



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA AMPLIACIÓN DE UNA SUBESTACIÓN DE  
OPERACIÓN DE 69 kV DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO A UNA  
SUBESTACIÓN DE POTENCIA DE 230 kV, EN LA CIUDAD CAPITAL DE GUATEMALA**

**Williams Armando Morales Monroy**

Asesorado por el Ing. Jorge Armando Cortez Chanchavac

Guatemala, marzo de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA AMPLIACIÓN DE UNA SUBESTACIÓN DE  
OPERACIÓN DE 69 kV DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO A UNA  
SUBESTACIÓN DE POTENCIA DE 230 kV, EN LA CIUDAD CAPITAL DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**WILLIAMS ARMANDO MORALES MONROY**

ASESORADO POR EL ING. JORGE ARMANDO CORTEZ CHANCHAVAC

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO ELECTRICISTA**

GUATEMALA, MARZO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

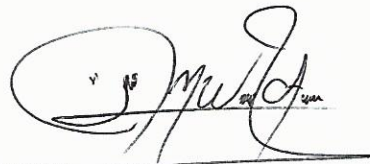
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Armando Gálvez Castillo
EXAMINADOR	Ing. Jorge Luis Pérez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Romeo Neftalí López Orozco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA AMPLIACIÓN DE UNA SUBESTACIÓN DE OPERACIÓN DE 69 kV DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO A UNA SUBESTACIÓN DE POTENCIA DE 230 kV, EN LA CIUDAD CAPITAL DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 1 de agosto de 2014.



**Williams Armando Morales Monroy**

Guatemala, 20 de noviembre de 2014

Ingeniero  
Francisco Javier González  
Coordinador del Área de Potencia  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Universidad de San Carlos de Guatemala

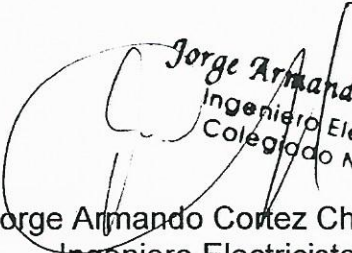
Estimado Ingeniero González:

Tras haber asesorado al estudiante universitario WILLIAMS ARMANDO MORALES MONROY, con carné 2002 – 12297, en el desarrollo del trabajo de graduación titulado: **“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA AMPLIACIÓN DE UNA SUBESTACIÓN DE OPERACIÓN DE 69 kV DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO A UNA SUBESTACIÓN DE POTENCIA DE 230 kV, EN LA CIUDAD CAPITAL DE GUATEMALA”** y tras haber revisado y corregido su contenido, sin encontrar alguna objeción al respecto, doy mi aprobación al mencionado trabajo de graduación.

El autor de este trabajo de graduación y su asesor son responsables por el contenido y conclusiones del mismo.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,

  
Ingeniero Electricista  
Colegiado No. 7611  
Ing. Jorge Armando Cortez Chanchavac  
Ingeniero Electricista  
Colegiado No. 7611  
Asesor



Ref. EIME 04. 2015

Guatemala, 28 de NOVIEMBRE 2014.

Señor Director  
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

**Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA AMPLIACIÓN DE UNA SUBESTACIÓN DE OPERACIÓN DE 69 kV DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO A UNA SUBESTACIÓN DE POTENCIA DE 230 kV, EN LA CIUDAD CAPITAL DE GUATEMALA del estudiante, WILLIAMS ARMANDO MORALES MONROY, que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.**

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,  
ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Francisco Javier González López  
Coordinador Área Potencia

SFO



REF. EIME 04. 2015.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; WILLIAMS ARMANDO MORALES MONROY titulado: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA AMPLIACIÓN DE UNA SUBESTACIÓN DE OPERACIÓN DE 69 kV DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO A UNA SUBESTACIÓN DE POTENCIA DE 230 kV, EN LA CIUDAD CAPITAL DE GUATEMALA, procede a la autorización del mismo.

  
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero



GUATEMALA, 26 DE ENERO 2,015.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA AMPLIACIÓN DE UNA SUBESTACIÓN DE OPERACIÓN DE 69 KV DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO A UNA SUBESTACIÓN DE POTENCIA DE 230 KV, EN LA CIUDAD CAPITAL DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Williams Armando Morales Monroy** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Reinos  
Decano



Guatemala, marzo de 2015



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser la luz que guía mis pasos en esta vida y otorgarme el privilegio al que hoy estoy optando.
<b>La Virgen de Guadalupe</b>	Por interceder ante Dios por mi salud, gracias por una segunda oportunidad de vida y por el milagro recibido.
<b>Mis padres</b>	Armando Morales Boche, por tu ejemplo, esfuerzo y apoyo incondicional en mi vida. Delfina de Jesús Monroy López, por tu inmenso amor, esfuerzo y paciencia, este triunfo es para ustedes.
<b>Mis hermanas</b>	Mildred Noemí y Brisneth Morales Monroy, por su amor y apoyo en todo momento.
<b>Mis sobrinos</b>	Anderson Fernando Ramírez y Pablo Alexander Valenzuela, por su amor y cariño, y por alegrar mi vida con su presencia.
<b>Mis familiares</b>	Tías, tíos, primas, primos, cuñados, suegros y demás familia por su apoyo y cariño mostrado a lo largo de este camino, en especial a mi tía Juana Monroy por su apoyo incondicional.

**Msc. Lesli Esperanza  
Orozco López**

Por tu amor y cariño, por formar parte de mi vida, por comprenderme y apoyarme, por estar a mi lado en todo momento, gracias por compartir esta meta conmigo.

**La familia Siney  
Guamuch**

Por su confianza y amistad, y por el apoyo que me brindaron a través de su empresa en una etapa muy importante de mi vida personal y profesional, les estoy eternamente agradecido.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Los centros de estudios</b>	Escuela Rural Mixta Cerro Gordo- Nimajuyú “C”, Instituto Experimental Dr. Carlos Martínez Durán y Centro Educativo Técnico Laboral Kinal, por su ejemplar enseñanza, en especial a sus honorables catedráticos.
<b>La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser el medio donde muchas personas tenemos acceso a la educación superior.
<b>La Empresa Eléctrica de Guatemala</b>	Por darme la oportunidad de desarrollarme como profesional, y por la ayuda brindada durante este último año.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Jorge Cortez, por su confianza, por su apoyo sincero y valiosa asesoría para el desarrollo del presente trabajo de graduación.
<b>Ing. José Marroquin e Ing. Gerson Arredondo</b>	Por su sincera amistad y por todo el apoyo brindado, gracias por compartir sus valiosos conocimientos.

**Mis amigos y  
compañeros**

De estudio y de trabajo, a los compañeros del Departamento de Planificación y Calidad del Servicio de EEGSA, en especial a los compañeros de los equipos L5B y ETS, por los buenos momentos compartidos, gracias por su amistad y por todo el apoyo brindado durante este tiempo convivido.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XIII
GLOSARIO.....	XV
RESUMEN .....	XXI
OBJETIVOS .....	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
1.1. Estructura del subsector eléctrico en Guatemala.....	1
1.2. Sistema Eléctrico Nacional .....	5
1.2.1. Sistema Nacional Interconectado (SNI) .....	5
1.3. Mercado Mayorista (MM) .....	5
1.3.1. Integrantes del Mercado Mayorista .....	5
1.3.2. Administrador del Mercado Mayorista (AMM) .....	9
1.3.3. Función del administrador del Mercado Mayorista.....	9
1.4. Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) .....	10
1.4.1. Funciones de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica.....	10
1.5. Sistema de transporte .....	11
1.5.1. Servicio de Transporte de Energía Eléctrica (STEE) ...	11
1.5.2. Acceso a la capacidad de transporte .....	11
1.5.3. Ampliación a la capacidad de transporte .....	12
1.5.4. Propiedad de las instalaciones de ampliación .....	12
1.5.5. Sistema de peaje para el STEE.....	13
1.5.6. Régimen de calidad del servicio de transporte.....	13

2.	CONCEPTOS FUNDAMENTALES.....	15
2.1.	Sistema Eléctrico de Potencia (SEP) .....	15
2.1.1.	Cargas en un Sistema Eléctrico de Potencia.....	15
2.1.2.	Topología de un Sistema Eléctrico .....	16
2.1.2.1.	Sistema radial .....	16
2.1.2.2.	Sistema en anillo.....	16
2.1.2.3.	Red .....	17
2.1.3.	Representación de los Sistemas Eléctricos de Potencia.....	18
2.1.3.1.	Diagrama unifilar .....	19
2.1.4.	Operación del Sistema Eléctrico de Potencia.....	23
2.1.4.1.	Demanda de energía eléctrica.....	23
2.1.4.2.	Curvas de carga.....	24
2.1.4.3.	Factor de demanda .....	27
2.1.4.4.	Factor de carga .....	29
2.1.5.	Aspectos económicos de los Sistemas Eléctricos de Potencia.....	33
2.1.5.1.	Costo de la energía eléctrica .....	33
2.1.5.2.	Costo de transporte y distribución .....	34
2.2.	Subestación eléctrica.....	35
2.2.1.	Clasificación de las subestaciones eléctricas .....	36
2.2.2.	Características de operación.....	37
2.2.2.1.	Confiabilidad.....	37
2.2.2.2.	Flexibilidad.....	37
2.2.2.3.	Seguridad .....	38
2.2.2.4.	Modularidad .....	38
2.2.3.	Configuraciones de conexiones de barras.....	38
2.2.3.1.	Barra sencilla.....	39
2.2.3.2.	Barra principal y barra de transferencia ...	42

	2.2.3.3.	Doble barra .....	44
	2.2.3.4.	Anillo .....	46
	2.2.3.5.	Interruptor y medio.....	48
	2.2.4.	Equipo de una subestación eléctrica.....	50
	2.2.4.1.	Transformadores de potencia.....	50
	2.2.4.2.	Transformadores de instrumentos .....	52
	2.2.4.3.	Apartarrayos.....	53
	2.2.4.4.	Interruptores de potencia .....	55
	2.2.4.5.	Seccionador .....	57
2.3.		Subestaciones encapsuladas en SF <sub>6</sub> .....	59
	2.3.1.	Características constructivas .....	61
	2.3.2.	Características del gas SF <sub>6</sub> .....	63
2.4.		Líneas de transmisión .....	65
	2.4.1.	Representación de las líneas de transmisión .....	66
	2.4.2.	Líneas de transmisión cortas .....	68
	2.4.3.	Línea de longitud media .....	71
	2.4.4.	Líneas de transmisión larga .....	72
	2.4.5.	Circuito equivalente de una línea larga .....	73
	2.4.6.	Configuración de operación .....	74
2.5.		Recomendaciones y normas aplicables .....	74
2.6.		Flujo de carga .....	76
	2.6.1.	Datos para los estudios de cargas .....	80
	2.6.2.	Método de Gauss–Seidel.....	81
	2.6.3.	Método de Newton–Raphson .....	82
	2.6.4.	Programa computarizado digital .....	83
	2.6.5.	Información obtenida de un estudio de carga.....	85
	2.6.6.	Resultados numéricos .....	86
3.		ESTUDIO TÉCNICO DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN .....	89

3.1.	Reseña del proyecto.....	89
3.2.	Situación de la red de transmisión de 69 kV.....	90
3.2.1.	Área de influencia eléctrica del proyecto.....	90
3.2.2.	Instalaciones eléctricas.....	92
3.3.	Análisis de la demanda .....	97
3.4.	Pronóstico de la demanda .....	107
3.4.1.	Contingencias en líneas de transmisión.....	111
3.5.	Pronóstico de la capacidad de transformación.....	113
3.5.1.	Contingencias en los centros de transformación.....	114
3.6.	Planteamiento del problema .....	116
3.7.	Planteamiento de la solución propuesta y su evaluación .....	116
3.7.1.	Opciones de solución .....	117
3.7.2.	Evaluación de la opción de solución.....	117
3.8.	Solución propuesta .....	120
3.8.1.	Descripción del proyecto .....	120
3.8.2.	Configuración de operación .....	130
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE FLUJO DE CARGA.....	133
4.1.	Metodología del estudio eléctrico .....	133
4.1.1.	Base de datos .....	133
4.1.2.	Elementos a monitorear .....	135
4.1.3.	Casos en la fase 1: 2015 del proyecto .....	164
4.1.4.	Casos para la fase 2: 2016 del proyecto.....	164
4.1.5.	Programa de cálculo.....	166
4.1.6.	Configuración de red.....	166
4.2.	Resultados del año 1 del proyecto, fase 1: 2015 .....	167
4.2.1.	Época seca: marzo de 2015 .....	168
4.2.2.	Época húmeda: septiembre de 2015 .....	173
4.3.	Resultados del año 2 del proyecto, fase 2: 2016 .....	177



4.3.1.	Época seca: marzo de 2016 .....	177
4.3.2.	Época húmeda: septiembre de 2016 .....	185
4.4.	Análisis de corto circuito .....	193
4.5.	Análisis de contingencias .....	200
4.5.1.	Época seca caso de contingencia: marzo de 2016.....	200
4.5.2.	Época húmeda caso de contingencia: septiembre de 2016.....	206
4.6.	Análisis de soluciones de contingencias.....	211
4.6.1.	Época seca solución al caso de contingencia: marzo de 2016 .....	212
4.6.2.	Época húmeda solución al caso de contingencia: septiembre de 2016 .....	217
5.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	223
5.1.	Costos de inversión .....	223
5.2.	Costos de operación y mantenimiento.....	225
5.3.	Valoración de los beneficios .....	225
5.4.	Evaluación económica .....	226
5.4.1.	Valor actual neto (VAN).....	226
5.4.2.	Tasa interna de retorno (TIR).....	226
5.4.3.	Relación beneficio - costo (B/C) .....	227
5.5.	Factibilidad económica .....	231
	CONCLUSIONES .....	233
	RECOMENDACIONES.....	237
	BIBLIOGRAFÍA .....	239
	APÉNDICE .....	241



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Organización del subsector eléctrico en Guatemala .....	4
2.	Sistema Eléctrico de Potencia.....	16
3.	Sistema radial .....	17
4.	Sistema en anillo.....	17
5.	Red.....	18
6.	Símbolos de aparatos .....	20
7.	Diagrama unifilar de un Sistema Eléctrico de Potencia.....	22
8.	Curva de carga ideal .....	25
9.	Curva de carga real.....	25
10.	Curvas cronológica y ordenada diarias de cargas de una central.....	30
11.	Curvas diarias de duración de cargas que tienen en común el mismo factor de carga $f_c = 0,5$ .....	32
12.	Costos incluidos en la factura de energía eléctrica del usuario final ....	34
13.	Barra sencilla .....	40
14.	Configuración en H.....	41
15.	Barra principal y barra de transferencia .....	42
16.	Doble barra .....	44
17.	Anillo.....	46
18.	Interruptor y medio .....	48
19.	Transformador de potencia .....	52
20.	Apartarrayos.....	54
21.	Interruptor de tanque vivo .....	55
22.	Interruptor de tanque muerto.....	57

23.	Seccionador.....	59
24.	Subestación encapsulada en gas SF <sub>6</sub> .....	62
25.	Circuito equivalente monofásico de una línea de longitud media .....	67
26.	Circuito equivalente de una línea de transmisión corta donde la resistencia R y la inductancia L son valores para la longitud total de la línea.. .....	69
27.	Diagramas fasoriales de una línea de transmisión corta, en magnitudes VR e IR.....	69
28.	Circuito nominal $\pi$ de una línea de transmisión de longitud media.....	71
29.	Diagrama esquemático de una línea de transmisión que muestra una fase y el neutro de regreso .....	72
30.	Circuito equivalente $\pi$ de una línea de transmisión .....	73
31.	Diagrama cartográfico del área de influencia eléctrica para el proyecto .....	91
32.	Diagrama unifilar esquemático de la red de transmisión de 69 kV del área de influencia eléctrica para el proyecto.....	96
33.	Curva de demanda de carga de la línea Guatemala Norte – Guatemala 2 .....	98
34.	Curva de demanda de carga de la línea Guatemala Norte – Guatemala 3.....	99
35.	Curva de demanda de carga de la línea Guatemala Norte – Guatemala 6 .....	99
36.	Curva de demanda de carga de la línea Centro – Guatemala 2.....	102
37.	Curva de demanda de carga de la línea Centro – Guatemala 3.....	102
38.	Curva de demanda de carga de la línea Centro – Guatemala 5.....	103
39.	Curva de demanda de carga de la línea Centro – Guatemala 6.....	103
40.	Diagrama cartográfico de las líneas de transmisión de 69 kV y de distribución de 13,8 kV del área de influencia eléctrica .....	105

41.	Diagrama cartográfico del área de centro carga de la ciudad de Guatemala.....	106
42.	Pronóstico de la demanda para las líneas Guatemala Norte – Guatemala 2 y 3.....	108
43.	Pronóstico de la demanda para la línea Guatemala Norte – Guatemala 6.....	109
44.	Pronóstico de la demanda para las líneas Centro – Guatemala 2 y 3.....	109
45.	Pronóstico de la demanda para las líneas Centro – Guatemala 5 .....	110
46.	Pronóstico de la demanda para las líneas Centro – Guatemala 6 .....	110
47.	Diagrama cartográfico de trabajos a realizar para el proyecto de ampliación .....	129
48.	Diagrama unifilar esquemático de la configuración de operación para el proyecto de ampliación .....	132
49.	Diagrama unifilar de la configuración de la red de 69 kV del área de influencia eléctrica, caso base 2015 .....	137
50.	Diagrama unifilar de la configuración de la red de 69 kV del área de influencia eléctrica, caso proyecto fase 1: 2015.....	148
51.	Modelo de las líneas KORDROO694 y ROOROO6941 que se originan al dividir la línea KORDROO691 .....	149
52.	Modelo de la línea ROOROO6942 que se origina al cortar la línea ROOROO6942.....	150
53.	Diagrama unifilar de la configuración de la red de 69 kV del área de influencia eléctrica, caso proyecto fase 2: 2016.....	160
54.	Modelo de las líneas MONMOND69 y MONDSJSD69 que se originan al dividir la línea MONSJSJSD69 .....	161
55.	Modelo de la línea MONMON6954 que se origina al cortar la línea MONMON694 .....	162

56.	Modelo de las líneas GERCVI693 y GERGER692 que se originan al dividir la línea GERCVI69 .....	163
-----	---	-----

## TABLAS

I.	Factores de demanda típicos .....	28
II.	Factores de demanda por tipos de carga .....	28
III.	Clasificación de las subestaciones eléctricas .....	36
IV.	Demandas de las líneas Guatemala Norte – Guatemala 2, 3 y 6...98	
V.	Demandas de las líneas Centro – Guatemala 2, 3, 5 y 6.....	101
VI.	Pronóstico de la demanda para las líneas de transmisión de 69 kV, del área de influencia eléctrica .....	107
VII.	Pronóstico de la capacidad de transformación para las subestaciones de potencia Guatemala Norte y Guatemala Sur...	113
VIII.	Barras de 69 kV monitoreadas.....	138
IX.	Transformadores monitoreados .....	139
X.	Líneas de 69 kV monitoreadas fase 1: 2015 .....	140
XI.	Líneas de 69 kV monitoreadas fase 2: 2016 .....	151
XII.	Casos analizados para el año del proyecto, fase 1: 2015.....	165
XIII.	Proyecciones de crecimiento anual del SNI .....	165
XIV.	Casos analizados para el año 2 del proyecto, fase 2: 2016.....	166
XV.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 1 ESD Max.....	170
XVI.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 1 ESD Med .....	171
XVII.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 1 ESD Min.....	172
XVIII.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 1 EHD Max .....	174

XIX.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 1 EHD Med.....	175
XX.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 1 EHD Min.....	176
XXI.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 230 y 69 kV monitoreadas año 2 ESD Max .....	180
XXII.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 ESD Med.....	181
XXIII.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 ESD Min .....	182
XXIV.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 EHD Max.....	187
XXV.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 EHD Med.....	189
XXVI.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 EHD Min.....	190
XXVII.	Niveles de corriente de corto circuito en época seca caso proyecto .....	194
XXVIII.	Niveles de corriente de corto circuito en época seca caso base .	195
XXIX.	Incremento de niveles de corriente de corto circuito en época seca .....	196
XXX.	Niveles de corriente de corto circuito en época húmeda caso proyecto .....	197
XXXI.	Niveles de corriente de corto circuito en época húmeda caso base .....	198
XXXII.	Incremento de niveles de corriente de corto circuito en época húmeda.....	199
XXXIII.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG ESD Max .....	201

XXXIV.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG ESD Med.....	202
XXXV.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG ESD Min .....	203
XXXVI.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG EHD Max.....	206
XXXVII.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG EHD Med.....	208
XXXVIII.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG EHD Min .....	209
XXXIX.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG ESD Max.....	213
XL.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG ESD Med.....	214
XLI.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG ESD Min .....	215
XLII.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG EHD Max.....	218
XLIII.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG EHD Med.....	219
XLIV.	Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG EHD Min.....	220
XLV.	Resumen de trabajos a realizar y costo total del proyecto de ampliación.....	224
XLVI.	Evaluación económica del proyecto de ampliación .....	228



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Amperio (s)
<b>A.C</b>	Corriente alterna
<b>C.C</b>	Corriente continua
<b>F.U.</b>	Factor de utilización
<b>SF<sub>6</sub></b>	Hexafluoruro de azufre
<b>kA</b>	Kilo amperio (s)
<b>km</b>	Kilómetro
<b>kW</b>	Kilovatio (s)
<b>kWh</b>	Kilovatio hora (s)
<b>kV</b>	Kilovoltio (s)
<b>kVA</b>	Kilovoltio amperio (s)
<b>MVA</b>	Mega voltio amperio (s)
<b>MVAR</b>	Mega voltio amperio reactivo (s)
<b>%</b>	Porcentaje
<b>p.u.</b>	Por unidad
<b>P</b>	Potencia activa
<b>S</b>	Potencia aparente
<b>Q</b>	Potencia reactiva
<b>°C</b>	Temperatura en grados Celsius
<b>°F</b>	Temperatura en grados Fahrenheit
<b>W</b>	Vatio (s)
<b>V</b>	Voltio (s)
<b>VA</b>	Voltio amperio (s)



## GLOSARIO

<b>AAAC</b>	Conductor de aluminio con aleación.
<b>ACSR</b>	Conductor de aluminio con refuerzo de acero.
<b>Alta tensión</b>	Nivel de tensión superior a sesenta mil (60 000) voltios.
<b>AMM</b>	Administrador del Mercado Mayorista.
<b>Ampacidad</b>	Capacidad de conducción de corriente eléctrica de un conductor.
<b>Amperio</b>	El amperio o ampere (símbolo A) es la unidad de intensidad de corriente eléctrica.
<b>ANSI</b>	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares, organización sin ánimo de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos.
<b>Caso base</b>	Situación actual de la red de transmisión sin la ejecución de proyectos.
<b>Caso proyecto</b>	Situación implementando los proyectos a la red de transmisión.

<b>CAT</b>	Costo Anual de Transporte es el pago que devenga el propietario de las instalaciones de transmisión, transformación o distribución por permitir el uso de dichas instalaciones para la transportación de potencia y energía eléctrica por parte de terceros, denominado también como peaje.
<b>Circuito eléctrico</b>	Elemento compuesto por diversos conductores y por el cuál pasa la corriente de electricidad.
<b>CNEE</b>	Comisión Nacional de Energía Eléctrica.
<b>Conductor</b>	Material que ofrece poca resistencia al movimiento de carga eléctrica.
<b>Corriente</b>	Flujo de carga eléctrica por unidad de tiempo que recorre un material.
<b>Curva de demanda</b>	Es la representación gráfica de la forma en que el consumidor hace uso de la energía eléctrica, y representa las potencias activas demandadas, donde es posible identificar algunos parámetros característicos, como la máxima demanda diaria del sistema, que por lo regular ocurre una vez al día y la mínima demanda diaria del sistema.
<b>Diagrama Unifilar</b>	Representación gráfica de una instalación eléctrica o de parte de ella.

