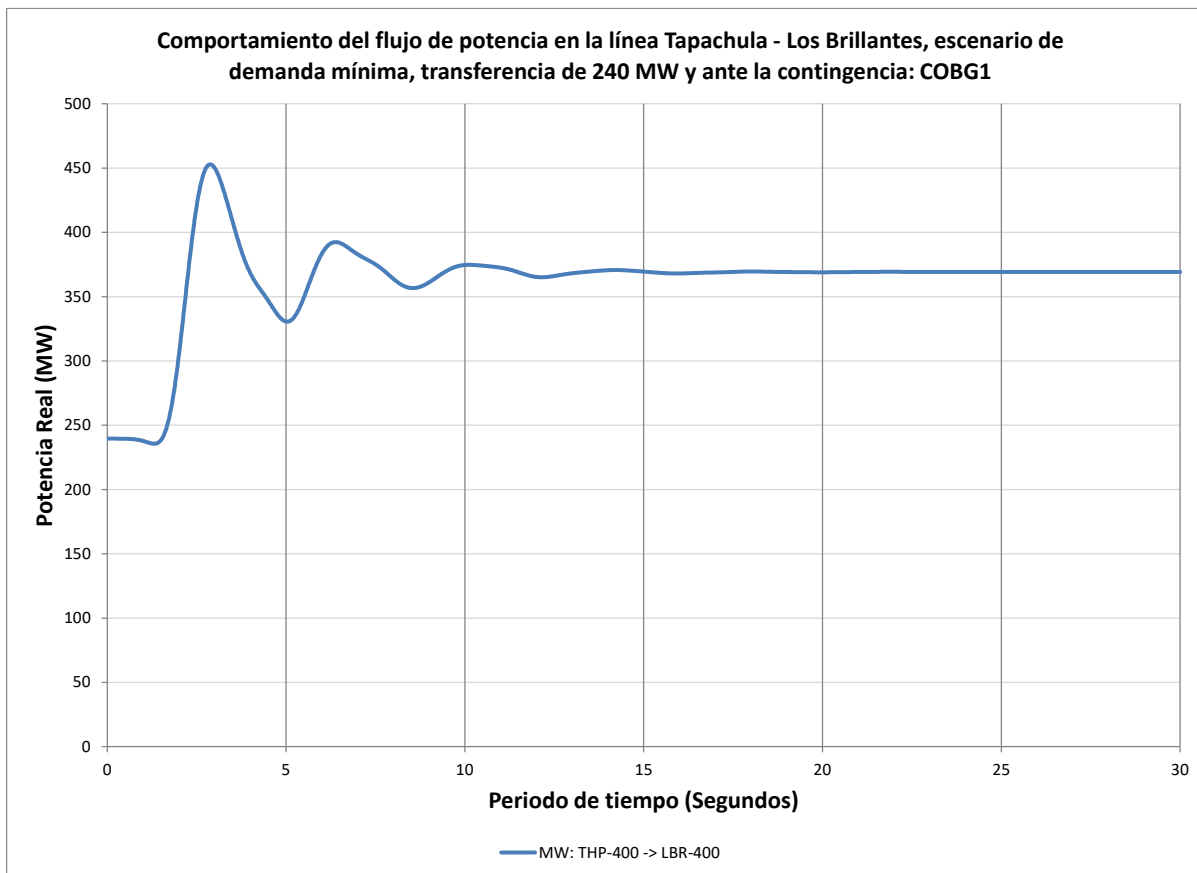
**Figura 5-7.** Voltaje en el nodo 400kV LBR, para el caso de demanda máxima con transferencia de pre-contingencia de 240 MW entre México-SER, bajo la mayor contingencia de pérdida de generación N-1 (COB-G1)