<b>EEGSA</b>	Empresa Eléctrica de Guatemala S. A.
<b>ENS</b>	Energía no suministrada.
<b>Factor de carga</b>	El factor de carga es la relación de la carga promedio a la carga pico o máxima durante un período de tiempo en particular.
<b>Factor de pérdidas</b>	El factor de pérdidas es la relación entre el valor medio y el valor máximo de la potencia disipada en pérdidas en un intervalo.
<b>Falla</b>	Defecto en el aislamiento o conductividad de cualquier componente o mecanismo de un circuito eléctrico que provoca la interrupción de la corriente.
<b>Flujo de potencia</b>	Conocido también como flujo de carga es una herramienta importante que involucra análisis numérico aplicado a un sistema eléctrico de potencia.
<b>Generador</b>	Es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrica entre dos de los puntos (llamados polos, terminales o bornes) transformando la energía mecánica en eléctrica.
<b>Gran usuario</b>	Es aquel cuya demanda de potencia excede 100 kW. No estará sujeto a regulación de precio y las condiciones de suministro serán libremente pactadas con el distribuidor o con cualquier otro suministrador.

<b>IEEE</b>	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, una asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización, entre otras cosas. Es la mayor asociación internacional sin fines de lucro formada por profesionales de la ingeniería eléctrica y electrónica.
<b>Interruptor</b>	Es en la acepción más básica, un dispositivo que permite desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica.
<b>Línea</b>	Medio físico que permite conducir la energía eléctrica entre dos puntos.
<b>MCM</b>	Mil Circular Mils, el Circular Mil es una unidad equivalente al área de un círculo con un diámetro de una milésima de pulgada.
<b>MM</b>	Mercado Mayorista.
<b>NEC</b>	Código Eléctrico Nacional, producido por consenso de voluntarios organizados por la Asociación de Protección Contra Fuego de EE.UU. (National Fire Protection Association (NFPA) bajo su publicación NFPA 70, y adoptado por ANSI, adoptado en normas locales y estatales para instalaciones de distribución eléctrica.

<b>Normas técnicas</b>	Son las disposiciones emitidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica de conformidad con la Ley y el Reglamento de Electricidad, en congruencia con prácticas internacionales aceptadas y que servirán para complementar el conjunto de regulaciones sobre las actividades del sector eléctrico.
<b>NTAUCT</b>	Normas Técnicas de Acceso y Uso de la Capacidad de Transporte.
<b>PSAF</b>	Power Systems Analysis Framework (Marco de Análisis de Sistemas de Potencia).
<b>SCADA</b>	Sistema de Supervisión y Adquisición de Datos.
<b>Sistema de transmisión</b>	Es el conjunto de subestaciones de transformación y líneas de transmisión, entre el punto de entrega del generador y el punto de recepción del distribuidor o de los grandes usuarios y comprende un sistema principal y sistemas secundarios.
<b>SNI</b>	Sistema Nacional Interconectado.
<b>STEE</b>	Servicio de Transporte de Energía Eléctrica.
<b>Subestación eléctrica</b>	Conjunto de equipos, conductores y sistemas que forman parte de un nodo en un sistema eléctrico de potencia.

<b>Transformador</b>	Es un dispositivo que transforma la potencia eléctrica alterna de un nivel a otro nivel de voltaje mediante la acción de un campo electromagnético.
<b>Transmisión</b>	Es la actividad que tiene por objetivo el transporte de energía eléctrica a través del sistema de transmisión.
<b>TRELEC</b>	Transportista Eléctrica Centroamericana.
<b>Voltaje</b>	El voltaje o la diferencia potencial eléctrica es una comparación de la energía que experimenta una carga entre dos ubicaciones.



## RESUMEN

El presente trabajo de graduación describe un análisis de evaluación técnico y económico, para la ampliación de una subestación de operación de 69 kV del Sistema Nacional Interconectado a una subestación de potencia de 230 kV, en la ciudad capital de Guatemala. El caso de estudio es la subestación de operación Incienso 69 kV, ubicada en la zona 7 de la ciudad capital.

En el primer capítulo se hace una descripción general de la estructura del subsector eléctrico en Guatemala, como está compuesto el sistema eléctrico nacional, qué es el Sistema Nacional Interconectado (SNI), se define lo que es el Mercado Mayorista (MM) y su administrador (AMM), también se define la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) y sus funciones, y el Servicio de Transporte de Energía Eléctrica (STEE).

El segundo capítulo presenta los conceptos fundamentales sobre el Sistema Eléctrico de Potencia (SEP), la topología y representación del mismo, lo correspondiente a planificación de sistemas de transporte; además, de los conceptos sobre subestaciones eléctricas, la clasificación de las mismas, los elementos que las comprenden. Por otro lado, se presentan las configuraciones de barras para una subestación y se define lo que comprende una línea de transmisión, finalizando con lo relacionado a flujos de carga para el análisis de sistemas eléctricos de potencia.

En el tercer capítulo se presenta la evaluación técnica del proyecto, los aspectos técnicos a considerar para el proyecto de ampliación de la subestación de operación de 69 kV a una de potencia de 230 kV, es decir, se describe la reseña de los motivos por los cuales se presenta el proyecto de ampliación, se describen el área de influencia eléctrica y la situación de la red de transmisión de 69 kV para el proyecto, el análisis de la demanda, además se presenta la descripción completa del proyecto propuesto y su configuración de operación.

Luego, en el cuarto capítulo, se presenta la modelación del proyecto en estudio, es decir, la metodología para la realización del estudio eléctrico del proyecto y el correspondiente análisis de resultados de los flujos de carga. Lo anterior es modelado para los escenarios de época seca y húmeda, tanto para horas de demanda máxima, media y mínima; esto para los años uno y dos del proyecto. En este capítulo también se presentan los análisis de corto circuito, contingencias y soluciones a las mismas, esto para las tres demandas en el año de finalización del proyecto (año dos).

Finalmente, el quinto capítulo presenta un análisis económico con el objetivo de comprobar la factibilidad económica para la implementación del proyecto en estudio. Se presenta en resumen los trabajos que contempla el proyecto de ampliación, y el costo total del mismo, así como los costos de potencia y energía, además del análisis del valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y relación beneficio costo (B/C) del proyecto.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Demostrar la factibilidad técnica y económica de la ampliación de una subestación de operación de 69 kV del Sistema Nacional Interconectado a una subestación de potencia 230/69 kV, en la ciudad capital de Guatemala, a través del estudio eléctrico y económico necesario.

### **Específicos**

1. Efectuar el diagnóstico del comportamiento de la demanda de energía eléctrica, en el área de influencia eléctrica de la subestación Incienso 69 kV que se propone ampliar a 230 kV.
2. Analizar la red de transporte de 69 kV asociada a la subestación de operación Incienso 69 kV, a fin de identificar las debilidades de la red y medidas de mejora necesarias.
3. Realizar y analizar los flujos de carga para los escenarios de época húmeda y seca de los años de estudio del proyecto de ampliación, tanto para horas de demanda máxima, media y mínima, a fin de determinar la factibilidad técnica del proyecto en estudio.
4. Evaluar económicamente la factibilidad de la ampliación de la subestación de operación Incienso 69 kV.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la demanda de energía eléctrica en 69 kV del área central del departamento de Guatemala, es servida por las subestaciones de potencia 230/69 kV Guatemala Sur, Guatemala Norte y Guatemala Este y a mediano plazo por Guatemala Oeste, a través de sus correspondientes líneas de transmisión de 69 kV, que conforman un anillo de 69 kV entre las subestaciones mencionadas. Dichas subestaciones de potencia también se interconectan en 230 kV, sin embargo, en función del tiempo y del crecimiento de la demanda, así como ante una contingencia de salida de algunas de las líneas del anillo o subestación de potencia; se prevé que, además de una ampliación de capacidad de transmisión en el anillo, será necesario el incremento de la capacidad de transformación en el área.

En relación con la ampliación de capacidad del anillo 69 kV, se prevé que además de la ampliación de capacidad de las líneas existentes, será necesario construir nuevas líneas, lo cual implicaría una dificultad para ampliar la zona de servidumbre actual por la consecución de nuevas rutas de servidumbre.

La ciudad capital del departamento de Guatemala cuenta con tres grandes subestaciones de operación de 69 kV, las cuales son la subestación El Centro 69 kV ubicada en la zona 11, la subestación Incienso 69 kV ubicada en la zona 7 y la subestación Sector Industrial 69 kV ubicada en la zona 12; dichas subestaciones forman parte del Sistema Nacional Interconectado y bajo condiciones determinadas permiten la operación e interconexión de las líneas de transmisión de 69 kV asociadas.

Así pues, la subestación El Centro 69 kV recibe flujo de potencia de la subestación de potencia Guatemala Sur 230/69 kV, y por otro lado, la subestación Incienso 69 kV recibe flujo de potencia de la subestación de potencia Guatemala Norte 230/69 kV. La subestación Sector Industrial 69 kV recibe flujo de potencia de las subestaciones 230/69 kV Guatemala Sur y Guatemala Este, sin embargo, no tiene incidencia eléctrica en el área del proyecto. Cabe mencionar que las subestaciones de potencia 230/69 kV reciben flujo de potencia de los puntos de generación del norte y sur del país para alimentar la carga de la zona central del departamento de Guatemala.

Tomando como punto de referencia la situación de red antes mencionada, se plantea la ampliación de la subestación de operación Incienso 69 kV, la cual surge como respuesta a un importante incremento de la demanda y necesidad de mejorar la seguridad operativa, continuidad y confiabilidad de la red de transporte 69 kV, logrando también con la incorporación del proyecto, que la red de 69 kV y 230 kV, incrementen su capacidad de transmisión y transformación, garantizando el suministro de la demanda en el área central del departamento de Guatemala, área por donde se extienden las líneas de 69 kV Guatemala Norte – Guatemala 2, 3 y 6, Centro – Guatemala 2, 3, 5 y 6, que actualmente tienen conexión con las subestaciones de operación El Centro e Incienso, reduciendo la necesidad de la construcción de una gran cantidad de nuevas líneas de 69 kV.

La finalidad del presente trabajo de graduación es realizar el estudio de prefactibilidad para ampliación de la subestación de operación Incienso 69 kV, del Sistema Nacional Interconectado a una subestación de potencia de 230/69 kV, para lo cual se realizan estudios eléctricos que cumplan con criterios establecidos en el Reglamento de la Ley General de Electricidad, que estipula la realización de estudios eléctricos que evalúen el efecto de las nuevas instalaciones sobre los sistemas de transporte existentes.

# **1. INFORMACIÓN GENERAL**

## **1.1. Estructura del subsector eléctrico en Guatemala**

La reforma del Sector Eléctrico en Guatemala se inició con la emisión de su Marco Legal establecido en la Ley General de Electricidad (Decreto 93-96 del Congreso de la República de Guatemala) promulgada el 15 de noviembre de 1996). Posteriormente se emitieron el Reglamento de la Ley General de Electricidad (Acuerdo 256-97 del 2 de abril de 1997) y el Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista (AMM) (Acuerdo 299-98 del 1 de junio de 1998).

A partir de esas fechas se han emitido Normas Técnicas de Transmisión y Distribución, Normas de Coordinación Comercial y Operativa y procedimientos técnicos que complementan el Marco Regulatorio.

Los principios generales de la Ley General de Electricidad establecen la libertad de la instalación de centrales generadoras, las cuales no requieren de autorizaciones por parte del estado, salvo las establecidas en la Constitución de la República y las leyes del país, incluyendo las referidas a medio ambiente, protección a las personas, a sus derechos y sus bienes. Asimismo, el uso de bienes del Estado requerirá la respectiva autorización del Ministerio de Energía y Minas (MEM) cuando la potencia de la hidroeléctrica sea mayor de 5 MW.

El transporte y la distribución de electricidad son regulados y sujetos a autorización cuando utilizan bienes de dominio público.

En relación a las tarifas de peaje son reguladas cuando no hay acuerdo entre las partes y las tarifas de distribución final están sujetas a regulación y son calculadas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

La Reforma redefinió y separó las funciones, las funciones normativas, regulatorias, administrativas y empresariales del Subsector Eléctrico.

El Ministerio de Energía y Minas es el órgano del Estado responsable de formular y coordinar las políticas, planes del Estado, programas indicativos relativos al Subsector Eléctrico y aplicar esta Ley y su Reglamento.

Las funciones regulatorias y normativas son funciones de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, el cual es un órgano técnico del MEM con independencia funcional para el ejercicio de sus atribuciones. La CNEE además determina los precios y calidad de la prestación de los servicios de transporte y distribución sujetos a autorizaciones y debe asegurar las condiciones de competencia en el Mercado Mayorista de Electricidad.

La administración y operación del Sistema Nacional Interconectado está a cargo del Administrador del Mercado Mayorista de Electricidad, el cual es un ente de carácter privado y cuyas funciones son la coordinación de la coordinación y despacho del Sistema Eléctrico Interconectado, el establecimiento de precios de mercado de corto plazo, llevar a cabo las transacciones de compra y venta en el mercado mayorista y garantizar la seguridad y el abastecimiento de energía eléctrica.



Los productos y servicios que se compran y se venden en el Mercado Mayorista son: potencia eléctrica, energía eléctrica, servicios de transporte de energía eléctrica y servicios complementarios para el buen funcionamiento y calidad del sistema eléctrico.

Derivado de la Reforma se estableció una nueva estructura a partir de la segmentación de la industria eléctrica en cuatro actividades principales: generación, transmisión, comercialización y distribución. Con la Reforma se privatizó la mayoría de la distribución y en forma parcial la generación.

Por el lado de la oferta (producción) la apertura es total, mientras que por el lado de la demanda (consumidores) la apertura está limitada a los grandes usuarios.

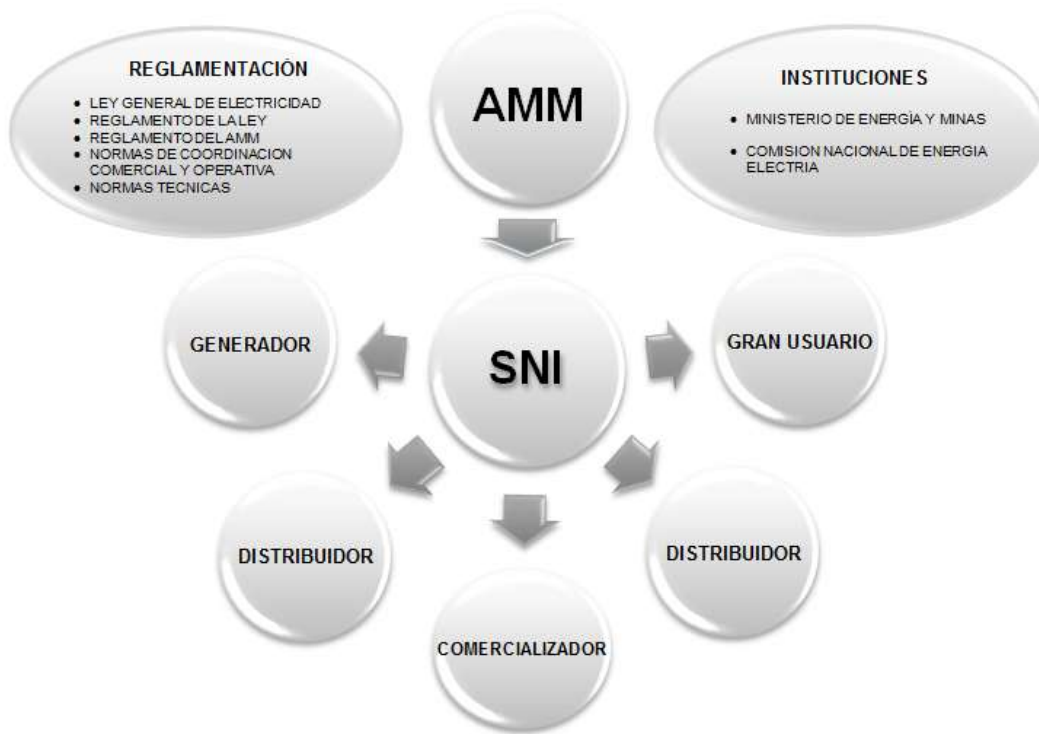
En consonancia con los cambios mencionados anteriormente, se establece la apertura de las redes de transmisión, subtransmisión y distribución, así como la conformación del Mercado Mayorista al cual concurren compradores y vendedores para realizar operaciones de corto plazo y conciliar las transacciones efectuadas.

El diseño y concepción del mercado rige su intercambio mediante el Mercado de Contratos a Término o de futuros y el Mercado de Oportunidad o *spot*. Los agentes tienen libertad de adquirir sus requerimientos de potencia y energía (o la colocación de su producción) con todos los otros agentes. Las distribuidoras deben garantizar en el Mercado a Término el suministro a sus usuarios regulados.

La Reforma llevada a cabo y la estructura implementada en el subsector eléctrico tienen por objetivo promover la participación privada, fomentar la competencia y los mecanismos de mercado, estimular el incremento del sector eléctrico, aumentando la oferta, la demanda y la cobertura eléctrica, al tiempo que se reduce la participación del Estado en el subsector.

De esta forma, el Mercado de Electricidad ha evolucionado desde un sistema centralizado dominado por un monopolio estatal hacia un sistema de Mercado Mayorista abierto. De acuerdo a datos del Ministerio de Energía y Minas de Guatemala el índice de cobertura eléctrica a nivel nacional al 31 de diciembre del 2012 es del 85,7 por ciento.

Figura 1. **Organización del subsector eléctrico en Guatemala**



Fuente: elaboración propia, tomado de Jorge Cortez (2003).

## **1.2. Sistema Eléctrico Nacional**

Es el conjunto de instalaciones, centrales generadoras, líneas de transmisión, subestaciones eléctricas, redes de distribución, equipo eléctrico, centros de carga y en general toda la infraestructura eléctrica destinada a la prestación del servicio, interconectados o no, dentro del cual se efectúan las diferentes transferencias de energía eléctrica entre diversas regiones del país.

### **1.2.1. Sistema Nacional Interconectado (SNI)**

Está compuesto por todas las plantas generadoras, líneas de transmisión y subestaciones de todos los participantes del mercado eléctrico. Todo el proceso de generación, transformación y distribución de la energía eléctrica en Guatemala se resume en el denominado Sistema Nacional Interconectado.

## **1.3. Mercado Mayorista (MM)**

Es el conjunto de operaciones de compra y venta de bloques de potencia y energía que se efectúan a corto y a largo plazo entre agentes del mercado.

### **1.3.1. Integrantes del Mercado Mayorista**

Son los generadores, comercializadores, distribuidores, importadores, exportadores y transportistas cuyo tamaño supere el límite establecido en el reglamento de la Ley General de Electricidad.

Generador, es la persona, individual o jurídica, titular o poseedora de una central de generación de energía eléctrica, que comercializa total o parcialmente su producción de electricidad. En la actualidad se reconoce a los siguientes:

- Puerto Quetzal Power LLC
- Duke Energy Guatemala y Compañía
- Tampa Centro Americana de Electricidad, Limitada
- Central Generadora Eléctrica San José, Limitada
- Instituto Nacional de Electrificación (INDE)
- Ingenio La Unión, Sociedad Anónima
- Ingenio Magdalena, Sociedad Anónima
- Compañía Agrícola Industrial Santa Ana, Sociedad Anónima
- Pantaleón, Sociedad Anónima
- Concepción, Sociedad Anónima
- Central Agro Industrial Guatemalteca, Sociedad Anónima
- Hidroeléctrica Secacao, Sociedad Anónima
- Hidroeléctrica Candelaria, Sociedad Anónima
- Hidroeléctrica Choloma, Sociedad Anónima
- Orzunil I de Electricidad, Limitada
- Inversiones Pasabien, Sociedad Anónima
- Generadora Eléctrica del Norte, Limitada
- Siderúrgica de Guatemala, Sociedad Anónima
- Hidroeléctrica Río Las Vacas, Sociedad Anónima
- Generadora Progreso, Sociedad Anónima
- Ingenio Tululá, Sociedad Anónima
- Renovables de Guatemala, S. A.
- Generadora de Occidente, Limitada

- Generadora Montecristo, S. A.
- Tecnoguat, Sociedad Anónima
- Electro Generación, Sociedad Anónima
- Recursos Naturales y Celulosas, Sociedad Anónima
- Agrocomercializadora del Polochic, S. A.
- San Diego, Sociedad Anónima
- Hidropower SDMM, S. A.
- Coenesa Generación, Sociedad Anónima
- Parque de Generación Coenesa
- Ortitlán, Limitada
- Hidrotama, Sociedad Anónima
- Compañía Eléctrica La Libertad Sociedad Anónima
- Hidronorte, Sociedad Anónima
- Generadora del Este, Sociedad Anónima
- Papeles Elaborados, Sociedad Anónima
- Hidro Xacbal, Sociedad Anónima
- Internacional de Comercio y Consultoría, Sociedad Anónima
- Inversiones Atenas, Sociedad Anónima
- Hidrosacpur, Sociedad Anónima
- Hidroeléctrica Sacja
- Alternativa de Energía Renovable S. A.
- Codesco
- Eólico San Antonio El Sitio
- Pah, S. A.
- Us Geothermal
- Hidroeléctrica El Cobano
- Generación Limpia Guatemala, S. A.
- Aguilar, Arimany, Consultores Asociados, S. A.

Transportista, es la persona, individual o jurídica, poseedora de instalaciones destinadas a realizar la actividad de transmisión y transformación de electricidad. En la actualidad se reconoce a los siguientes:

- Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica (ETCEE-INDE)
- Transportista Eléctrica Centroamericana, S. A. (TRELEC)
- DUKE Energy International Transmisión Guatemala, Limitada
- Redes Eléctricas de Centroamérica S. A.
- Transporte de Electricidad de Occidente (TREO)
- Transmisora de Energía Renovable, S. A. (Transnova)
- Transportadora de Energía de Centroamérica, S. A. (TRECOSA)
- Empresa Propietaria de la Red

Distribuidor, es la persona, individual o jurídica, titular o poseedora de instalaciones destinadas a distribuir comercialmente energía eléctrica. En la actualidad se reconoce a los siguientes:

- Empresa Eléctrica de Guatemala S. A.
- Deorsa – Deocsa
- Empresa Eléctrica Municipal de Gualán, Zacapa
- Empresa Eléctrica Municipal de Guastatoya, El Progreso
- Empresa Municipal Rural de Electricidad de Ixcán, Quiché
- Empresa Eléctrica Municipal de Jalapa
- Empresa Eléctrica Municipal de Joyabaj, Quiché
- Empresa Eléctrica de Patulul, Suchitepéquez
- Empresa Eléctrica Municipal de Puerto Barrios, Izabal
- Empresa Hidroeléctrica Municipal de Retalhuleu
- Empresa Eléctrica Municipal de Quetzaltenango

- Empresa Eléctrica Municipal de San Marcos
- Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Pínula, Jalapa
- Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos
- Empresa Eléctrica Municipal de Santa Eulalia, Huehuetenango
- Empresa Eléctrica Municipal de Zacapa

Comercializador, es la persona, individual o jurídica, cuya actividad consiste en comprar y vender bloques de energía eléctrica con carácter de intermediación y sin participación en la generación, transporte, distribución y consumo.

### **1.3.2. Administrador del Mercado Mayorista (AMM)**

Es el ente encargado de la administración del Mercado Mayorista y cuyo objetivo es asegurar el correcto funcionamiento del Sistema Nacional Interconectado y de las interconexiones.

### **1.3.3. Función del administrador del Mercado Mayorista**

Su función es realizar el despacho o programación de la operación, la coordinación de la operación del Sistema Nacional Interconectado, dentro de los requerimientos de calidad de servicio y seguridad, el posdespacho y la administración de las transacciones comerciales del Mercado Mayorista.

## **1.4. Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE)**

La Ley General de Electricidad define a la Comisión Nacional de Energía Eléctrica en adelante Comisión, como un órgano técnico del Ministerio de Energía y Minas. La Comisión posee independencia funcional para el ejercicio de sus atribuciones y de las siguientes funciones.

### **1.4.1. Funciones de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica**

- Cumplir y hacer cumplir la ley y sus reglamentos, en materia de su competencia, e imponer las sanciones a los infractores.
- Velar por el cumplimiento de las obligaciones de los adjudicatarios y concesionarios, proteger los derechos de los usuarios y prevenir conductas atentatorias contra la libre competencia, así como prácticas abusivas o discriminatorias.
- Definir las tarifas de transmisión y distribución sujetas a regulación, de acuerdo a la ley, así como la metodología para el cálculo de las mismas.
- Dirimir las controversias que surjan entre los agentes del subsector eléctrico, actuando como árbitro entre las partes cuando estas no hayan llegado a un acuerdo.
- Emitir las disposiciones y normativas para garantizar el libre acceso y uso de las líneas de transmisión y redes de distribución de acuerdo a lo dispuesto en la ley y su reglamento.



## **1.5. Sistema de transporte**

Comprende el conjunto de medios y elementos útiles para la generación, la transmisión y la distribución de la energía eléctrica.

### **1.5.1. Servicio de Transporte de Energía Eléctrica (STEE)**

El Servicio de Transporte de Energía Eléctrica (STEE) es la actividad, sujeta a autorización, que tiene por objetivo vincular eléctricamente a los generadores con los distribuidores o grandes usuarios, y puntos de interconexión con sistemas eléctricos de países vecinos, utilizando instalaciones propiedad de transportistas u otros agentes del MM.

Los distribuidores, generadores o grandes usuarios que se conectan al SNI usando instalaciones de un distribuidor, no consideran a este, por este hecho como transportista, sino únicamente como un prestador del servicio de transporte, en las condiciones que señala el reglamento de la Ley General de Electricidad.

Las Normas Técnicas de Diseño y Operación (NTDO) del STEE contienen todas las normas técnicas y operativas que garantizan la seguridad de las instalaciones y la calidad del servicio.

### **1.5.2. Acceso a la capacidad de transporte**

Las Normas Técnicas de Acceso y Uso de la Capacidad de Transporte (NTAUCT) contienen los requisitos que debe cumplir y los estudios a realizar y presentar cada agente del MM o gran usuario, que decide desarrollar nuevas instalaciones o ampliar existentes que impliquen una modificación de la potencia intercambiada.

### **1.5.3. Ampliación a la capacidad de transporte**

La construcción de nuevas líneas o subestaciones del STEE se puede realizar por las siguientes modalidades.

- Acuerdo entre las partes: en esta modalidad los solicitantes acuerdan con un transportista el precio y las condiciones de pago, pero aceptan hacerse cargo de la totalidad de los costos de construcción, operación y mantenimiento de las nuevas instalaciones, renunciando a hacer cualquier cobro adicional a otros usuarios. Estas instalaciones se consideran pertenecientes al sistema secundario.
- Consulta y licitación pública: un conjunto de participantes del MM, denominados iniciadores, podrán proponer a la Comisión la construcción de una ampliación al sistema principal de transporte, cuyo costo será pagado además por el resto de los generadores en proporción a su potencia firme.

### **1.5.4. Propiedad de las instalaciones de ampliación**

Las instalaciones de una ampliación dedicada al STEE podrán ser propiedad de:

- Un transportista existente por ampliación de sus instalaciones.
- Una empresa que se constituya a los efectos de construir y operar redes de transmisión.

- Generadores, grandes usuarios o distribuidores que prestan el servicio de distribución final que construyen sus propias líneas, correspondientes al sistema secundario, para conectarse al SIN. Estas líneas pueden ser entregadas en operación o en propiedad a transportistas existentes.

#### **1.5.5. Sistema de peaje para el STEE**

El propietario de cada instalación dedicada al STEE recibe anualmente, una remuneración denominada peaje, libremente acordada por las partes. En caso de que no exista acuerdo entre el transportista y el usuario del STEE, la Comisión regula el peaje con base en los siguientes conceptos.

Para instalaciones existentes del sistema principal de transporte, un valor de peaje, en proporción a la potencia firme conectada, que se calcula dividiendo el costo anual del STEE entre la potencia firme total conectada al sistema eléctrico correspondiente. Para instalaciones existentes del sistema secundario, el valor establecido para el sistema principal, corregido por la distancia entre el generador o usuario y el punto de conexión al sistema principal.

#### **1.5.6. Régimen de calidad del servicio de transporte**

La Comisión aplica las Normas Técnicas de Calidad del Servicio de Transporte y Sanciones (NTCSTS), que establecen también las obligaciones de generadores, distribuidores y grandes usuarios, conectados directamente al sistema de transporte, en lo referente a la regulación de tensión.

Para instalaciones existentes del sistema secundario, el valor establecido para el sistema principal, corregido por la distancia entre el generador o usuario y el punto de conexión al sistema principal.



## **2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES**

### **2.1. Sistema Eléctrico de Potencia (SEP)**

El sistema eléctrico de potencia es un conjunto de elementos que tiene como fin generar, transformar, transmitir, distribuir y consumir la energía eléctrica de tal forma que se logre la mayor calidad al menor costo posible. Un sistema eléctrico de potencia consta de plantas generadoras que producen la energía eléctrica consumida por las cargas, una red de transmisión y de distribución para transportar esa energía de las plantas a los puntos de consumo, así como el equipo adicional necesario para lograr que el suministro de energía se realice con las características de continuidad de servicio, regulación de tensión y control de frecuencia requeridas.

#### **2.1.1. Cargas en un Sistema Eléctrico de Potencia**

La carga de un sistema está constituida por un conjunto de cargas individuales de diferentes tipos, industrial, comercial y residencial. En general, una carga absorbe potencia real y potencia reactiva; es el caso de las cargas con dispositivos de estado sólido, por ejemplo. Las cargas puramente resistivas absorben únicamente potencial real. De aquí que las cargas de un sistema eléctrico también se clasifiquen en lineales y no lineales.

Figura 2. **Sistema Eléctrico de Potencia**



Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala. [www.eegsa.com](http://www.eegsa.com). Consulta: agosto de 2014.

### **2.1.2. Topología de un Sistema Eléctrico**

Un sistema eléctrico dependiendo de su confiabilidad se puede clasificar en tres tipos.

- Sistema radial: menos confiabilidad y más económico
- Sistema en anillo: mayor confiabilidad y más caro
- Red: mayor confiabilidad y costo

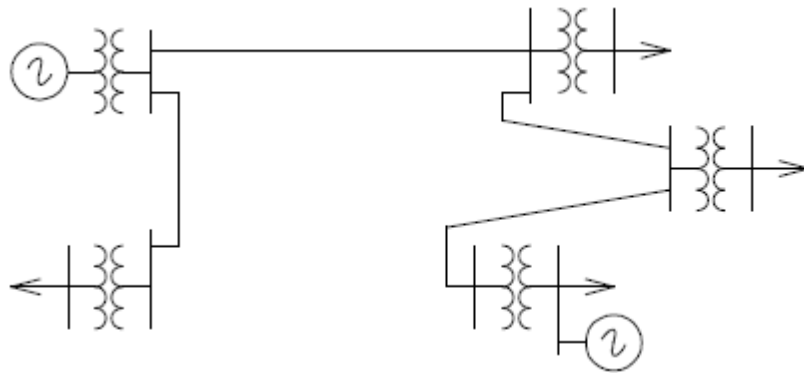
#### **2.1.2.1. Sistema radial**

En un sistema radial las cargas tienen una sola alimentación, de manera que una falla en la alimentación produce una interrupción en el suministro.

#### **2.1.2.2. Sistema en anillo**

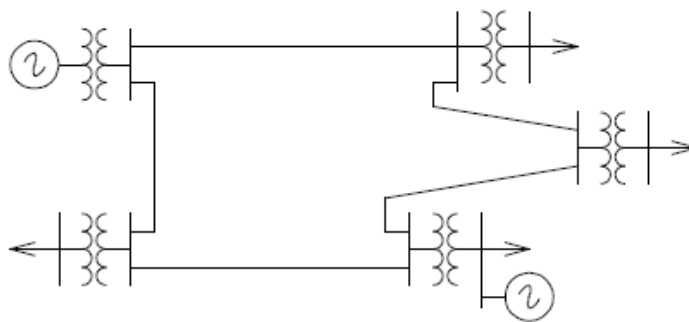
Con un sistema en anillo se tiene una doble alimentación y puede interrumpirse una de ellas sin causar una interrupción del suministro.

Figura 3. **Sistema radial**



Fuente: VIQUEIRA, Jacinto L. *Redes eléctricas*. p. 18.

Figura 4. **Sistema en anillo**

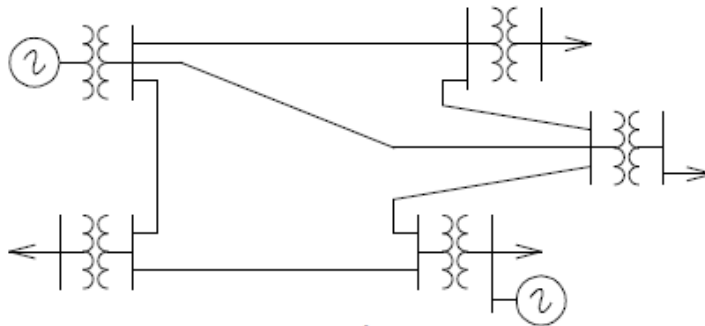


Fuente: VIQUEIRA, Jacinto L. *Redes eléctricas*. p. 19.

### 2.1.2.3. **Red**

Con este tipo de sistema se aumenta el número de interconexiones y en consecuencia, la seguridad del servicio.

Figura 5. **Red**



Fuente: VIQUEIRA, Jacinto L. *Redes eléctricas*. p. 19.

### 2.1.3. Representación de los Sistemas Eléctricos de Potencia

El diagrama completo para un sistema trifásico, rara vez es necesario para llevar la más uniforme y detallada información acerca del sistema, de hecho, el diagrama completo frecuentemente esconde, en vez de clarificar la información que se busca desde el punto de vista del sistema. En este punto se comprenderá lo que significa un diagrama unifilar y como este describe el Sistema Eléctrico de Potencia.

De gran importancia es la introducción de cantidades por unidad que se usan en muchos cálculos en lugar de voltios, amperios y otras unidades semejantes.

El uso de la computadora y programas en varios problemas de ingeniería en redes eléctricas se justifica ampliamente y representan de manera adecuada y funcional los sistemas de potencia.



### **2.1.3.1. Diagrama unifilar**

Un sistema trifásico equilibrado se resuelve siempre como un circuito monofásico, formado por una de las tres líneas y un neutro de retorno; por esta razón, muy rara vez es necesario representar en el esquema del circuito, más de una fase y el neutro; con frecuencia se hace otra simplificación mayor, suprimiendo el cierre del circuito por el neutro e indicando las componentes por medio de símbolos normalizados, en lugar de circuitos equivalentes.

Los parámetros del circuito no se indican y la línea de transmisión se representa por una sola línea entre los dos extremos; al diagrama resultante de esta simplificación de un sistema eléctrico se le llama diagrama unifilar, representado por medio de una línea simple y de símbolos normalizados a las líneas de transmisión y aparatos asociados de un sistema eléctrico.

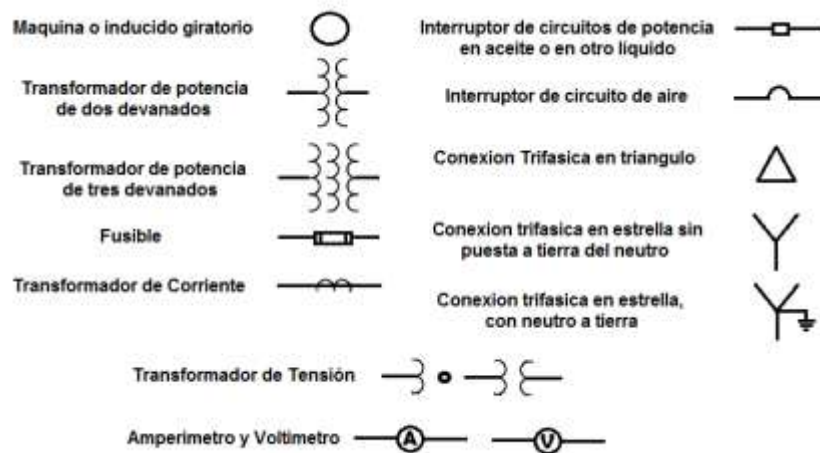
El objetivo principal de un diagrama unifilar es suministrar de manera concisa, los datos más significativos e importantes de un sistema; la importancia de las diferentes características de un sistema, varía según el problema que se considere y la cantidad de información que se incluye en el diagrama, depende del fin para el que se desea.

Por ejemplo, la colocación de los interruptores y los relés no tiene importancia en un estudio de carga; por tanto, estos no se pondrán si el fin primario del diagrama es realizar tal estudio, como fue mencionado anteriormente; si se agregan al diagrama unifilar, la interpretación puede ser confusa y con mucha información innecesaria.

Por otra parte, la determinación de la estabilidad de un sistema en condiciones de régimen transitorio resultantes de una falla, depende de la velocidad con la que los relés e interruptores del circuito aíslan la parte con falla del sistema, por tanto, la información sobre los interruptores puede ser de importancia trascendental. Algunas veces los diagramas unifilares incluyen información sobre los transformadores de corriente y de tensión que usen los relés del sistema o que están instalados para medida.

La información contenida, en un diagrama unifilar, varía según el problema que se estudia y la práctica de la compañía.

Figura 6. **Símbolos de aparatos**



Fuente: STEVENSON, William. *Análisis de sistemas de potencia*. p. 110.

La ANSI (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares) y la IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) han publicado un conjunto de símbolos normalizados para los diagramas eléctricos, no todos los autores siguen esos símbolos de una forma consistente, especialmente en la representación de transformadores.

La figura 6, muestra algunos símbolos comúnmente usados. El símbolo básico para una máquina o inducido giratorio es un circuito, pero hay relacionadas tantas adaptaciones del símbolo básico, que pueden ser representadas todas las partes de la máquina eléctrica giratoria de uso corriente; para quien no trabaje constantemente con diagramas unifilares es más claro indicar una máquina determinada por medio del símbolo básico, seguido de información sobre el tipo y régimen.

Es importante conocer la situación de los puntos en los que un sistema está unido a tierra, con el objetivo de calcular la corriente que circula cuando se produce un fallo asimétrico que incluye la tierra.

El símbolo normalizado para designar una estrella trifásica con el neutro a tierra se ha representado en la figura 6; si se intercala una resistencia o una reactancia entre el neutro de la estrella y tierra, para limitar la corriente a tierra durante un fallo, pueden añadirse los símbolos adecuados al símbolo normalizado de la estrella a tierra.

Muchos transformadores en sistemas de transmisión son puestos a tierra firmemente. También los neutros de los generadores son generalmente puestos a tierra, a través de altas resistencias y se han hecho algunos experimentos en los EE.UU. con neutros de generadores puestos a tierra, a través de una reactancia inductiva sintonizada en paralelo con la capacitancia distribuida a tierra, del generador de los bobinados de transformadores de baja tensión y de la línea entre el transformador y el generador; tal bobina se llama neutralizadora de fallos a tierra y también puede usarse entre neutros de transformadores y tierra.

La figura 7 es el diagrama unifilar de un sistema muy sencillo: dos generadores, uno puesto a tierra por una reactancia y el otro por una resistencia, están conectados a una barra y a través de un transformador elevador, a una línea de transporte. Un tercer generador, al otro extremo de la línea de transporte, a cada barra, está unida una carga. En el diagrama se incluyen datos sobre las cargas, régimen de los generadores y transformadores y las reactancias de las diversas partes del circuito; la resistencia se desprecia muchas veces al efectuar cálculos de fallos y se omite en la información que acompaña a la figura 7; para los estudios de cargas, hay que incluir las resistencias.

Figura 7. **Diagrama unifilar de un Sistema Eléctrico de Potencia**



Fuente: STEVENSON, William. *Análisis de sistemas de potencia*. p. 111.

Las reactancias específicas para los generadores se conocen como reactancias subtransitorias. El estudio de la máquina de corriente alterna, demuestra que la corriente que circula inmediatamente después de producirse un fallo, depende de un valor de la reactancia en el generador o el motor, que es diferente del valor que la determina, en condiciones de régimen permanente.

#### 2.1.4. Operación del Sistema Eléctrico de Potencia

La mayor parte de las incertidumbres y complejidades en la operación de un sistema eléctrico de potencia, proviene de la variabilidad inherente de la carga impuesta por los usuarios, según las necesidades creadas por sus actividades.

Se suele argumentar en el sentido de que una central productora de energía eléctrica, debe ser considerada como fábrica para la elaboración de "energía útil", partiendo de combustibles fósiles o de la energía hidráulica como materias primas. Pero existe una diferencia fundamental entre otros tipos de industrias con respecto a una central eléctrica, dado que el producto de esta no está completamente terminado hasta el mismo instante en que se le utiliza, y debe ser entonces exactamente igual a la demanda instantánea del conjunto total de los usuarios de la citada central.

##### 2.1.4.1. Demanda de energía eléctrica

En cualquier problema de diseño o ampliación de una central eléctrica, la primera etapa (de prediseño) debe definir las condiciones de la provisión de energía que la planta debe satisfacer.

Las condiciones citadas pueden clasificarse bajo tres aspectos:

- Demanda máxima de potencia activa, en kW o en MW:  $P_{max}$ .
- Total de energía requerida (en un período dado, un día, un mes o un año) también conocida como "demanda de energía":  $E$ .
- Variabilidad de la demanda de potencia en función del tiempo:  $P = f(t)$ .

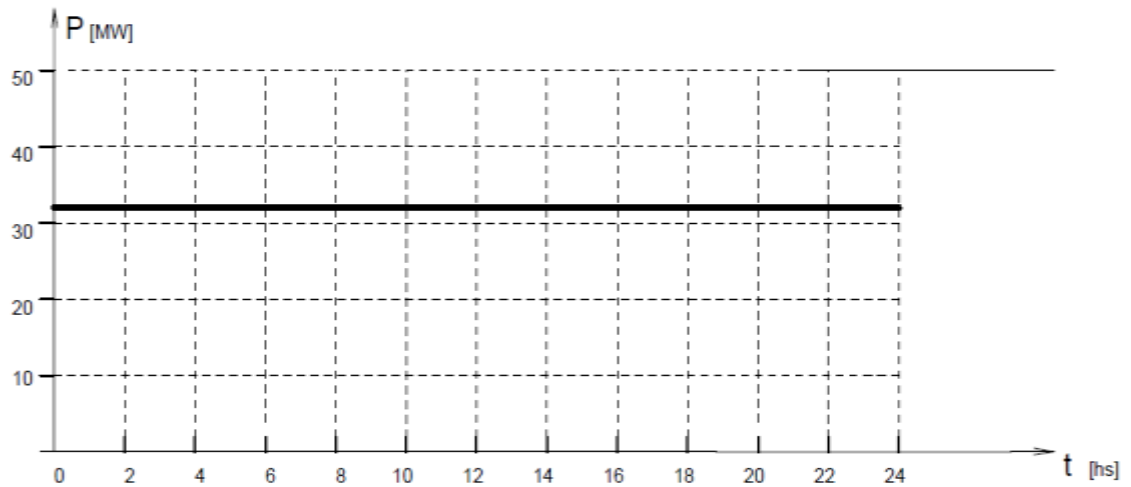
Para muchos casos prácticos, en los que prevalecen los aspectos técnicos (no económicos), las dos primeras condiciones caracterizan a la demanda en cuestión.

La demanda de un sistema eléctrico de potencia, o de parte del mismo, se expresa en términos de potencia activa, y define la carga solicitada a la fuente de abastecimiento de dicho sistema, en los puntos terminales del mismo, promediada durante un período de tiempo adecuado que se especifica. El intervalo de tiempo fluctúa por lo general entre 15 y 30 minutos. Al indicar que se trata de los puntos terminales del sistema, se quiere expresar que deben sumarse las pérdidas de transmisión y distribución, si se quiere determinar la producción requerida para satisfacer dicha demanda.

#### **2.1.4.2. Curvas de carga**

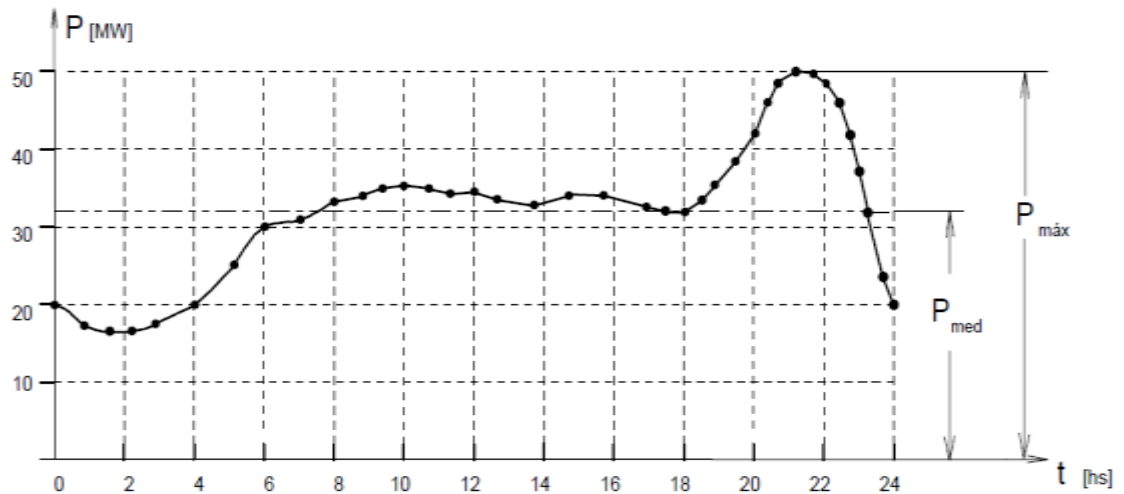
La carga ideal, tanto desde el punto de vista de la magnitud del equipo necesario para la generación de un determinado cupo de energía, como de la rutina necesaria para la operación de la central que alimenta a dicha carga, sería aquella que tuviera una representación gráfica constante en el tiempo, tal como la indicada en la figura 8.

Figura 8. Curva de carga ideal



Fuente: Facultad Regional Santa Fe. [www.frsf.utn.edu.ar](http://www.frsf.utn.edu.ar). Consulta: agosto de 2014.

Figura 9. Curva de carga real



Fuente: Facultad Regional Santa Fe. [www.frsf.utn.edu.ar](http://www.frsf.utn.edu.ar). Consulta: agosto de 2014.

El costo para producir un área elemental (1 kWh) de la curva de carga ideal puede ser del orden del 50 al 75 por ciento del que aproximadamente corresponde a la producción de la misma unidad física en las condiciones ilustradas en la figura 9.