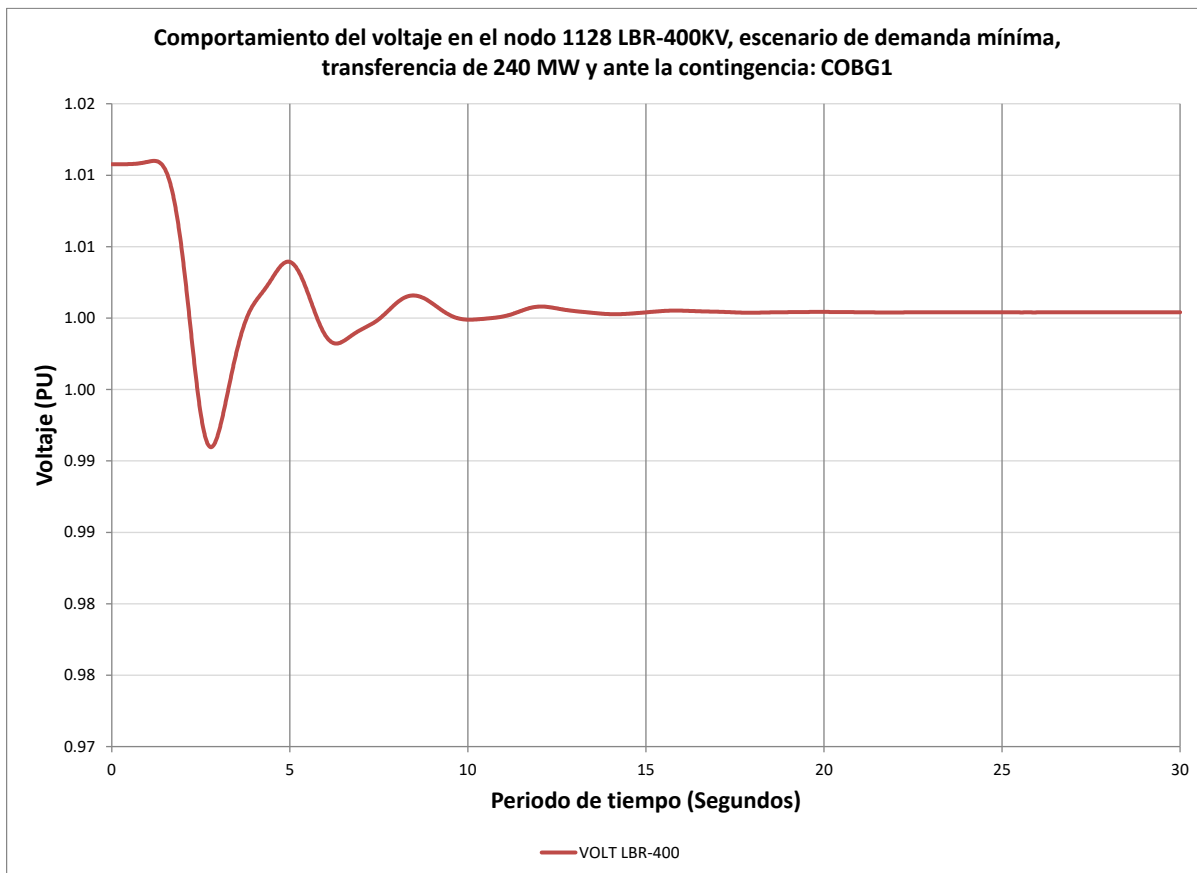
**Figura 5-8.** Flujo de potencia de la línea THP-LBR, para el caso de demanda media con transferencia de pre-contingencia de 240 MW entre México-Guatemala, bajo la mayor contingencia de pérdida de generación N-1 (COB-G1).



**Figura 5-9.** Voltaje en el nodo 400kV LBR, para el caso de demanda media con transferencia de pre-contingencia de 240 MW entre México-SER, bajo la mayor contingencia de pérdida de generación N-1 (COB-G1)



**Figura 5-10.** Flujo de potencia de la línea THP-LBR, para el caso de demanda mínima con transferencia de pre-contingencia de 240 MW entre México-Guatemala, bajo la mayor contingencia de pérdida de generación N-1 (COB-G1).



**Figura 5-11.** Voltaje en el nodo 400kV LBR, para el caso de demanda mínima con transferencia de pre-contingencia de 240 MW entre México-SER, bajo la mayor contingencia de pérdida de generación N-1 (COB-G1)