De la observación de la figura 9 y de los comentarios precedentes, se puede concluir que el problema de la carga variable es uno de los fundamentales, porque desde el punto de vista de la eficiencia o rentabilidad de la central eléctrica, el objetivo es colocar el kWh en el origen del sistema de transmisión, esto para los sistemas eléctricos de potencia grandes (o directamente en el origen del sistema de distribución, si se trata de pequeñas centrales que alimentan a localidades chicas con poca demanda) al menor costo unitario posible.

Una misma central termoeléctrica a vapor, produciendo energía con carga variable, como se observa en la figura 9, producirá energía eléctrica hasta un 25 por ciento más cara que si tuviera una carga constante, como se observa en la figura 20. La razón de esta diferencia en el costo del kWh generado, deberá encontrarse no solo en las mejores condiciones de operación, como las tendrán turbinas y generadores sincrónicos trabajando con su mejor eficiencia, o la significativa economía resultante de operar uniformemente a los generadores de vapor, sino que también sería el resultado de un menor costo inicial del total de equipos instalados, lo que se consigue con equipos de control y regulación más sencillos y con la supresión de algunos equipos auxiliares.



### 2.1.4.3. Factor de demanda

La capacidad de una central depende de la demanda máxima de potencia que requiera el sistema que alimentará, como resultado de los consumidores que deberá atender:

$$\text{Cap} = f(P_{\max})$$

La mayor parte de las centrales abastecerán una variedad de servicios, con demandas variables en el tiempo. Si todos los artefactos de un consumidor determinado funcionaran a pleno simultáneamente, la demanda máxima de dicho usuario sería igual a su carga instalada. Sin embargo, la experiencia demuestra que la demanda máxima real de un consumidor, será menor que su carga instalada (salvo casos excepcionales), puesto que nunca todos los artefactos funcionarán a plena carga al mismo tiempo.

La relación entre la demanda máxima y la carga instalada de un consumidor cualquiera, se mide por el "factor de demanda":

$$d = \frac{P_{j(\max)}}{C}$$

Donde:

**d**= factor de demanda de un consumidor individual

**P**= demanda máxima de potencia activa de un consumidor individual

**C**= carga instalada de un consumidor individual

El factor de demanda depende de la naturaleza y actividades del consumidor y hasta cierto punto de la ubicación del sistema eléctrico de potencia que se trata.

Distintos estudios indican que el factor de demanda puede variar desde el 25 por ciento (0,25) para hoteles hasta el 90 por ciento (0,90) para frigoríficos.

Tabla I. **Factores de demanda típicos**

Tipo de consumidores		Factor de demanda
<b>Residencial</b>	Carga conectada de hasta 0,25 kW	1,0
	Carga conectada de hasta 0,50 kW	0,60
	Carga conectada superior a 1,00 kW	0,50
<b>Comercial</b>	Restaurantes	0,70
	Tiendas y oficinas	0,70
	Teatros	0,60
	Escuelas e iglesias	0,55
	Hoteles	0,50
<b>Motores eléctricos en general</b>	0 a 10 HP	0,75
	10 a 20 HP	0,65
	20 a 100 HP	0,55
	Mayores de 100 HP	0,50

Fuente: Facultad Regional Santa Fe. [www.frsf.utn.edu.ar](http://www.frsf.utn.edu.ar). Consulta: agosto de 2014.

Tabla II. **Factores de demanda por tipos de carga**

Tipos de cargas	Factor de demanda
Casas habitación y condominios	0,4 a 0,6
Alumbrado público	1,0
Sistemas de bombeo	0,7 a 0,8
Iglesias	0,3 a 0,4
Centrales telefónicas	0,6 a 0,7
Escuelas	0,4 a 0,5
Servicios propios de edificios	0,4 a 0,5

Fuente: Facultad Regional Santa Fe. [www.frsf.utn.edu.ar](http://www.frsf.utn.edu.ar). Consulta: agosto de 2014.

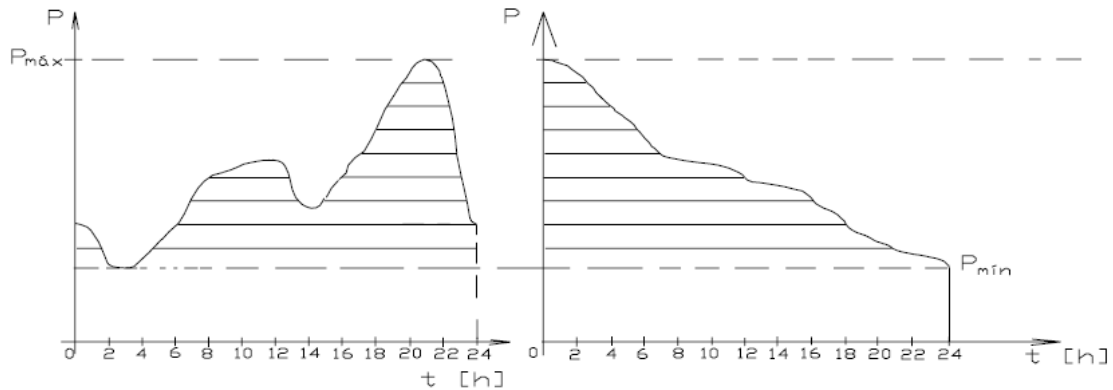
Por lo tanto se puede decir que cada dispositivo o artefacto de un usuario (un motor eléctrico, por ejemplo), alcanzará su propia demanda máxima en algún momento durante su operación, pero el factor de demanda mide hasta qué punto contribuye a la demanda máxima del usuario en cuestión. Los factores de demanda de usuarios son siempre menores que la unidad.

#### **2.1.4.4. Factor de carga**

Como ya se mencionó, si se analiza el consumo de energía eléctrica de una región dada, se encontrará que no es constante, sino que sufre fuertes oscilaciones. Registrando durante un día completo el consumo de potencia activa en función del tiempo, se obtendrá un diagrama de carga semejante al indicado en la figura 9.

La máxima punta de potencia  $P_{max}$  es superior a la carga media  $P_{med}$  de la central que alimenta una región en consideración. La cantidad total de energía o trabajo eléctrico en kWh o en MWh suministrados en el tiempo  $t$  [h] es  $E$  [kWh], igual a la medida de la superficie limitada por la curva  $P = f(t)$  contra los ejes coordenados. Para un día cualquiera, los diagramas diario o cronológico y monótono u ordenado tendrían las formas indicadas aproximadamente en la figura 10.

Figura 10. **Curvas cronológica y ordenada diarias de cargas de una central**



Fuente: Facultad Regional Santa Fe. [www.frsf.utn.edu.ar](http://www.frsf.utn.edu.ar). Consulta: agosto de 2014.

La potencia media suministrada durante el intervalo de  $t$  [h], es por consiguiente:

$$P_{med(p)} = \frac{E_{(p)}}{t_{(p)}}$$

Donde:

$P_{med(p)}$  = carga promedio durante el período considerado en [kW] o en [MW].

$E_{(p)}$  = energía total suministrada en el período considerado (proporcional a la superficie encerrada por la curva cronológica de carga) en [kWh] o en [MWh].

$t_{(p)}$  = duración del período considerado en [h].

El factor de carga se define como la relación:

$$f_{c(p)} = \frac{P_{med(p)}}{P_{max(p)}} = \frac{\frac{E_{(p)}}{t_{(p)}}}{P_{max(p)}}$$

Donde:

$f_{c(p)}$  = factor de carga para el período considerado

$P_{\max(p)}$  = demanda de potencia para el período considerado, en [kW] o en [MW]

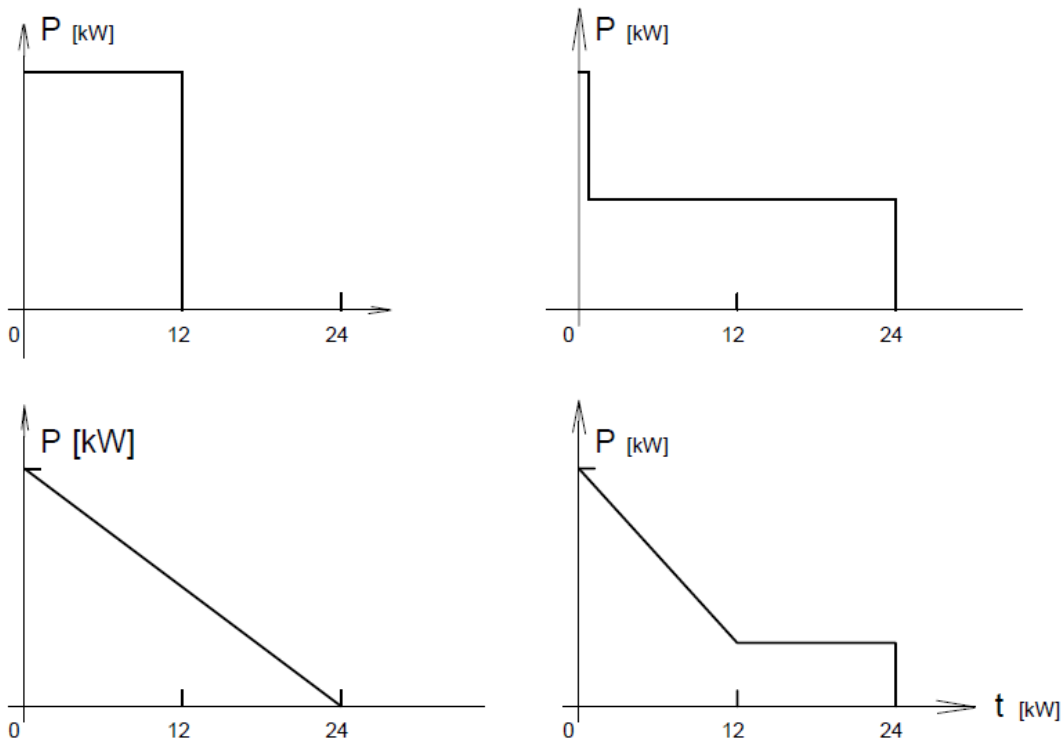
El factor de carga mide la variabilidad de la carga solamente, no dando ninguna idea clara de la curva de "duración (o estadística) de cargas".

Para una central eléctrica resulta desfavorable que el factor de carga sea pequeño, puesto que ello indica que, a pesar de haber construido la planta con una capacidad igual o superior a  $P_{\max}$ , no suministra más que una modesta fracción de aquella, de forma que la misma desaprovecha en gran medida sus posibilidades de generación.

La figura 11 muestra distintas formas que puede asumir la curva de duración de cargas para una misma demanda máxima y un factor de carga de 0,5 en todos los ejemplos.

En la práctica, a medida que el factor de carga se aproxima a cero, la curva de duración de cargas se aproxima a una L estrecha, indicando un pico de muy corta duración, con muy poco o nada de carga durante la mayor parte del período considerado. A medida que el factor de carga se aproxima a la unidad, la curva de duración de cargas diarias será casi rectangular, indicando cargas elevadas de relativamente gran duración. De hecho, al hacerse  $f_c = 1$ , la curva ordenada de cargas es un rectángulo, dado que las cargas máxima y promedio son iguales.

Figura 11. **Curvas diarias de duración de cargas que tienen en común el mismo factor de carga  $f_c = 0,5$**



Fuente: Facultad Regional Santa Fe. [www.frsf.utn.edu.ar](http://www.frsf.utn.edu.ar). Consulta: agosto de 2014.

El factor de carga tiene una importancia económica y técnica considerable, porque refleja la medida en que se aprovecha la central. Si se ponen dos centrales con la misma potencia instalada, el hecho que una de ellas tenga mejor factor de carga, significa que producirá más energía en el mismo período. Mientras más alto sea el factor de carga, mayor provecho se obtendrá de la misma potencia instalada.

La demanda de tipo industrial o del transporte eléctrico da lugar a factores de carga más elevados, pues se sostiene con valores significativos durante un mayor número de horas al día. La demanda de tipo doméstico, en cambio, tiende a producir factores de carga bajos, porque los valores relativamente altos de aquella se manifiestan en pocas horas del día.

### **2.1.5. Aspectos económicos de los Sistemas Eléctricos de Potencia**

Poner energía en cada casa es un proceso complicado, integrado por varias partes en las cuales intervienen varios agentes del subsector eléctrico. El costo de esta energía, por tanto, no es fácil de calcular.

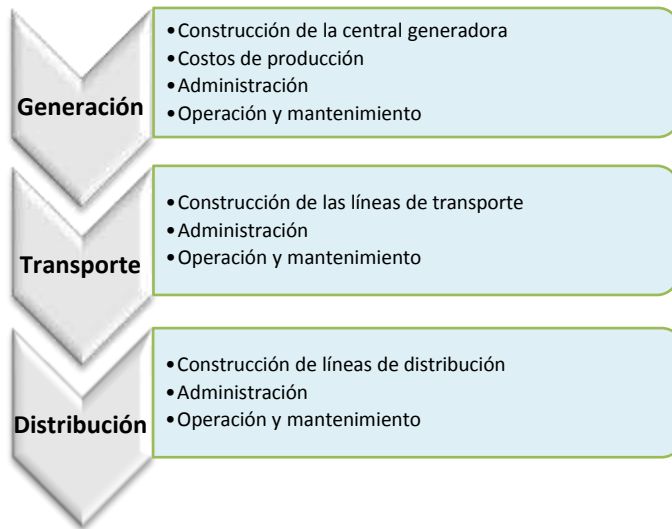
Para realizar el cálculo es necesario tomar en cuenta los costos en los que incurre cada una de las partes involucradas. Estas partes pueden dividirse en tres, que corresponden a los tres agentes del subsector eléctrico descritos en la Ley General de Electricidad: generadores, transportistas y distribuidores.

#### **2.1.5.1. Costo de la energía eléctrica**

En la Ley General de Electricidad y su Reglamento, se encuentra detallada la metodología para el cálculo del costo de cada una de las actividades incluidas en la factura eléctrica.

El costo de generación de energía eléctrica incluye inversión de capital para la construcción de la central generadora, costos de producción (que varían en función del tipo de central generadora, la tecnología para la generación y combustible utilizado) y costos de administración, operación y mantenimiento de la central.

Figura 12. **Costos incluidos en la factura de energía eléctrica del usuario final**



Fuente: elaboración propia, tomado de [www.cnee.gob.gt](http://www.cnee.gob.gt). Consulta: agosto de 2014.

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica proyecta anualmente los costos de generación y los revisa trimestralmente, incluyendo las variaciones en el ajuste tarifario.

#### **2.1.5.2. Costo de transporte y distribución**

Los transportistas llevan la energía eléctrica de las centrales generadoras a los puntos de consumo. Los costos en los que incurren los transportistas, incluyen gastos de inversión para la construcción de líneas de transporte (líneas de transmisión de alta tensión y subestaciones de transformación), administración, operación y mantenimiento de las instalaciones, estos costos se encuentran integrados en un solo cobro dentro de la factura eléctrica, con un valor fijado por la CNEE.



Los distribuidores son los encargados de suministrar la energía eléctrica a los usuarios finales dentro de los puntos de consumo. Son también los encargados de la facturación y el cobro de la tarifa total a los usuarios de la electricidad, y de las instalaciones para la comercialización y servicio al cliente sobre el servicio de energía eléctrica.

Los costos de distribución se denominan Valor Agregado de Distribución (VAD) y son calculados por la CNEE cada cinco años, siendo ajustados semestralmente por inflación y variación en el tipo de cambio.

Además del VAD, las distribuidoras agregan un costo fijo mensual que cubre los gastos por lectura de contadores y facturación.

## **2.2. Subestación eléctrica**

Una subestación eléctrica es un conjunto de elementos o dispositivos, los cuales intervienen en el proceso de generación-consumo de energía eléctrica, de una manera que permiten cambiar las características de energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, entre otros), tipo (A.C. o C.C.) o bien conservarle dentro de ciertas características. Es un nodo dentro del sistema de potencia en el cual se transforman los niveles de tensión y corriente, con el fin de minimizar pérdidas y optimizar la distribución de la energía producida en las centrales generadoras, maniobrando y controlando su destino final con determinados requisitos de calidad. Los parámetros que la definen son: potencia, voltaje y corriente.

### 2.2.1. Clasificación de las subestaciones eléctricas

Las subestaciones pueden clasificarse bajo criterios básicos que cubran las funciones, tipos y formas que existen en el medio, las cuales se resumen en la siguiente tabla.

Tabla III. Clasificación de las subestaciones eléctricas

Clasificación de las subestaciones		
Por su función dentro del sistema	Por tipo de operación	Por su forma constructiva
<ul style="list-style-type: none"><li>• Generación</li><li>• Transmisión</li><li>• Sub-Transmisión</li><li>• Distribución o servicio</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Transformadora</li><li>• Acoplamiento</li><li>• Distribuidora</li><li>• Maniobra</li><li>• Combinación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Por su montaje<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Interior</li><li>▪ Exterior</li></ul></li><li>• Por su equipo<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Convencional</li><li>▪ Encapsulada</li><li>▪ Móvil</li></ul></li></ul>

Fuente: ENRÍQUEZ HARPER, Gilberto. *Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión*. p. 63.

En el medio y de acuerdo con la potencia y tensión que manejan las subestaciones, estas se pueden agrupar en:

- Subestaciones de transmisión: su función es interconectar las diferentes líneas de transmisión: arriba de 138 kV.
- Subestaciones de subtransmisión: son las que interconectan líneas de nivel intermedio de tensión, para transporte a distancias moderadas y cargas no muy altas distribuidas a lo largo de la línea.
- Subestaciones de distribución primaria: entre 34,5 y 13,8 kV.

Puede considerarse otro tipo de clasificación para la subestaciones eléctricas, dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

- Subestación de generación: asociadas a centrales generadoras. Dirigen directamente el flujo de potencia al sistema.
- Subestación de maniobra: conectan varios circuitos (o líneas) para orientar o distribuir el flujo de potencia a diferentes áreas del sistema.

## **2.2.2. Características de operación**

Características tales como confiabilidad, seguridad, flexibilidad y modularidad, determinan la forma de una subestación y se definen de la forma siguiente.

### **2.2.2.1. Confiabilidad**

Propiedad en que una subestación pueda mantener el suministro de energía, bajo la condición que al menos un componente de la subestación pueda repararse durante la operación.

### **2.2.2.2. Flexibilidad**

Es la propiedad de la instalación para acomodarse a las diferentes condiciones que se puedan presentar, bien sea por mantenimiento, por cambios en el sistema o por fallas.

### **2.2.2.3. Seguridad**

Propiedad de una instalación de operar adecuadamente bajo condiciones normales y anormales de manera que se evite el daño en los equipos o riesgo para las personas.

### **2.2.2.4. Modularidad**

El espacio ocupado por el conjunto de equipos pertenecientes a una misma salida de la subestación se denomina campo o bahía, por ejemplo: campo de línea, bahía de transformador, entre otros. La Modularidad es la facilidad que tiene una subestación para cambiar de configuración cuando sus necesidades o el sistema lo requieran.

## **2.2.3. Configuraciones de conexiones de barras**

Por configuraciones de conexión de barras se entienden aquellas en las cuales cada circuito tiene un interruptor, con la posibilidad de conectarse a una o más barras por medio de seccionadores. Básicamente existen dos tendencias de configuraciones de conexiones de barras, dentro de las cuales se encuentran las configuraciones más utilizadas para niveles de alta y extra alta tensión.

- Tendencia europea :
  - Barra sencilla
  - Barra principal y barra de transferencia
  - Doble barra
  - Doble barra más seccionador de *by-pass* o paso directo

- Doble barra más seccionador de transferencia
- Doble barra más barra de transferencia
  
- Tendencia americana:
  - Anillo
  - Interruptor y medio
  - Doble barra con doble interruptor
  - Anillo cruzado

Pueden considerarse otras configuraciones de conexiones de barras, dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

- Interruptor y tres cuartos
- Malla
- Doble transferencia

En el medio se tiene aplicación de ambas tendencias, europea y americana.

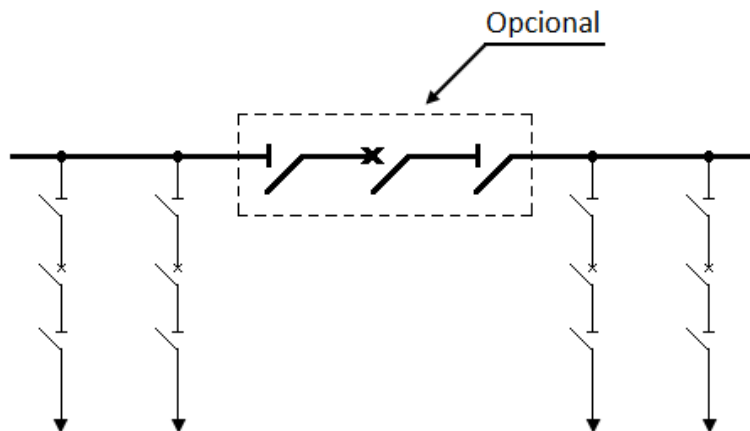
#### **2.2.3.1. Barra sencilla**

Es una configuración que cuenta con un solo barraje colector al cual se conectan los circuitos por medio de un interruptor. Es económica, simple, fácil de proteger, ocupa poco espacio y no presenta muchas posibilidades de operación incorrecta.

Como desventaja principal puede citarse la falta de confiabilidad, seguridad y flexibilidad teniendo así que suspender el servicio en forma total cuando se requiera hacer una revisión o reparación en la barra colectora, o del circuito cuando la revisión o reparación es en el interruptor; sin embargo, con un seccionamiento longitudinal se obtiene alguna confiabilidad y flexibilidad pues se hace posible separar en dos partes el barraje, lo cual facilita las reparaciones, trabajos de ampliación y, en determinadas circunstancias, aún la operación de la misma subestación.

Si el seccionamiento del barraje se efectúa con el fin de lograr flexibilidad en la subestación, se requiere un planeamiento muy cuidadoso ya que durante la operación normal no se pueden cambiar los circuitos de una barra a la otra. Un seccionamiento mal planeado puede inclusive atentar contra la seguridad del sistema.

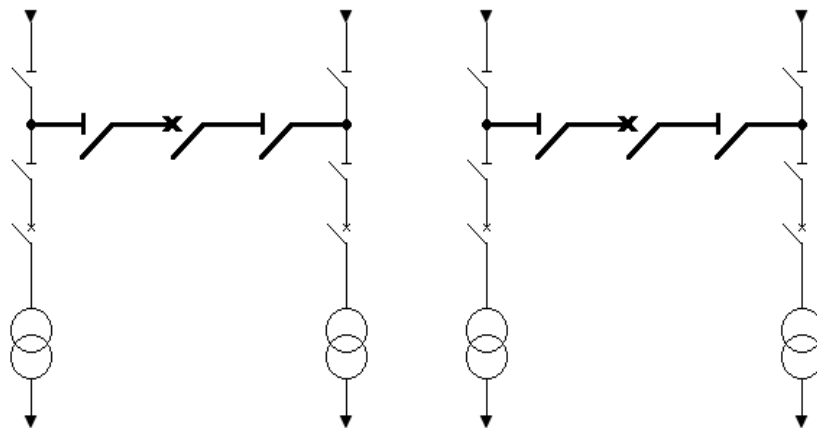
Figura 13. **Barra sencilla**



Fuente: elaboración propia, tomado de Mejilla Villegas S.A (2003).

Una aplicación práctica del seccionamiento del barraje ocurre cuando se tienen dos circuitos provenientes de una misma subestación y alimentan dos transformadores para conformar las configuraciones denominadas en H. Si los dos circuitos provienen de subestaciones distintas, el seccionamiento no debe comprometer la seguridad de dichas subestaciones por la suspensión de la interconexión entre ellas.

Figura 14. Configuración en H



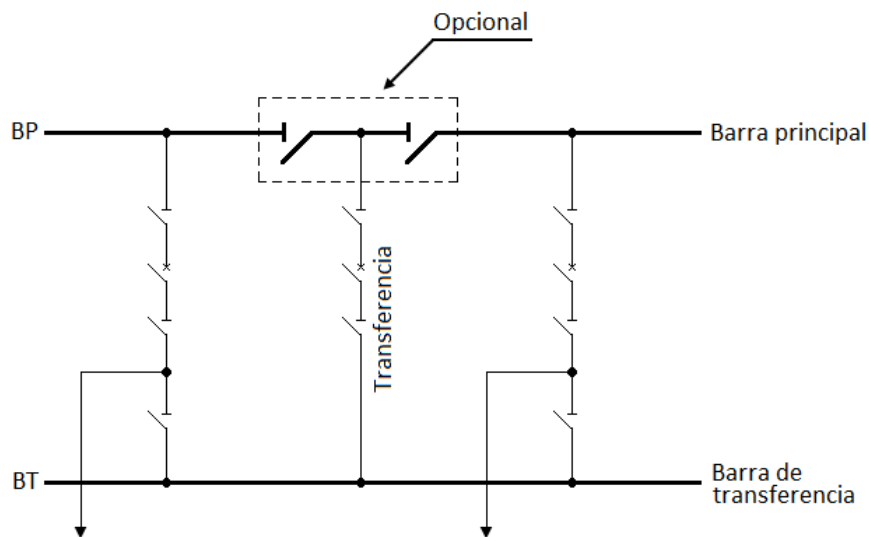
Fuente: elaboración propia, tomado de Mejilla Villegas, S. A. (2003).

La barra sencilla se puede utilizar para subestaciones de alta y extra alta tensión con muy pocos campos de conexión y exige retirar del servicio todo el campo y su elemento conectado (línea o transformador), cuando se va a realizar cualquier trabajo sobre el interruptor u otro de los equipos del campo de conexión.

### 2.2.3.2. Barra principal y barra de transferencia

Para mejorar la confiabilidad por falla en interruptores en la configuración de barra sencilla, a esta se le puede agregar un barra auxiliar o de transferencia, a cada circuito un seccionador (de transferencia) para la conexión a dicha barra y un interruptor (de transferencia) para unir las dos barras, conformándose así una configuración llamada de barra principal y transferencia.

Figura 15. Barra principal y barra de transferencia



Fuente: elaboración propia, tomado de Mejilla Villegas, S. A. (2003).

Con esta configuración cada circuito se puede conectar por medio del interruptor de transferencia a la barra de igual nombre, conservando en esta forma el servicio del circuito respectivo durante el mantenimiento del interruptor o fallas del mismo, siempre y cuando no existan fallas en el circuito, lo que demuestra la buena confiabilidad que la configuración presenta bajo estas circunstancias.



Si la barra principal se divide por medio de un seccionador, para cada parte de ella, y el interruptor de transferencia se coloca entre los dos seccionadores, se tiene la posibilidad de hacer mantenimiento de barras dejando sin servicio únicamente la mitad de la subestación, y aún se puede mantener en servicio por medio del interruptor de transferencia y la barra de transferencia uno de los circuitos correspondientes a la barra que se quiere aislar, lográndose en esta forma alguna flexibilidad (con las limitaciones descritas para la barra sencilla). Además, con el seccionamiento se logra alguna confiabilidad por fallas en el barraje.

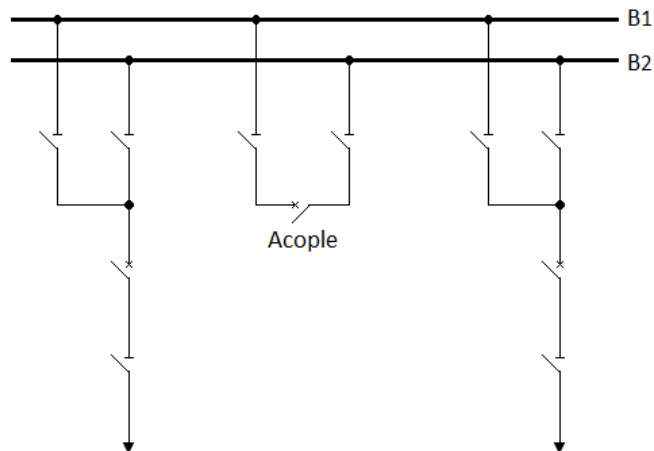
Esta configuración es económica en costo inicial y final a pesar de exigir interruptor de transferencia. Es posible también en casos especiales usar la barra de transferencia como puente de paso de una línea que entra a la subestación y vuelve a salir de ella. Por otra parte, una falla en el barraje o en un interruptor, saca de servicio toda la subestación o el circuito asociado al interruptor hasta que pueda aislarse la falla, lo cual implica falta de seguridad de la configuración.

Para el diseño se debe tener en cuenta la ubicación de los transformadores de corriente, en tal forma que no existan problemas de protección con los circuitos a los cuales se les está efectuando la transferencia (su ubicación debe ser en el lado de la línea). El campo de transferencia no requiere transformador de corriente, si estos en los circuitos son ubicados correctamente. Además la capacidad de la barra y del campo de transferencia debe ser igual a la de cualquiera de los otros campos o circuitos. Esta configuración es muy utilizada en subestaciones de centrales de generación de mediana importancia, así como en subestaciones de transformación.

### 2.2.3.3. Doble barra

Para aumentar la flexibilidad a la barra sencilla se puede adicionar una segunda barra principal y un interruptor, para el acoplamiento de las dos barras conformándose así una configuración llamada de doble barra. Esta configuración es flexible pues permite separar circuitos en cada una de las barras, pudiéndose así dividir sistemas; además, tiene confiabilidad pero no seguridad por falla en barras y en interruptores; es posible también hacer mantenimiento en barras sin suspender el servicio y por ello se usa en áreas de alta contaminación ambiental.

Figura 16. Doble barra



Fuente: elaboración propia, tomado de Mejilla Villegas, S. A. (2003).

Se adapta muy bien a sistemas muy enmallados, en donde es necesario disponer de flexibilidad; debido a esta flexibilidad se puede usar el acople como seccionador de barras, permitiendo así conectar a una y otra barra circuitos provenientes de una misma fuente, sin necesidad de hacer cruce de líneas a la entrada de la subestación.

Tiene la ventaja adicional, sobre el seccionamiento longitudinal en las configuraciones anteriores, de que la conexión de un circuito a una barra u otra puede ser efectuada en cualquier momento, dependiendo de circunstancias o consignas operativas del sistema.

En el diseño es necesario considerar que las dos barras deben tener la misma capacidad y a su vez la capacidad total de la subestación; el interruptor de acople hace parte de los barrajes y por lo tanto debe tener la misma capacidad que estos o, por lo menos, la capacidad equivalente a la máxima transferencia posible entre los dos barrajes en cualquier topología de la subestación. Además, se debe tener especial cuidado con el tipo de la protección diferencial de barras que se requiere utilizar. Los transformadores de corriente pueden estar localizados adyacentes a los interruptores, el campo de acoplamiento requiere transformadores de corriente para la protección diferencial de barras.

Para el mantenimiento de interruptores es necesario suspender el servicio de la respectiva salida. Sin embargo, cuando el sistema es muy enmallado y diseñado para operación continua durante la salida de un circuito, la desconexión de un circuito no tiene mucho efecto en su comportamiento. En algunos sistemas, las líneas son de doble circuito y cada uno puede soportar la capacidad total de la línea; por lo tanto, no es esencial tener forma de dar mantenimiento a interruptores conservando el circuito energizado.

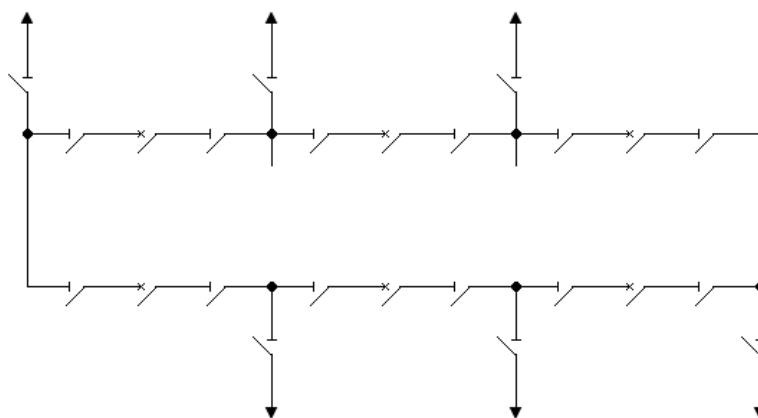
Algunas disposiciones físicas de esta configuración permiten efectuar un *by-pass* o paso directo temporal o permanente, por medio de cambios en las conexiones de los equipos y barrajes, para permitir una continuidad en el servicio durante prolongados períodos de mantenimiento o reparación del interruptor; esta disposición física es la denominada puenteable.

La configuración de doble barra es objeto de especial preferencia en Europa para subestaciones a 220 kV y aún para niveles más elevados de tensión, lo mismo que para subestaciones encapsuladas con aislamiento en SF<sub>6</sub> y tensiones hasta 400 kV inclusive. Cuando se requiere una gran flexibilidad se coloca una tercera barra, pero esto es en casos demasiado especiales.

#### 2.2.3.4. Anillo

En esta configuración no existe una barra colectora como tal, la conexión de los circuitos se realiza sobre un anillo conformado por interruptores, con los circuitos conectados entre cada dos de ellos. Para aislar un circuito es necesaria la apertura de los dos interruptores correspondientes, abriéndose así el anillo. Cuando se quiere aislar un circuito por un período largo, se debe abrir el seccionador de conexión del mismo para poder cerrar los interruptores asociados a dicho circuito y así dar continuidad al anillo.

Figura 17. Anillo



Fuente: elaboración propia, tomado de Mejilla Villegas, S. A. (2003).

Es una configuración económica y segura, además de confiable, pero sin flexibilidad. Es segura y confiable por permitir continuidad de servicio por falla o durante mantenimiento de interruptor, ya que cada línea o circuito está asociado a dos interruptores. El principal inconveniente consiste en que, en caso de falla en un circuito mientras se hace mantenimiento en otro, el anillo puede quedar dividido y presentar falta de servicio para alguna de las partes, o perderse la seguridad en el sistema. Para cumplir la función de seguridad y confiabilidad para los cuales esta subestación fue ideada, es necesario operarla con todos los interruptores cerrados (tal como en su operación normal); por lo tanto, bajo el punto de vista de flexibilidad, la subestación es similar a una barra sencilla.

Para efectos de distribución de corrientes, los circuitos conectados al anillo se deben repartir de tal manera que las fuentes de energía se alternen con las cargas.

Por consideraciones prácticas conviene limitar el uso de esta configuración a un máximo de seis salidas. En caso de ser necesario agregar más, es preferible cambiar la configuración a interruptor y medio. Por lo anterior, el diseño inicial de la subestación debe prever este desarrollo de anillo a interruptor y medio.

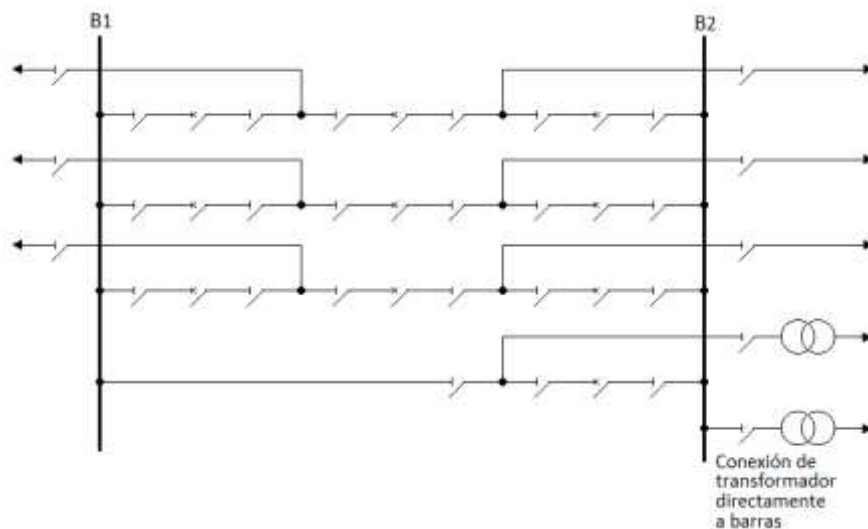
La aplicación de la disposición en anillo exige especial cuidado en lo referente a ciertos aspectos, como: la operación de dos interruptores con falla en una salida, el recierre automático, lo mismo que la protección y la medida. El daño de un interruptor durante la falla en uno de los circuitos de salida, origina la pérdida de otro circuito, debido a la operación de protección contra falla de interruptores.

El sistema en anillo es muy utilizado en los Estados Unidos de América para todo tipo de subestaciones y a nivel mundial para subestaciones encapsulada en SF<sub>6</sub> en alta y extra alta tensión.

### 2.2.3.5. Interruptor y medio

Esta configuración debe su nombre al hecho de exigir tres interruptores por cada dos salidas. Un grupo de tres interruptores, llamado diámetro (bahía en los Estados Unidos de América), se conecta entre los dos barrajes principales. Se puede hacer mantenimiento a cualquier interruptor o barraje sin suspender el servicio y sin alterar el sistema de protección; además, una falla en un barraje no interrumpe el servicio a ningún circuito, presentando así un alto índice de confiabilidad y de seguridad tanto por falla en los interruptores como en los circuitos y en las barras.

Figura 18. Interruptor y medio



Fuente: elaboración propia, tomado de Mejilla Villegas, S .A. (2003).

Normalmente se opera con ambas barras energizadas y todos los interruptores cerrados y por tal motivo (igual que en el caso del anillo), no es flexible; además, el tener dos barras no significa que los circuitos puedan ser conectados independientemente a cualquiera de ellas manteniendo la configuración, como es el caso de la doble barra.

Como en el caso del anillo, la desconexión de un circuito implica la apertura de dos interruptores. La protección y el recierre automático se dificultan por el hecho de que el interruptor intermedio (entre dos circuitos), debe trabajar con uno u otro de los circuitos asociados. Por otra parte, la falla de un interruptor en el peor de los casos solo saca de servicio un circuito adicional.

La definición de la capacidad de los equipos es difícil por cuanto exige prever la distribución de las corrientes, especialmente durante contingencias. En el caso de que la subestación tenga un número impar de circuitos, uno de ellos necesitaría dos interruptores, lo cual representa un sobrecosto para la instalación. Usando el interruptor intermedio es posible pasar directamente a través de la subestación, un circuito que normalmente entre a ella y que salga por el mismo campo.

Esta configuración admite ciertas modificaciones para ahorrar alguna cantidad de equipos en salidas para transformadores, colocando un solo interruptor por campo y un seccionador a modo de transferencia conectando directamente los transformadores a las barras, como se ilustra en la figura 18.

La disposición de interruptor y medio es bastante utilizada en países no europeos, particularmente en los Estados Unidos de América, para todo tipo de subestación y a nivel mundial para subestaciones encapsulada en SF<sub>6</sub> en alta y extra alta tensión.

## **2.2.4. Equipo de una subestación eléctrica**

De estos depende la calidad y el servicio de la energía eléctrica que será entregada al cliente. Cada uno de ellos cumple un papel muy importante en el sistema eléctrico nacional, desde los transformadores, capaces de transformar diferentes valores de voltaje-corriente, hasta los interruptores, que son muy utilizados para proteger y realizar maniobras para mantener los demás equipos en buen estado.

### **2.2.4.1. Transformadores de potencia**

Un transformador es un dispositivo que cambia potencia eléctrica alterna de un nivel a otro nivel de voltaje mediante la acción de un campo magnético. Consta de dos o más bobinas de alambre conductor enrolladas alrededor de un núcleo ferromagnético común. La única conexión entre las bobinas es el flujo magnético común que se encuentra dentro del núcleo.

La parte fundamental en el funcionamiento del transformador requiere únicamente de la existencia de un flujo mutuo, con variación temporal compartido por ambos devanados. Este hecho puede ocurrir en dos devanados acoplados en aire, pero dicho acoplamiento entre los mismos se realiza de manera más efectiva al usarse un núcleo de hierro u otro material ferromagnético, debido a que el flujo se mantiene dentro de un patrón definido de alta permeabilidad que une ambos devanados. Se le llama transformador de potencia a los dispositivos que tienen capacidades superiores a 500 kVA y voltajes hasta 400 kV.



Existen otras clasificaciones que también consideran la potencia y tensión de operación como parámetros más importantes para designar un transformador.

- Transformador de subestación: son transformadores de potencia que se conectan en diferentes puntos de las líneas de transmisión para reducir el voltaje a niveles requeridos por la red eléctrica (subtransmisión).
- Transformador de distribución: este tipo de transformadores reduce el voltaje de distribución o subtransmisión al voltaje final a que se utiliza la potencia.
- Transformador para generador: son transformadores de potencia que van conectados a la salida del generador elevando el voltaje producido por este, para enviar la energía a través de las líneas de transmisión. También son llamados transformadores de unidad.

Se puede considerar que un transformador de potencia está formado por tres partes principales:

- Parte activa
- Parte pasiva
- Accesorios

Figura 19. **Transformador de potencia**



Fuente: [www.cnville.com](http://www.cnville.com). Consulta: agosto de 2014.

#### **2.2.4.2. Transformadores de instrumentos**

Son dispositivos electromagnéticos que reducen a escala las magnitudes de tensión y corriente, que se utilizan para la protección y medición de los circuitos de una subestación, ya que los aparatos que realizan estas funciones no están diseñados para soportar grandes tensiones y corrientes. Existen dos tipos de transformadores de instrumentos: transformadores de corriente y transformadores de potencial.

- Transformadores de corriente, transforman la corriente, es decir, toman la corriente de la línea y la reducen a un nivel seguro y medible. En un transformador de corriente, en condiciones normales de operación, la corriente del secundario es directamente proporcional a la del primario y está en fase con ella. Los transformadores de corriente pueden ser de medición, de protección o mixtos.
- Transformadores de potencial, son de tipo inductivo y tienen como función principal reducir los valores de tensión del sistema, a valores suficientemente bajos para alimentar a equipos de protección, control y medición. En consecuencia, el transformador debe ser muy exacto para que no distorsione los verdaderos valores de tensión.

#### **2.2.4.3. Apartarrayos**

Dispositivos eléctricos que limitan la magnitud de las sobretensiones originadas por descargas atmosféricas u operación de interruptores y conducen a tierra las corrientes producidas por estas sobretensiones.

Los apartarrayos se dividen en tres grupos: cuernos de arco, apartarrayos autovalvulares y apartarrayos de óxidos metálicos. Actualmente estos últimos son los más utilizados.

El apartarrayos de óxidos metálicos es un dispositivo de protección para sobretensiones basado en las propiedades semiconductoras de los óxidos metálicos, como el óxido de zinc (ZnO). Tiene mejores características de no linealidad que el carburo de silicio, debido a ello y a sus bajas pérdidas a tensiones nominales, ha sido posible no utilizar entrehierro, permitiendo así reducir el tamaño de estos equipos y en consecuencia su peso.

Figura 20. **Apartarrayos**



Fuente: Grupo ABB. [www.abb.com](http://www.abb.com). Consulta: agosto de 2014.

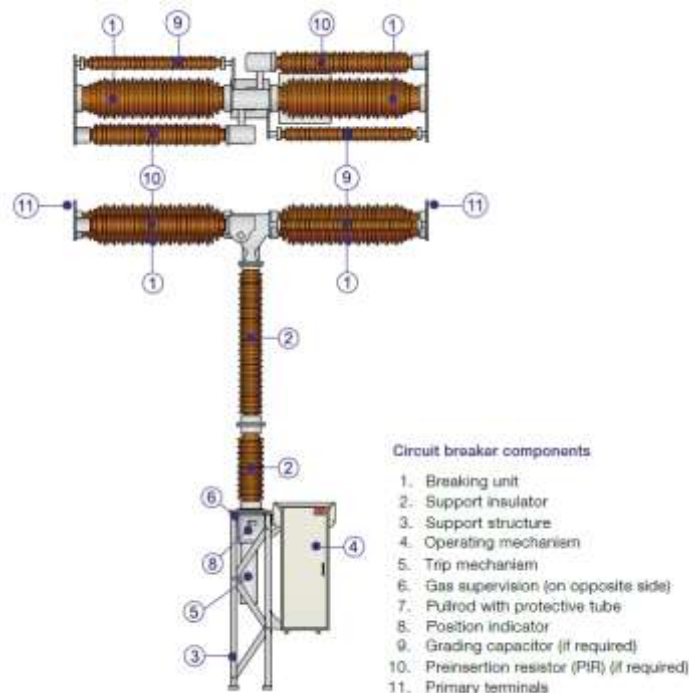
Debido a su característica tensión-corriente, este apartarrayos descarga únicamente a un valor de corriente predeterminado, mejorando el nivel de protección del sistema. Es importante considerar su temperatura de operación, ya que su comportamiento es sensible a la temperatura; a medida que la temperatura ambiente se eleva, la energía que debe disipar el apartarrayos se incrementa, provocando que la corriente que circula a través de este se eleve, incrementando nuevamente la temperatura y, por consiguiente, un calentamiento en el equipo. Por ello el apartarrayos nunca debe trabajar por arriba de su capacidad térmica, de lo contrario puede fallar.

#### 2.2.4.4. Interruptores de potencia

Los interruptores de potencia son dispositivos destinados al cierre y apertura de los circuitos bajo condiciones de carga, en vacío y en condiciones de falla. Asimismo, permite insertar o retirar equipos y máquinas, líneas aéreas o cables de un circuito energizado.

En condiciones de falla, el interruptor debe ser capaz de interrumpir corrientes de corto circuito del orden de kiloamperes y, en consecuencia, soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos a que es sometido para poder librar la contingencia.

Figura 21. Interruptor de tanque vivo



Fuente: Grupo ABB. [www.abb.com](http://www.abb.com). Consulta: agosto de 2014.

Los interruptores pueden cerrar o abrir en forma manual o automática por medio de relevadores, los cuales monitorean las condiciones de la red. La interrupción del arco puede llevarse a cabo por medio de:

- Aceite
- Vacío
- Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>)
- Soplo de aire
- Soplo de aire-magnético

Asimismo, tienen un mecanismo de almacenamiento de energía que le permite cerrar hasta cinco veces antes de que la energía sea interrumpida completamente, este mecanismo puede ser:

- Neumático
- Hidráulico
- Neumático-hidráulico
- Mecanismo de resorte

Debido a las funciones tan importantes que desempeña, es uno de los dispositivos del esquema de protección más importante en los sistemas eléctricos.

Figura 22. **Interruptor de tanque muerto**



Fuente: Grupo ABB. [www.abb.com](http://www.abb.com). Consulta: agosto de 2014.

#### **2.2.4.5. Seccionador**

Con el fin de evitar riesgos innecesarios, los equipos eléctricos deben ser manipulados sin carga o en vacío, si es para su mantenimiento o su reparación. Para poder cumplir con este requisito se dispone de un concepto, el seccionamiento.

El seccionamiento, consiste en aislar eléctricamente una instalación o circuito eléctrico de la red de alimentación eléctrica, dejando dicha instalación o circuito sin carga o en vacío.

El seccionador eléctrico es un dispositivo mecánico capaz de mantener aislada una instalación eléctrica de su red de alimentación. Es un dispositivo de ruptura lenta, puesto que depende de la manipulación de un operario o a través del mando o mosaico ubicado en sala de control y por sus características de operación, debe ser utilizado siempre sin carga o en vacío. Aunque los seccionadores deben ser operados sin carga, en algunas ocasiones pueden cerrarse o abrirse con pequeñas corrientes, por ejemplo, la corriente de magnetización de un transformador. En estos casos se debe chequear que el seccionador esté diseñado para esta condición.

Los seccionadores permiten efectuar varias formas de conexión entre las líneas y los barrajes, dando al esquema de la subestación una característica muy importante como es la flexibilidad.

El proceso de desconexión debe seguir necesariamente este orden:

- Desconexión del interruptor principal.
- Desconexión del seccionador.
- Colocación del candado de seguridad en la maneta del seccionador (siempre que sea posible), de esta forma se evita que otro operario de forma involuntaria conecte el circuito.
- Colocación de algún cartel indicativo de avería eléctrica o algo similar.
- Ahora, se puede manipular la instalación afectada.



Figura 23. **Seccionador**



Fuente: Grupo ABB. [www.abb.com](http://www.abb.com). Consulta: agosto de 2014.

### **2.3. Subestaciones encapsuladas en SF<sub>6</sub>**

Las subestaciones encapsuladas (blindadas) o subestaciones aisladas en SF<sub>6</sub> (Gas Insulated Substations, GIS), fueron introducidas en el mercado al final de la década de 1960 y durante los últimos años han llegado a poseer una tecnología ampliamente aceptada, abriendo nuevos caminos en el diseño de subestaciones.

Las primeras subestaciones se diseñaron para tensiones relativamente bajas, normalmente entre 60 kV y 100 kV. Sin embargo, una vez disponible el equipo, las aplicaciones crecieron enormemente, al principio para tensiones hasta 200 kV, y después, cuando quedó demostrado su extraordinario servicio, hasta tensiones consideradas extra altas.

Debido a sus características, como reducido tamaño y precio moderado a altas tensiones, las GIS son particularmente adecuadas para este rango de tensiones. Durante los últimos años el número de subestaciones encapsuladas en SF<sub>6</sub> de tensiones comprendidas entre 400 kV y 500 kV ha aumentado rápidamente, existiendo también equipo de 800 kV en servicio. Diseños para 1 000 kV y 1 600 kV están siendo desarrollados en la actualidad.

Las ventajas principales de las subestaciones GIS son:

- Tamaño reducido. La superficie necesaria para una subestación GIS es del 10 al 15 por ciento de la superficie requerida para una subestación convencional.
- Son a prueba de contaminación ambiental.
- Requieren menor mantenimiento.
- Brindan una mayor seguridad para los operadores.
- Mayor confiabilidad y vida útil.
- Menor impacto visual.
- No producen radiointerferencia.

Otra ventaja esencial de las GIS es la posibilidad de ensamblar las partes más importantes de la subestación antes de la salida de fábrica. Esto permite mantener una alta calidad y reducir considerablemente el tiempo de montaje en el lugar de la instalación.

Es normalmente fácil ampliar una GIS existente cuando se ha previsto desde el principio y se usa equipo del mismo fabricante durante las diferentes fases. Dado que no hay una normalización de dimensiones y disposiciones de las distintas piezas, es más difícil interconectar GIS de diferentes fabricantes.

Las principales áreas de utilización de las GIS son:

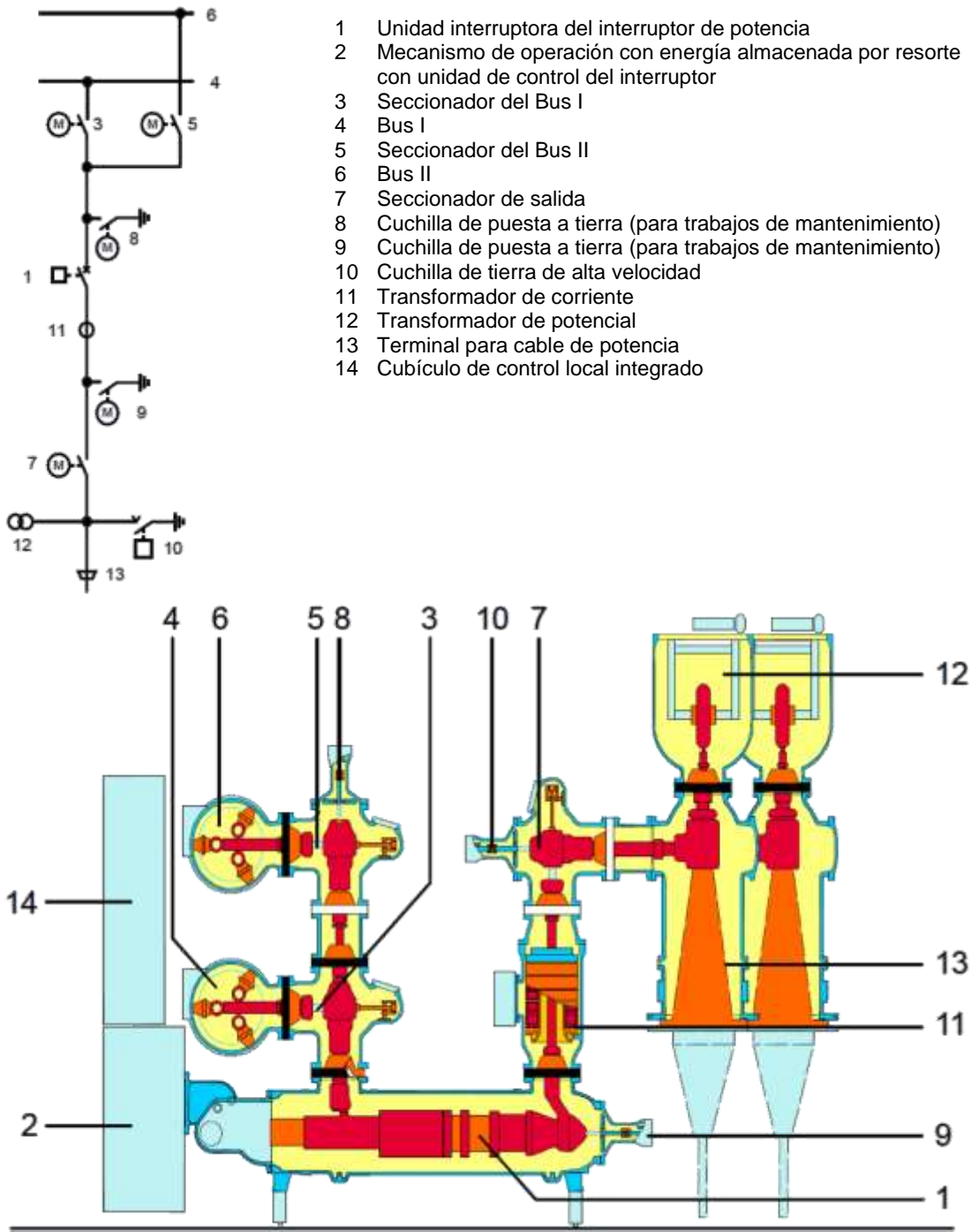
- Áreas industriales (aire contaminado).
- Áreas urbanas.
- Zonas montañosas (espacios reducidos, nieve, problemas con el hielo en donde sea aplicable).
- Zonas costeras (problemas de salinidad).
- Áreas en donde sea necesario minimizar el impacto ambiental.
- Estaciones subterráneas.
- Donde no haya otra alternativa para ampliar una subestación existente.

### **2.3.1. Características constructivas**

Dentro de las características principales constructivas de las GIS se encuentran las siguientes:

- Barraje: conductor rígido en el interior de la subestación encapsulada encargado de transportar la corriente.
- Envoltente: cubierta exterior de la subestación encapsulada que contiene los equipos y el gas SF<sub>6</sub>.
- Espaciador – aislador: soporte cónico de los conductores y las partes activas de los equipos.
- SF<sub>6</sub>: Hexafluoruro de azufre. Gas dieléctrico inodoro, incoloro, no inflamable, no tóxico y químicamente inerte.

Figura 24. Subestación encapsulada en gas SF<sub>6</sub>



Fuente: Grupo ABB. [www.abb.com](http://www.abb.com). Consulta: agosto de 2014.

En las GIS existe una envolvente, que se conecta eléctricamente a tierra y que tiene forma de tubo. En su centro va el conductor sujeto por medio de conos aislantes (separadores); estos tres elementos son comunes a todos los componentes de las GIS. La zona comprendida entre el conductor y la envolvente se llena con gas a una cierta presión que normalmente varía entre tres bares y siete bares. Las envolventes también contienen los diferentes equipos de conexión constitutivos de la subestación (interruptores, seccionadores, barras, transformadores de instrumentación, entre otros).

Las envolventes forman una completa envoltura metálica, eléctricamente puesta a tierra, para toda la subestación, que proporciona así una eficaz protección al no dejar accesibles las partes en tensión y que sirve de elemento de contención del gas aislante. Las envolventes también sujetan las partes internas en tensión del sistema de conductores por medio de los separadores aislantes.

### **2.3.2. Características del gas SF<sub>6</sub>**

El elemento más importante en la tecnología GIS es el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), gas usado como aislante de barras y equipos y también como medio de extinción en interruptores. La Norma IEC 60376, *Specifications and acceptance of new sulphur hexafluoride*, trata todos los aspectos relacionados con el utilizado en las GIS.

El gas es física y químicamente inerte y no inflamable. Es un dieléctrico dos o tres veces mejor que el aire a la misma presión. A una presión de tres atmósferas, el coeficiente dieléctrico de SF<sub>6</sub> es aproximadamente el mismo que el del aceite usado en los transformadores.

El SF<sub>6</sub> proporciona grandes ventajas, incluyendo una reducción de sustancias tanto en el tamaño como en el peso del equipo. Este gas no solo es un buen dieléctrico que evita que se produzcan arcos o flameos en el interior del equipo encapsulado, sino que, aún en el evento en que estos se produzcan, recobra rápidamente sus cualidades dieléctricas una vez extinguido. Debido a este efecto, el SF<sub>6</sub> proporciona una excelente y eficaz atmósfera para la extinción de arcos especialmente en las cámaras de los interruptores.

La utilización del SF<sub>6</sub> requiere un alto grado de limpieza, ya que de otra forma el coeficiente dieléctrico del gas se reduce.

La potencia dieléctrica o capacidad de aislamiento es una GIS depende principalmente de la densidad del gas. Las variaciones de presión debidas a variaciones de temperatura no afectan la capacidad dieléctrica, mientras la temperatura no baje hasta un grado tal que se produzca condensación. Esto se supervisa con un sensor de densidad, que normalmente consiste en un medidor de presión compensado en temperatura. Estos sensores tienen dos niveles de alarmas diferentes. La primera alarma indica que es necesario añadir gas SF<sub>6</sub>. Si la densidad disminuye hasta alcanzar el segundo nivel de alarma, el equipo debe desconectarse de la red ya que se ha llegado al límite por debajo del cual la potencia dieléctrica del gas resulta insuficiente.

Para fines de supervisión del gas, el equipo de conexión se divide en varias secciones. Esta división puede adaptarse a los requerimientos especiales. Sin embargo, teniendo en cuenta las propiedades corrosivas de los productos en descomposición debido al arco, el interruptor se instala en compartimientos independientes con su propia supervisión de gas, inclusive con una mayor presión que el resto de los compartimientos para efectos de interrupción del arco.

Adicionalmente, esta división en secciones limita el porcentaje de equipo fuera de servicio cuando tiene que extraerse el gas, minimiza los efectos que causarían arcos internos y facilita la detección de fugas.

#### **2.4. Líneas de transmisión**

Son todos los conductores eléctricos que forman parte de los sistemas de transmisión. Estas líneas pueden estar formadas por uno o varios conductores para cada fase, respetando la sección mínima del conductor para que opere con una densidad de corriente adecuada.

Una línea de transmisión eléctrica o línea de alta tensión es básicamente el medio físico, mediante el cual se realiza la transmisión de la energía eléctrica a grandes distancias. Está constituida tanto por el elemento conductor, usualmente cables de acero, cobre o aluminio, como por sus elementos de soporte, las torres de alta tensión. Generalmente se dice que los conductores tienen vida propia debido a que están sujetos a tracciones causadas por la combinación de agentes como el viento, la temperatura del conductor, la temperatura del viento, entre otros.

Existen una gran variedad de torres de transmisión como son conocidas, entre ellas las más importantes y más usadas son las torres de amarre, la cual debe ser mucho más fuertes para soportar las grandes tracciones generadas por los elementos antes mencionados, usadas generalmente cuando es necesario dar un giro con un ángulo determinado para cruzar carreteras, evitar obstáculos, así como también cuando es necesario elevar la línea para subir un cerro o pasar por debajo o encima de una línea existente.

Existen también las llamadas torres de suspensión, las cuales no deben soportar peso alguno más que el del propio conductor. Este tipo de torres son usadas para llevar al conductor de un sitio a otro, tomando en cuenta que sea una línea recta, que no se encuentren cruces de líneas u obstáculos.

La capacidad de la línea de transmisión afecta al tamaño de estas estructuras principales. Por ejemplo, la estructura de la torre varía directamente según el voltaje requerido y la capacidad de la línea. Las torres pueden ser postes simples de madera para las líneas de transmisión pequeñas hasta 46 kV. Se emplean estructuras de postes de madera en forma de H, para las líneas de 69 a 231 kV. Se utilizan estructuras de acero independientes, de circuito simple, para las líneas de 161 kV o más. Es posible tener líneas de transmisión de hasta 1 000 kV.

Al estar estas formadas por estructuras hechas de perfiles de acero, como medio de sustentación del conductor, se emplean aisladores de disco o aisladores poliméricos y herrajes para soportarlos.

#### **2.4.1. Representación de las líneas de transmisión**

Las ecuaciones generales que relacionan el voltaje y la corriente de las líneas de transmisión, establecen el hecho de que los parámetros de una línea de transmisión, están distribuidos uniformemente a lo largo de la línea.

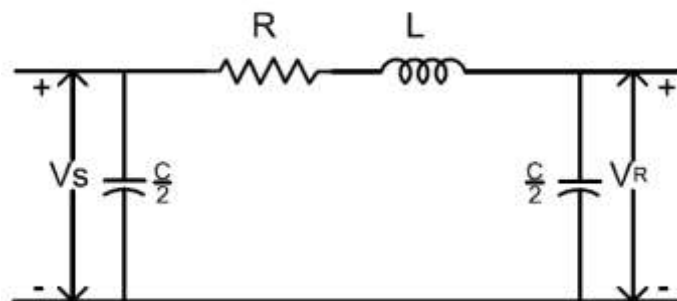
Si la línea aérea se clasifica como corta, la capacitancia en derivación es tan pequeña, que se puede omitir por completo como una pérdida de exactitud pequeña y solo se requiere considerar la resistencia  $R$  y la inductancia  $L$  en serie, para la longitud total de la línea.



Como se muestra en la figura 25, una línea de longitud media se puede representar con suficiente exactitud con R y L como parámetros concentrados, con la mitad de la capacitancia al neutro de la línea concentrada en cada terminal del circuito equivalente, como se mencionó anteriormente, por lo general la conductancia en derivación, G se desprecia cuando se calcula el voltaje y la corriente de la líneas de transmisión de potencia, si los capacitores se omiten, el mismo circuito representa las líneas cortas.

En lo que se refiere a la capacitancia, se consideran como cortas las líneas de 60 Hz de conductor abierto que tiene menos de 80 km (50 millas) de longitud, las líneas de longitud media son las que están entre 80 km (50 millas) y 240 km (150 millas) de longitud, las líneas que tiene más de 240 km. (150 millas) requieren de cálculos en términos de constantes distribuidas, si se necesitan un alto grado de exactitud, aunque para algunos propósitos se puede usar una representación de parámetros concentrados para líneas hasta 320 km (200 millas) de largo.

Figura 25. **Circuito equivalente monofásico de una línea de longitud media**



Fuente: STEVENSON, William. *Análisis de sistemas de potencia*. p. 183.

Considerando lo anterior, las líneas de transmisión se operan con cargas trifásicas balanceadas; aunque las líneas no estén espaciadas equilateralmente y no estén transpuestas, la asimetría resultante es ligera y se considera que las fases están balanceadas.

Con el fin de distinguir entre la impedancia serie total de una línea y por unidad de longitud se adoptará la siguiente nomenclatura:

- $Z$  = impedancia serie por unidad de longitud por fase.
- $y$  = admitancia paralelo (o en derivación) por unidad de longitud por fase al neutro.
- $l$  = longitud de la línea.
- $Z = zl$  = impedancia serie total por fase.
- $Y = yl$  = admitancia en paralelo (o derivación) total por fase al neutro.

#### **2.4.2. Líneas de transmisión cortas**

El circuito equivalente para una línea de transmisión corta se muestra en la figura 26, en donde  $I_S$  e  $I_R$  son las corrientes en los extremos generador y receptor, respectivamente y  $V_S$  e  $V_R$  son los voltajes línea a neutro en esos mismos extremos, el circuito equivalente se resuelve como uno de cada serie simple de la siguiente manera.

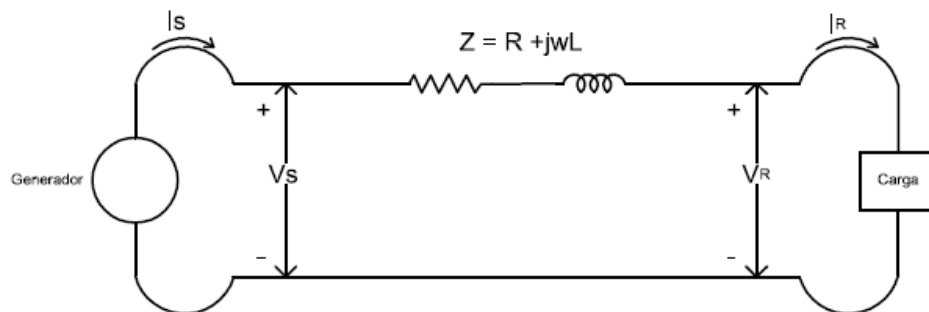
$$I_S = I_R(3.1)$$

$$V_S = V_R + I_R Z(3.2)$$

Donde  $Z$  es  $zl$  es decir, la impedancia serie total de la línea.

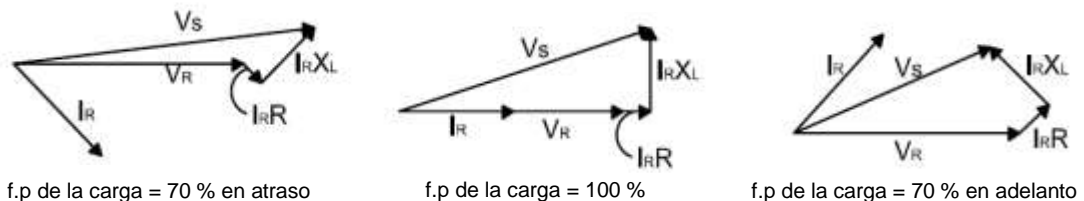
El efecto de variar el factor de potencia de la carga sobre la regulación del voltaje de la línea se entiende más fácilmente para las líneas cortas y, por lo tanto se considerará en este momento; la regulación de voltaje de una línea de transmisión es la elevación en el voltaje en el extremo receptor, expresada en por ciento del voltaje a plena carga, cuando se quita la plena carga a un factor de potencia específico, mientras se mantiene constante el voltaje en el extremo generador.

Figura 26. **Circuito equivalente de una línea de transmisión corta donde la resistencia  $R$  y la inductancia  $L$  son valores para la longitud total de la línea**



Fuente: STEVENSON, William. *Análisis de sistemas de potencia*. p. 184.

Figura 27. **Diagramas fasoriales de una línea de transmisión corta, en magnitudes  $V_R$  e  $I_R$**



Fuente: STEVENSON, William. *Análisis de sistemas de potencia*. p. 185.

La ecuación que describe la regulación de voltaje en una línea de transmisión es la siguiente:

$$\text{Por ciento de regulación} = \frac{|V_{R,NL}| - |V_{R,FL}|}{|V_{R,FL}|} \times 100(3.3)$$

Donde  $|V_{R,NL}|$  es la magnitud del voltaje en el extremo receptor cuando no hay carga y  $|V_{R,FL}|$  es la magnitud del voltaje en el extremo receptor a plena carga, cuando  $V_S$  permanece constante; después de que se quita la carga en una línea de transmisión corta, la cual se presentó en la gráfica de la figura 26, el voltaje en el extremo receptor es igual al del extremo generador. Con la carga conectada tal como se observa en la figura 27, el voltaje en el extremo generador es  $V_S$ , y  $|V_S| = |V_{R,NL}|$ .

En la figura 27 se presentan diagramas fasoriales, los cuales están dibujados para las mismas magnitudes de voltaje, en el extremo generador se requiere para mantener un voltaje dado en el extremo receptor, cuando la corriente atrasa al voltaje y no cuando la misma corriente y voltaje están en fase.

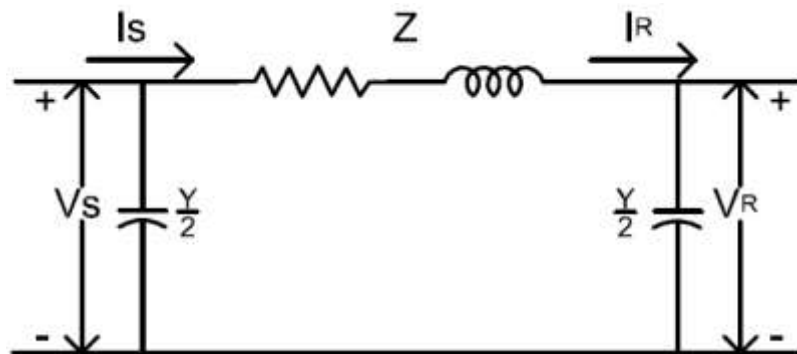
Un voltaje aún más pequeño en el extremo generador se requiere para mantener un voltaje dado en el extremo receptor, cuando la corriente en este extremo adelanta al voltaje; la caída de voltaje en la impedancia serie de la línea es la misma en todos los casos; sin embargo, debido a los diferentes factores de potencia, la caída de voltaje se suma al voltaje del extremo receptor, a un ángulo diferente en cada caso. La regulación de voltaje es mayor para factores de potencia en atraso y menor (y aún negativa), para factores de potencia en adelanto.

La reactancia inductiva de una línea de transmisión es mayor que la resistencia y el principio de regulación ilustrado en la figura anterior, es válido para cualquier carga alimentada por un circuito predominantemente inductivo. Al dibujar los diagramas fasoriales, las magnitudes de las caídas de voltaje  $I_R R$  e  $I_R X_L$  para una línea corta, han sido exagerados con respecto a  $V_R$  con el fin de ilustrar más claramente los puntos estudiados. La relación entre factor de potencia y la regulación para las líneas largas es similar a la de las líneas cortas, pero no es fácil de visualizar.

### 2.4.3. Línea de longitud media

En los cálculos de una línea de longitud media se incluye la admitancia paralelo (generalmente es la pura capacitancia), si se divide en dos partes iguales, la admitancia paralelo total de la línea y cada una se coloca en los extremos generador y receptor se obtiene el llamado circuito nominal  $\pi$ ., en la figura 28 se observa la expresión  $V_S$ , la corriente en la capacitancia en el extremo receptor que es  $V_R Y/2$  y la corriente en la rama serie es  $I_R + V_R Y/2$ .

Figura 28. **Circuito nominal  $\pi$  de una línea de transmisión de longitud media**



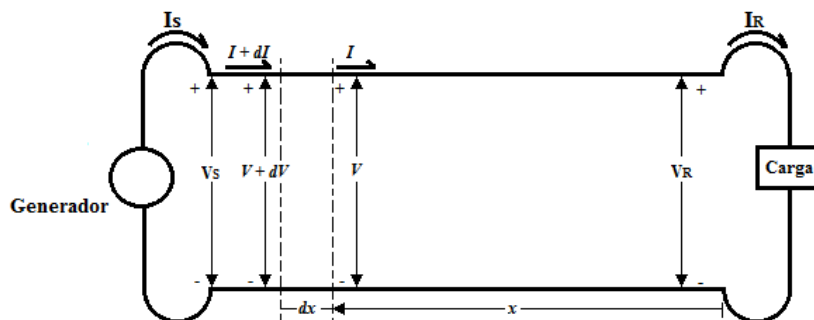
Fuente: STEVENSON, William. *Análisis de sistemas de potencia*. p. 189.

#### 2.4.4. Líneas de transmisión larga

La solución exacta de cualquier línea de transmisión y la que se requiera con un alto grado de exactitud al calcular líneas de 60 hz con más de 150 millas de largo, deben considerar el hecho de que los parámetros de la línea no están agrupados, sino distribuidos uniformemente a lo largo de la línea.

En la figura 29 se muestra una fase y la conexión al neutro de una línea trifásica, no se muestran los parámetros concentrados porque se considera la solución de la línea con la impedancia y la admitancia uniformemente distribuidas, se considera un elemento diferencial de longitud  $dx$  en la línea a una distancia  $x$  desde el extremo receptor de la línea, entonces  $z dx$  y  $dx$  son la impedancia serie y la admitancia paralelo de la sección elemental, respectivamente,  $V$  e  $I$  son los fasores que varían con  $x$ .

Figura 29. Diagrama esquemático de una línea de transmisión que muestra una fase y el neutro de regreso



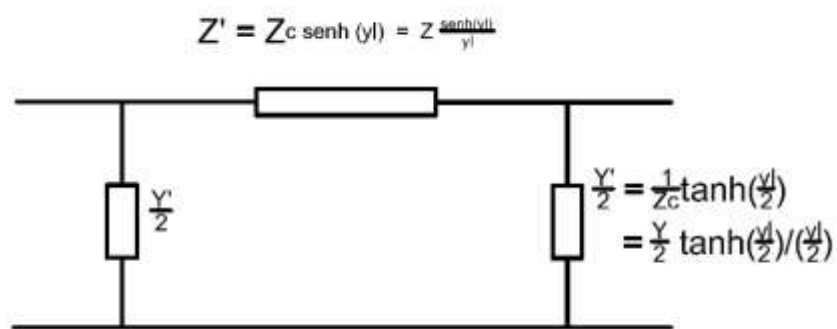
Fuente: STEVENSON, William. *Análisis de sistemas de potencia*. p. 190.

### 2.4.5. Circuito equivalente de una línea larga

El circuito nominal  $\pi$ , no representa exactamente una línea de transmisión, porque no se tiene en cuenta que los parámetros de la línea están distribuidos uniformemente, la discrepancia entre el circuito nominal  $\pi$  y la línea real se hace mayor, conforme la longitud de la línea se incrementa.

Sin embargo, es posible encontrar el circuito equivalente de una línea de transmisión larga y representarla con precisión (al menos en cuanto a las medidas en los extremos de la línea se refiere), mediante una red de parámetros concentrados, suponiendo que un circuito  $\pi$  similar al de la figura 28 es el equivalente de una línea larga, pero con  $Z'$  como la rama serie y  $Y'/2$ , como la rama paralelo para distinguirla de las ramas del circuito nominal  $\pi$  en términos de ramas serie y paralelo, así como el voltaje y la corriente en el extremo receptor.

Figura 30. Circuito equivalente  $\pi$  de una línea de transmisión



Fuente: STEVENSON, William. *Análisis de sistemas de potencia*. p. 201.

Para que este circuito sea equivalente al de la línea de transmisión larga, los coeficientes de  $V_R$  e  $I_R$ , deben ser idénticos, respectivamente, a los coeficientes de  $V_R$  e  $I_R$ .

En la figura 30 se muestra el circuito equivalente  $\pi$ , también se puede encontrar un circuito equivalente T para una línea de transmisión.

#### **2.4.6. Configuración de operación**

En cuanto a la configuración de operación de una línea, la sección 2.1.2. Topología de un Sistema Eléctrico, permite comprender el concepto.

#### **2.5. Recomendaciones y normas aplicables**

Para la elaboración de diseños y metodología de selección de equipos, se considera la utilización de las normas establecidas por la compañía dueña de la instalación; dentro de las recomendaciones de la IEC, las siguientes son las más importantes en el área de subestaciones.

- IEC 60038 Tensiones asignadas
- IEC 60044 Transformadores de instrumentos
- IEC 60071 Coordinación de aislamiento
- IEC 60099 Pararrayos
- IEC 60114 Barrajes de aluminio
- IEC 60120 Aisladores de suspensión (también IEC 60305, 60372, 60383, 60672)
- IEC 60137 Bujes para tensiones mayores de 1 000 V
- IEC 60143 Condensadores en serie
- IEC 60168 Aisladores de poste (también IEC 60273)
- IEC 60227 Cables de control (también IEC 60228)
- IEC 60255 Relés de protección
- IEC 60289 Reactores
- IEC 60296 Aceite mineral



- IEC 60297 Dimensiones de tableros y bastidores (19")
- IEC 60353 Bobinas de bloqueo
- IEC 60376 Especificación y aceptación del hexafluoruro de azufre
- IEC 60481 Equipos de comunicaciones PLP
- IEC 60502 Cabeles de potencia XLPE (también IEC 60840)
- IEC 60517 Equipo encapsulado para tensiones superiores a 72,5 kV
- IEC 60694 Cláusulas comunes para el equipo de alta tensión
- IEC 60815 Selección de aisladores con respecto a condiciones contaminadas
- IEC 60865 Cálculo de corrientes de cortocircuito
- IEC 60870 Equipos y sistemas de telecontrol
- IEC 60871 Condensadores en derivación
- IEC 60896 Baterías de plomo-ácido
- IEC 60947 Equipo de maniobra de baja tensión
- IEC 61000 Compatibilidad electromagnética
- IEC 61089 Conductores
- IEC 61109 Aisladores compuestos
- IEC 62271-100 Interruptores
- IEC 62271-102 Seccionadores

Para el diseño de la malla de tierra, la norma más utilizada es la IEEE Std 80; para el diseño de baterías la IEEE Std 450 y la IEEE Std 485; para el diseño sismorresistente la IEEE Std 693 y para el diseño de sistemas contraincendio la IEEE Std 979. Por otro lado, para el diseño de los conectores se emplea la NEMA CC 1. Cabe mencionar que las normas están conformadas por una o más partes y que están en continua actualización y pueden ser reemplazadas por otras, por lo que es importante comprobar la aplicabilidad de estas normas descritas.

## 2.6. Flujo de carga

El problema conocido como flujo de carga, consiste en obtener las condiciones de operación en régimen permanente de un sistema de energía eléctrica. Más concretamente, dados los consumos y la potencia generada en cada nodo, se trata de encontrar las tensiones en los nodos y los flujos de potencia por medio de las líneas de transmisión y transformadores del sistema.

Sin duda alguna, la rutina del flujo de carga es una de las más empleadas por los ingenieros involucrados en la explotación y planificación de los sistemas de potencia, bien como aplicación independiente o como subrutina de aplicaciones más complejas tales como estabilidad transitoria, colapso de tensiones, problemas de optimización, simuladores de entrenamiento, entre otros.

En la operación diaria, el estudio de los flujos de carga constituye la base del análisis de seguridad del sistema. Esta herramienta se ejecuta periódicamente para identificar posibles problemas de sobrecargas o tensiones inaceptables, como consecuencia de la evolución de la carga, o cuando ocurre algún cambio brusco, sea este inesperado o causado en la topología de la red. En la planificación, permite simular el estado en que se encontrarían los distintos escenarios que se están analizando ante una demanda estimada.

El flujo de carga consta básicamente de dos etapas: la primera y más decisiva consiste en obtener las tensiones complejas en todos los nodos eléctricos. Para calcular las tensiones complejas en los nodos del sistema no es posible utilizar herramientas convencionales de análisis de circuitos lineales, porque las restricciones de contorno no se especifican en términos de impedancias (cargas) y fuentes de tensión (generadores) sino de potencias, lo cual conduce a un sistema no lineal de ecuaciones.

La segunda etapa consiste simplemente en el cálculo de todas las magnitudes de interés, como flujos de potencia activa y reactiva, pérdidas, entre otros, lo que es inmediato.

Los estudios de flujos de carga son de gran importancia en la planeación y diseño de la expansión futura de los sistemas de potencia, así como también en la determinación de las mejores condiciones de operación de los sistemas existentes.

El constante crecimiento y mantenimiento de las redes eléctricas debe ser periódicamente evaluado, mediante estudios que reflejen las condiciones de operación ante cualquier tipo de modificación, sea por crecimiento como por la toma de acciones correctivas en la red existente. Toda red eléctrica es operada por un agente que vela por la seguridad y eficiencia en su funcionamiento, este agente es responsable de mantener actualizada la base de datos utilizada en los estudios de flujo de carga.

Los estudios de flujo de carga se basan en un modelo matemático, en el cual sus variables son tratadas con métodos numéricos iterativos ampliamente utilizados en ingeniería, existe una increíble diversidad de programas computacionales algunos, comerciales y otros gratuitos, que constituyen una valiosa herramienta en la solución del típico problema de flujo de carga.

Algunos ejemplos de los usos de los estudios de flujo de potencia son determinar lo siguiente:

- Componente o carga de circuitos
- Voltajes de barra en régimen permanente
- Flujo de potencia reactiva

- Ajuste de *tap's* de transformadores
- Pérdidas del sistema
- Ajuste de voltaje de excitación del generador/regulador
- El rendimiento en condiciones de emergencia

Los sistemas de potencia son complejos y poseen muchas partes o ramales sobre los cuales se producen flujos de potencia, tales sistemas forman parte en serie y paralelo, el flujo de potencia eléctrica en esas redes se divide entre los ramales, mientras un balance es logrado de acuerdo a las leyes de Kirchhoff.

Los programas de computación para resolver el flujo de potencia son divididos en dos tipos estáticos (*off-line*), donde los elementos son estacionarios y dinámica (tiempo-real), donde existe movimiento en los elementos, la mayoría de los estudios de flujo de potencia, están basados en modelos estáticos de redes.

Los flujos de potencia en tiempo real (*on-line*) que incorporan entradas de datos desde la red son usados típicamente por empresas en Automatic Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) que significa Control Supervisorio y Adquisición de Datos, tales sistemas son usados primariamente como herramienta para optimización de generación control de VAR, despacho, pérdidas y control de líneas de interconexión (*tie line*).

Un cálculo de flujo de potencia, determina el estado del sistema de potencia para cada carga dada y una distribución de generación, este representa una condición de régimen permanente como si esta condición ha sido mantenida por algún tiempo, en la realidad, el flujo en líneas y el voltaje de las barras fluctúa constantemente por valores pequeños, debido a que las cargas cambian constantemente como iluminación, motores y otras cargas son encendidas y apagadas, sin embargo, estas pequeñas fluctuaciones, pueden ser ignoradas en cálculos de defectos, en régimen permanente y equipos del sistema de potencia.

En las cargas de distribución y posiblemente en la red, cambiará considerablemente durante diferentes períodos de tiempo; debiendo ser necesario obtener soluciones de flujo de potencia, representando diferentes condiciones del sistema de potencia, tales como: picos de carga, carga promedio, carga mínima.

Estas soluciones serán usadas para determinar la condición óptima de operación para modos de operación normal; como el ajuste propio de los equipos de control de voltaje o cómo el sistema responderá a condiciones anormales, tales como la salida de servicio de líneas o transformadores.

Básicamente, un flujo de potencia forma la base para determinar cuando la adición de un equipo nuevo es necesaria y también se observa la efectividad de nuevas alternativas para resolver presentes deficiencias y examinar requerimientos del sistema. El modelo de flujo de potencia es también como se ha mencionado anteriormente la base para algunos otros tipos de estudio, tales como: corto circuito, estabilidad, arranque de motores y estudios de armónico. El modelo de flujo de potencia, suple los datos de la red y una condición de régimen permanente para ese estudio.

### 2.6.1. Datos para los estudios de cargas

El punto de partida en los datos que debe suministrar al programa es el diagrama unifilar del sistema; para que el programa pueda determinar todos los elementos de  $Y_{barra}$  son necesarios los valores de las impedancias serie y las admitancias paralelas, también se debe informar de las características e impedancias de los transformadores, valor nominal de los condensadores en paralelo y el conjunto de tomas de los transformadores.

Las condiciones de funcionamiento para cada equipo de potencia deben elegirse siempre para cada estudio, en cada barra, excepto en una, debe especificarse la potencia real en la red; la potencia consumida por la carga es potencia negativa que entra al sistema, las otras potencias son las de los generadores y potencias positivas o negativas que entran por las interconexiones.

Además, en estas barras hay que especificar la potencia reactiva de la red o el valor de la tensión; esto es en cada barra, hay que decidir si hay que mantener constante el valor de la tensión o la potencia reactiva, lo normal es fijar la potencia reactiva en las barras de la carga y el valor de la tensión en las barras de los generadores, por más que a veces se especifique la potencia reactiva en los generadores, en los programas de cálculos de flujos de potencia, hay que prever para el cálculo que se considere la tensión mantenida constante en una barra, mientras que la potencia reactiva permanece dentro de los límites fijados.

La única barra en la que no se especifica la potencia real se denomina barra oscilante y generalmente es una que está conectada un generador; es evidente que la potencia que entra al sistema, no puede ser fijada por anticipado en cada barra, porque no son conocidas las pérdidas del sistema hasta que en el estudio no está completo.

Los generadores en las barras oscilante suministran la diferencia entre la potencia real especificada que entra al sistema por las barras y la salida total del sistema más las pérdidas; en la barra oscilante se especifican el módulo y el argumento de la tensión, la potencia real y reactiva en esta barra se determina por el programa como parte de la solución.

## **2.6.2. Método de Gauss–Seidel**

La complejidad que presenta la obtención de una solución formal del problema de las cargas en una red de energía, radica en las diferencias en el tipo de datos especificados para las distintas barras del sistema, aunque no es difícil la formulación del número de ecuaciones suficiente, no es práctico obtener una solución directa.

La resolución de los problemas de carga por el método digital, sigue un proceso iterativo, asignando valores estimados a las tensiones desconocidas en las barras y calculando una de las tensiones en las barras, a partir de los valores estimados en las otras y las potencias real y reactiva especificadas; de esta forma se obtiene un nuevo conjunto de tensiones en las barras, que se emplea para calcular otro conjunto; cada cálculo de un nuevo conjunto de tensiones se llama iteración; el proceso iterativo se repite hasta que los cambios en cada barra son menores que un mínimo especificado.

Se debe examinar primero, la solución que expresa la tensión de una barra como función de las potencias real y reactiva, entregadas a la barra por los generadores o suministradas a la carga conectada a la barra, las tensiones estimadas o previamente calculadas en las otras barras y las admitancias propia y mutua de los nodos, las ecuaciones fundamentales se obtienen partiendo de una formulación nodal de las ecuaciones de la red.

Este procedimiento de solución de ecuaciones lineales algebraicas se conoce como el método iterativo de Gauss-Seidel; sí a través del proceso iterativo se utiliza el mismo conjunto de valores de tensión (en lugar de sustituir inmediatamente el nuevo valor obtenido para el cálculo de la tensión en la próxima barra), el proceso se llama método iterativo de Gauss.

Es posible el desembocamiento en una solución errónea, sí las tensiones de partida son muy diferentes de los valores correctos; este desembocamiento erróneo puede evitarse si las tensiones de partida tienen valores razonables y no difieren en fase, las soluciones indeseables se distinguen fácilmente inspeccionando los resultados, puesto que las tensiones del sistema normalmente, no tiene un intervalo de fase mayor que  $45^\circ$  y la diferencia entre barras adyacentes es menor a  $10^\circ$  y frecuentemente más pequeña.

### **2.6.3. Método de Newton–Raphson**

La expansión en series de Taylor para una función de dos o más variables, es la base del método de Newton-Raphson en la solución de problemas de estudio de cargas, las derivadas parciales de orden superior a uno se desprecian en la serie de términos de la expansión de Taylor, aquí no se da la justificación del método.



La mayoría de los programas comienzan con la iteración de Gauss-Seidel, para obtener un buen valor inicial de tensión en la iteración de Newton-Raphson, estas tensiones se usan entonces para calcular  $P$  en todas las barras, excepto en la barra oscilante y  $Q$  en todas las barras donde la potencia reactiva se especifica.

Entonces las diferencias entre los valores especificados y los calculados se emplean para determinar las correcciones en las tensiones de barra; el proceso se repite hasta que los valores de cálculos de  $P$  y  $Q$  o  $|V|$  en todas las barras, difiera de los valores especificados en menos que el índice de precisión determinada.

El número de iteraciones requeridas por el método de Newton-Raphson, usando las admitancias de las barras es prácticamente independiente del número de barras, el tiempo para el método de Gauss-Seidel aumenta casi directamente con el número de barras, de otro lado, el cálculo de los elementos de la Jacobiana (matriz solución en método Newton-Raphson), consume tiempo y el tiempo por iteración es considerablemente más largo en el método de Newton-Raphson, a excepción de sistemas muy pequeños, para la misma exactitud el método de Newton-Raphson consume menos tiempo el programa.

#### **2.6.4. Programa computarizado digital**

Las empresas de energía, utilizan programas muy elaborados para hacer estudios de flujos de potencia, un programa típico es capaz de manejar sistemas de 2 000 barras, 3 000 líneas y 500 transformadores, naturalmente, los programas pueden expandirse a tamaños aún mayores, previniendo la disponibilidad de las suficientes facilidades de la computadora.

El programa requiere una tarjeta de datos para cada línea de transmisión, cada transformador y cada barra, los datos entregados a la computadora por las tarjetas perforadas son similares para las líneas y los transformadores.

Para el estudio de ampliación de una subestación de operación de 69 kV del Sistema Nacional Interconectado a una subestación de potencia de 230 kV, se utilizará el programa llamado PSAF en la versión 3,20 revisión 1,5 (español), el cual actualmente es utilizado en Empresa Eléctrica de Guatemala S. A., para la realización de estudios eléctricos, para conocer previo a la realización del proyecto el impacto sobre la red de transmisión en el Sistema Nacional Interconectado (SNI) y en la zona 2 (área de transporte de TRELEC).

Power Systems Analysis Framework (PSAF) es un conjunto integrado de programas para el estudio de sistemas de potencia, PSAF contiene una interfaz gráfica, un administrador de bases de datos y un estimador de parámetros de los equipos eléctricos para crear el diagrama unifilar y las bases de datos asociadas, PSAF se aplica directamente a sistemas de potencia de servicios públicos y trifásicos industriales.

La base de datos contiene una amplia gama de equipos de red y de controladores, incluyendo las características de los equipos estándar de la industria, cada equipo presenta más de una posibilidad de modelación según el propósito y alcance de la simulación que se desea realizar, PSAF permite la entrada de datos gráfica y tabular, brinda las opciones preferidas del usuario para dibujar el diagrama unifilar (incluyendo la exportación a AutoCAD™) y facilidades sofisticadas para crear reportes, trazar gráficos de curvas o personalizar reportes de simulación.

### **2.6.5. Información obtenida de un estudio de carga**

La información obtenida de las soluciones digitales del estudio de cargas es una indicación de la gran contribución de los programas, a la habilidad de los ingenieros de redes para obtener información de operación de sistemas, aún no construidos y analizar los efectos de cambios en los existentes, la siguiente discusión, no pretende enunciar toda la información obtenible, pero espera dar una idea de la gran importancia de los programas en la ingeniería de redes.

Los resultados impresos dados por los programas son una serie de tablas, generalmente se considera como la más importante aquella tabla que da el número y el nombre de cada barra, la magnitud y la tensión de la barra por unidad y el ángulo de fase, la generación y la carga en cada barra en megavatios y megavares, la carga de la línea y los megavares de capacidades o reactancias estáticas en la barra, además de la información sobre la barra, está el flujo de megavatios y megavares de la barra sobre cada línea de transmisión conectada a ellas, la generación y la carga totales son dadas en megavatios y en megavares.

En la operación de sistemas de potencia, cualquier caída apreciable de tensión en el primario de un transformador causada por un cambio de carga, puede hacer deseable cambiar el conjunto de tomas en el transformador provisto con tomas ajustables, a fin de mantener la tensión apropiada en la carga, donde se especifique un cambio de tomas a fin de mantener la tensión dentro de los límites apropiados es necesario examinar la convergencia total de la tensión, si la tensión no está dentro de los límites fijados, el programa da a la calculadora un nuevo conjunto de iteraciones a realizar en las cuales hay un paso con el apropiado cambio de tomas.

El proceso anterior se repite tantas veces como sea necesario, hasta producir una solución de acuerdo con las condiciones deseadas, el conjunto de tomas es registrado en la tabla de resultados.

Un estudio puede incluir los sistemas de varias compañías y dividirse en áreas, designando a cada compañía un área diferente, el programa examina el flujo entre áreas y las desviaciones del flujo previsto se evitarán causando el apropiado cambio de generación de un generador seleccionado en cada área, en un sistema práctico se supervisa el intercambio de energía entre áreas para determinar cuándo un área dada, está produciendo la cantidad de energía que se necesita para el intercambio deseado.

Entre otra información que se puede obtener, está la lista de todas las barras donde la magnitud de la tensión se halla por encima o por debajo de 1,05 o 0,95, respectivamente u otros límites que puedan especificarse. Se puede obtener una lista de las cargas de las líneas en MVA, también se imprimen las pérdidas totales del sistema en megavatios,  $(|I|^2R)$  y megavars  $(|I|^2X)$  y los desajustes de  $P$  y  $Q$  en cada barra, el desajuste es una indicación de la precisión de la solución y es la diferencia entre  $P$  (y usualmente también  $Q$ ) que entra y sale en cada barra.

#### **2.6.6. Resultados numéricos**

Para la realización del estudio de ampliación de una subestación de operación de 69 kV del Sistema Nacional Interconectado, a una subestación de potencia de 230 kV, se ha recorrido a utilizar el programa PSAF v3,2, el cual se mencionó anteriormente se requirió 60 iteraciones por el método de *Fast Decoupled*.

Los datos a tabular que se encontrarán en las tablas son potencia activa, potencia reactiva, pérdidas de potencia activa, pérdidas de potencia reactiva, dichas pérdidas pueden encontrarse comparando los valores de  $P$  y  $Q$  en dos terminales de la línea.

Con respecto a las barras se pueden calcular los voltajes y ángulos del voltaje, para los cuales, el mínimo valor es 0,95 por ciento y el máximo valor es 1,05 por ciento, al violar dichos valores se recibirán sanciones por parte de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) según norma.

Con respecto al flujo en corto circuito se calculan las corrientes: LLL (PU) (corriente trifásica entre fases en valores por unidad), LLL (Amp) (corriente trifásica entre fases en amperios), LT (PU) (corriente entre fase y tierra en valores por unidad) y LT (Amp) (corriente entre fase y tierra en amperios) y por último las pérdidas totales, lo cual es en el Sistema Nacional Interconectado (SIN) y pérdidas en la zona 2, en el área de TRELEC.



### **3. ESTUDIO TÉCNICO DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN**

#### **3.1. Reseña del proyecto**

El proyecto de ampliación de una subestación de operación de 69 kV del Sistema Nacional Interconectado a una subestación de potencia de 230 kV, surge como respuesta a un importante incremento de la demanda y por ende a la necesidad de mejorar la capacidad de transporte, además de la seguridad operativa, continuidad y confiabilidad de la red de transporte 69 kV del área central del departamento de Guatemala, área por donde se extienden las líneas de 69 kV Guatemala Norte – Guatemala 2, 3 y 6, Centro – Guatemala 2, 3, 5 y 6, líneas que actualmente tienen conexión con la subestación de operación Incienso 69 kV.

En el presente estudio, se evalúa técnica y económicamente, la ampliación y adecuación de la subestación de operación Incienso a una subestación de potencia 230/69 kV, constituida por dos bancos de transformación 230/69 kV (cada banco compuesto por tres unidades monofásicas de 50 MVA) de servicio continuo y una unidad de reserva de 50 MVA, por lo que la capacidad total de operación será de 300 MVA y 50 MVA de reserva.

El proyecto a evaluar considera la ampliación de las líneas existentes Centro – Guatemala 2, 3, 5 y 6, y la construcción de nuevas líneas de transmisión de 69 kV, entre la subestación Incienso y determinadas subestaciones de transformación del área; así como la ampliación y readecuación de algunas subestaciones de transformación del área, además de la ampliación de los diferentes tramos de línea que alimentan a las mismas y a los grandes usuarios, ubicados dentro del área de influencia eléctrica para el proyecto.

## **3.2. Situación de la red de transmisión de 69 kV**

Es definida por el área de influencia eléctrica donde se ubica el proyecto, desde el punto de vista geográfico, y por las instalaciones eléctricas que conforman la red de transmisión de 69 kV asociada.

### **3.2.1. Área de influencia eléctrica del proyecto**

El área de influencia, desde el punto de vista geográfico del proyecto objeto del presente estudio, está constituida por el área central del departamento de Guatemala, específicamente el área donde se ubica la subestación de operación Incienso 69 kV y el área por donde se extienden las líneas de 69 kV Guatemala Norte – Guatemala 2, 3 y 6, Centro – Guatemala 2, 3, 5 y 6, que tienen conexión con la subestación de operación en mención; es decir el sector que comprende las zonas 1, 3, 7, 10 y 11 de la ciudad capital, zonas 3 y 4 del municipio de Mixco, el área de San José Villa Nueva en el municipio de Villa Nueva donde se localiza la subestación Guatemala Sur.

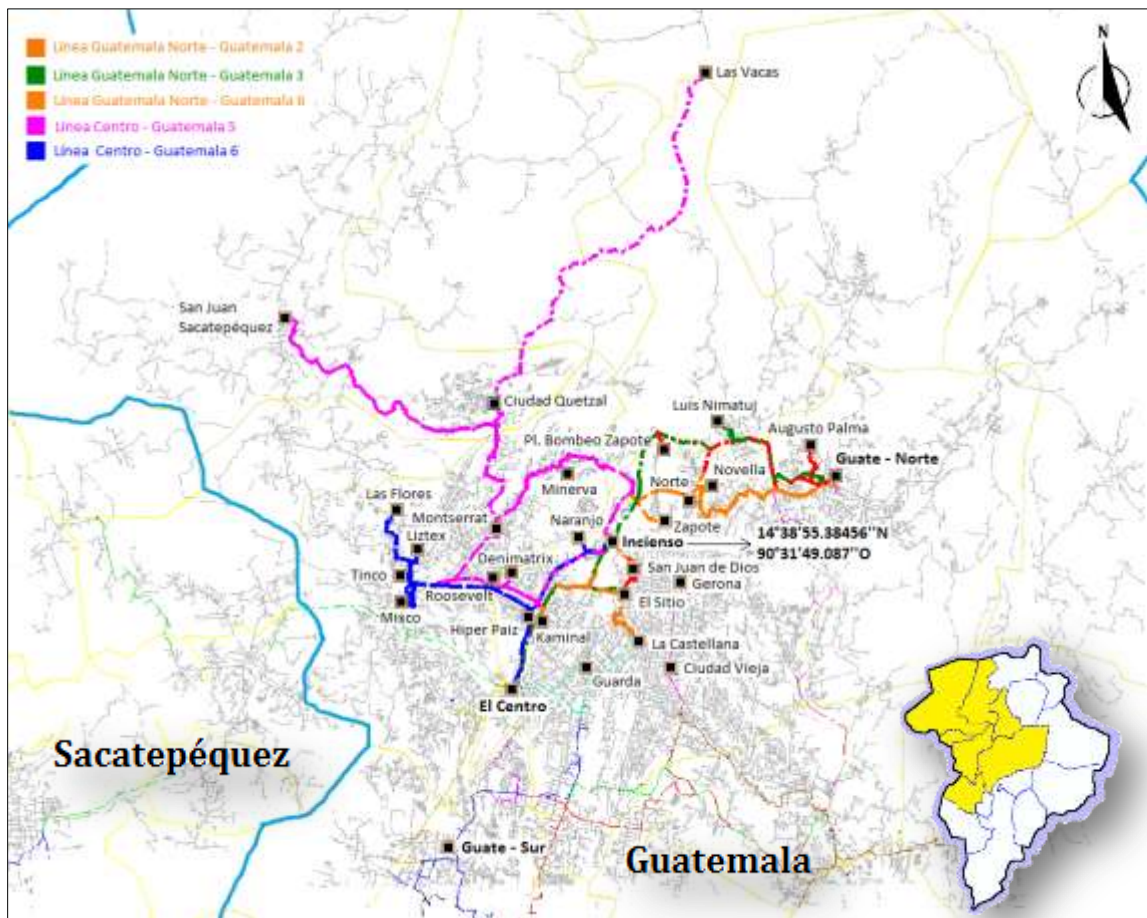
Debido a la extensión de la línea Centro - Guatemala 5, hacia la parte noroccidente del departamento de Guatemala, se considera también como área de influencia los municipios San Pedro Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez, San Raymundo y Chinautla.

La subestación de operación Incienso, se ubica en el Anillo Periférico y 31 calle de la zona 7 (a la par del puente El Incienso) de la ciudad capital del departamento de Guatemala, en coordenadas 14° 38' 55,38456" N 90° 31' 49,087" O.



La subestación de potencia Guatemala Sur se ubica en el kilómetro 14,5 de la carretera al Pacífico, aldea San José Villa Nueva, municipio de Villa Nueva; por último la subestación de potencia Guatemala Norte, se ubica a un costado de la colonia Las Ilusiones, en la zona 18 de la ciudad capital del departamento de Guatemala.

Figura 31. Diagrama cartográfico del área de influencia eléctrica para el proyecto



Fuente: elaboración propia, con programa de Sistemas Gráficos Eléctricos (SIGRE).

### **3.2.2. Instalaciones eléctricas**

La figura 31 muestra la configuración de la red de transmisión de 69 kV en el área asociada, resaltando la línea Guatemala Norte – Guatemala 2, de conductor 477 Hawk (67 MVA), que parte de la subestación de potencia Guatemala Norte y se dirige en dirección noroeste, alimentando en su recorrido a la subestación de transformación Augusto Palma (10/13 MVA) y en derivación con conductor 1/0 AL ACSR, al gran usuario Sub. Planta de Bombeo Zapote, luego la línea se dirige hacia el suroeste para llegar a conectarse con la subestación de operación Incienso con conductor 465,4 Cairo (60 MVA).

De la subestación Incienso, la línea Centro – Guatemala 2 que recibe flujo de la línea Guatemala Norte - Guatemala 2, parte con conductor 336 Linnet (54 MVA) en dirección suroeste, alimentado en su recorrido a las subestaciones de transformación La Castellana (15/28 MVA) y Guarda (10/14 MVA), esta última con interruptor normalmente abierto, ambas alimentadas con conductor 266 Partridge (41 MVA), dicha línea continua con conductor 336 Linnet para conectar por medio de un interruptor de línea normalmente abierto, con la subestación de operación El Centro.

La línea Guatemala Norte – Guatemala 3, de conductor 477 Hawk, parte de la subestación Guatemala Norte y se dirige hacia el noroeste, alimentando en su recorrido a la subestación de transformación Luis Nimatuj (10/14 MVA) con mismo tipo de conductor, luego la línea se dirige hacia el suroeste para llegar a conectarse con la subestación de operación Incienso 69 kV con conductor 465,4 Cairo.

De la subestación Incienso, la línea Centro – Guatemala 3 que recibe flujo de la línea Guatemala Norte - Guatemala 3, parte con conductor 336 Linnet en dirección suroeste, alimentando en su recorrido a las subestaciones de transformación El Sitio (15/28 MVA) y Kaminal (15/28 MVA), la primera con conductor 266 Partridge y la segunda con conductor 336 Linnet, línea que continua con el mismo conductor hasta conectar por medio de un interruptor de línea normalmente abierto con la subestación de operación El Centro.

La línea Guatemala Norte – Guatemala 6, de conductor 477 Hawk, parte de la subestación Guatemala Norte y se dirige hacia el suroeste, alimentando en su recorrido en derivación con conductor 266 Partridge al gran usuario Novella, luego la línea continua su recorrido para llegar a conectarse en configuración Pi ( $\pi$ ) con la subestación de transformación Norte (10/14 MVA) con conductor 477 Hawk. La línea sigue su recorrido alimentado en derivación con conductor 1/0AL ACSR al gran usuario Zapote, luego la línea se dirige hacia el suroeste para llegar a conectarse con la subestación de operación Incienso con conductor 740,8 Flint (80 MVA), de dicha subestación y con el flujo de potencia que transporta la línea en mención, se alimenta la subestación de transformación San Juan de Dios (15/28 MVA) con conductor 266 Partridge.

Por otro lado, la línea Centro – Guatemala 5, de conductor 477 Hawk, parte de la subestación de operación El Centro y se dirige hacia el noreste, alimentando en derivación con conductor 1/0AL ACSR y 477 Hawk al gran usuario Hiper Paiz, luego la línea de conductor 477 Hawk, se dirige hacia el noreste para llegar a conectarse por medio de un seccionamiento de línea normalmente abierto, con la subestación Incienso 69 kV.

La línea Centro – Guatemala 5 también alimenta en derivación con conductor 1/0AL ACSR al gran usuario Denimatrix, luego la línea continúa su recorrido hacia el noroeste con conductor 477 Hawk hasta un punto donde deriva con conductor 266 Partridge hasta llegar a conectar en configuración Pi ( $\pi$ ) con la subestación de transformación Montserrat (15/28 MVA).

Luego de la subestación Montserrat, la línea Centro – Guatemala 5 continúa su recorrido; por un lado con conductor 559,5 Darien hacia el noreste alimentando en derivación a la subestación de transformación Minerva (10/14 MVA), de dicha derivación, la línea parte hacia el sureste con conductor 477 Hawk hasta llegar a conectar con conductor 740,8 Flint, por medio de un seccionamiento de línea normalmente abierto a la subestación de operación Incienso.

Por otro lado, la línea Centro – Guatemala 5, luego de alimentar la subestación Montserrat se dirige hacia el noroeste con conductor 477 Hawk, hasta un punto donde se deriva con conductor 394,5 Canton para llegar a alimentar a la subestación de transformación San Juan Sacatepéquez (10/14 MVA), de dicha derivación continúa su recorrido con conductor 477 Hawk hacia el noreste hasta conectar en configuración Pi ( $\pi$ ) con el mismo conductor a la subestación de transformación Ciudad Quetzal (10/13 MVA), terminando su recorrido hasta conectarse con la subestación de generación Las Vacas 69 kV con conductor 559,5 Darien.

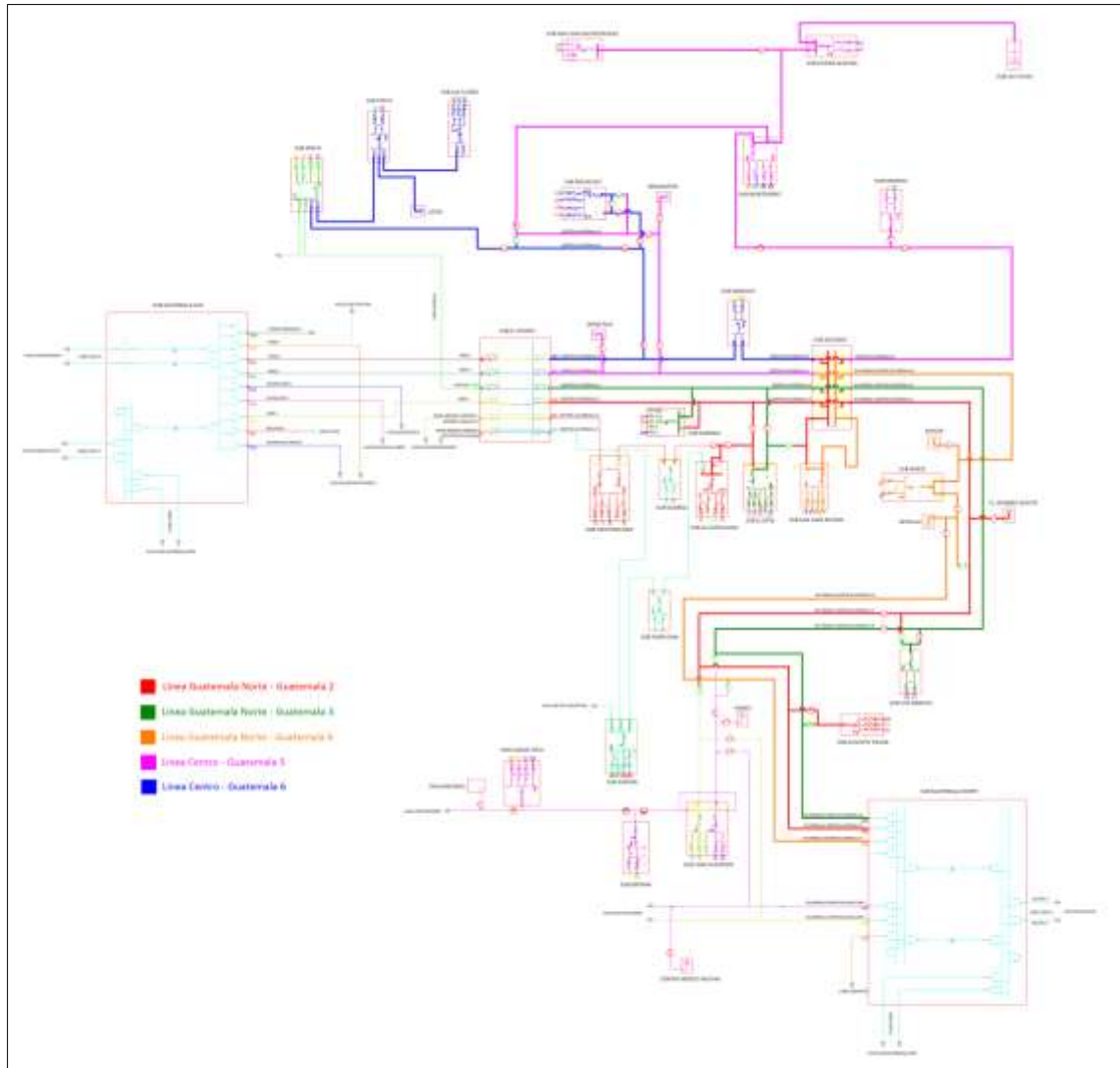
Por último, la línea Centro – Guatemala 6, también inicia su recorrido desde la subestación El Centro, con conductor 477 Hawk para conectar y alimentar a la subestación Naranja (10/14 MVA), por medio de un interruptor de línea normalmente cerrado.

De la subestación Naranja por medio de otro interruptor de línea normalmente abierto, la línea Centro – Guatemala 6 continua su recorrido, hasta llegar y conectar con la subestación Incienso, en donde existe un equipo de seccionamiento de línea en estado normalmente cerrado.

Además, la línea Centro – Guatemala 6, presenta una derivación de línea con conductor 477 Hawk, que se extiende hacia el noroccidente, alimentando por medio de una derivación de conductor 477 Hawk a la subestación Roosevelt (15/28 MVA), hasta llegar a un punto cercano a la subestación de transformación Mixco (15/28 MVA), punto donde la línea deriva con conductor 740,8 Flint hasta llegar a alimentar a la subestación Mixco, por medio de un interruptor de línea normalmente cerrado a la barra 2 de dicha subestación, luego la línea continua su recorrido desde la barra 2 de la subestación Mixco con conductor 740,8 Flint, alimentando en configuración Pi ( $\pi$ ) a la subestación Tinco (10/13 MVA), desde la subestación Tinco es alimentado el gran usuario Liztex con conductor 266 Partridge y 1/0AL ACSR.

La línea Centro - Guatemala 6 finaliza su recorrido alimentado con conductor 740,8 Flint a la subestación Las Flores (10/18 MVA). En la figura 34, se presenta en forma esquemática, el sistema de transmisión 69 kV asociado al área mencionada y permite apreciar las líneas de 69 kV Guatemala Norte – Guatemala 2, 3 y 6, Centro – Guatemala 2, 3, 5 y 6.

Figura 32. **Diagrama unifilar esquemático de la red de transmisión de 69 kV del área de influencia eléctrica para el proyecto**



Fuente: elaboración propia, con programa de Sistemas Gráficos Eléctricos (SIGRE).

### **3.3. Análisis de la demanda**

Actualmente y en horas de demanda máxima, las líneas Guatemala Norte - Guatemala 2, 3 y 6, transportan un flujo de potencia de 22,2 MW, 44,68 MW y 37,95 MW, respectivamente, lo cual representa para la salida de cada línea, un factor de utilización de 34,0, 68,2 y 47,9 por ciento; mientras que para horas de demanda media, las líneas en mención reportan flujos de 26,61 MW, 38,47 MW y 27,19 MW, respectivamente, lo cual representa para cada línea factores de utilización del orden del 40,7, 58,7 y 34,3 por ciento; y por último, para horas de demanda mínima, estas líneas transportan flujo de potencia de 9,83 MW, 13,02 MW y 12,6 MW, lo cual representa para cada línea factores de utilización del orden 15,0, 19,9 y 15,9 por ciento.

El flujo de potencia de la línea Guatemala Norte – Guatemala 2, corresponde a la suma de la demanda de las subestaciones Augusto Palma y Planta de Bombeo Zapote y el flujo que es aportado a la subestación Incienso, directamente a la barra 1, que a su vez alimenta a la línea Centro - Guatemala 2. El flujo de potencia de la línea Guatemala Norte – Guatemala 3 corresponde a la demanda de la subestación Luis Nimatuj y el flujo que es aportado a la línea Centro – Guatemala 3. El flujo de potencia de la línea Guatemala Norte – Guatemala 6 corresponde a la suma de la demanda de las subestaciones Norte, a los grandes usuarios Novella y Zapote, y el flujo que es aportado a la subestación Incienso, directamente a la barra 2, el cual a su vez es demandado por la subestación San Juan de Dios.

El comportamiento de la demanda de las líneas Guatemala Norte - Guatemala 2, 3 y 6 anteriormente mencionado, se detalla en la tabla IV, para horas de demanda máxima, media y mínima, representado para la salida de cada línea.

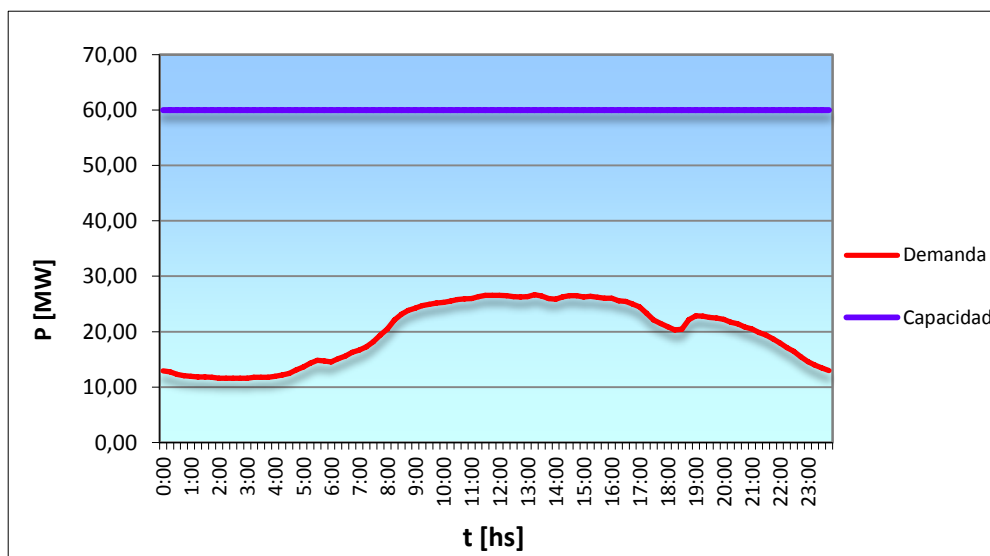
En las figuras 33, 34 y 35, se representa la curva de demanda de carga de las líneas Guatemala Norte - Guatemala 2, 3 y 6, tomada cada 15 minutos durante las 24 horas del 18 de agosto de 2014, con base en que ese día se presentó la máxima demanda del mes.

Tabla IV. **Demandas de las líneas Guatemala Norte – Guatemala 2, 3 y 6**

Subestación de procedencia	Demanda máxima		Demanda media		Demanda mínima	
	MW	F.U. [%]	MW	F.U. [%]	MW	F.U. [%]
<b>Línea Guatemala Norte – Guatemala 2</b>						
Guatemala Norte	22,2	34,0	26,61	40,7	9,83	15,0
<b>Línea Guatemala Norte – Guatemala 3</b>						
Guatemala Norte	44,68	68,2	38,47	58,7	13,02	19,9
<b>Línea Guatemala Norte – Guatemala 6</b>						
Guatemala Norte	37,95	47,9	27,19	34,3	12,6	15,9

Fuente: elaboración propia, con base en el registro de demandas proporcionado por EEGSA.

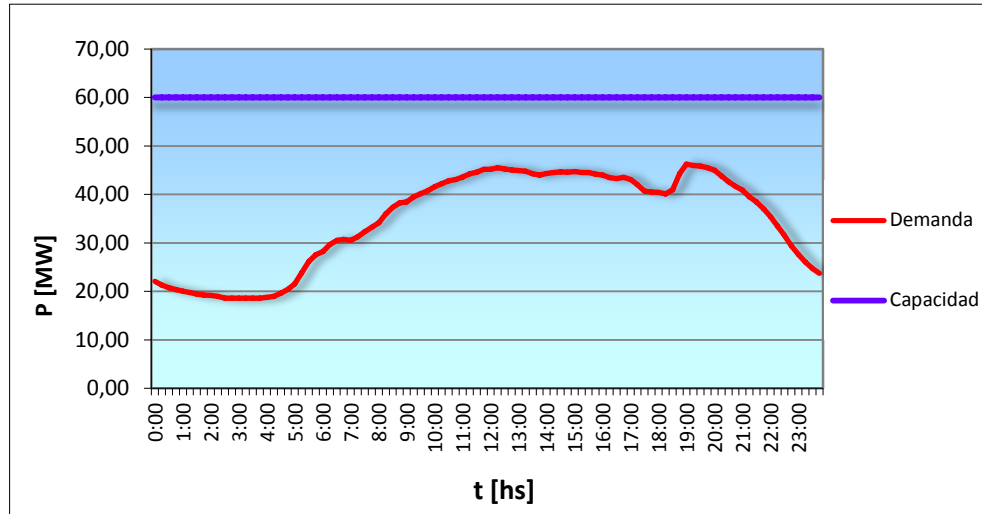
Figura 33. **Curva de demanda de carga de la línea Guatemala Norte – Guatemala 2**



Fuente: elaboración propia, con base en el registro de demanda máxima proporcionada por EEGSA.

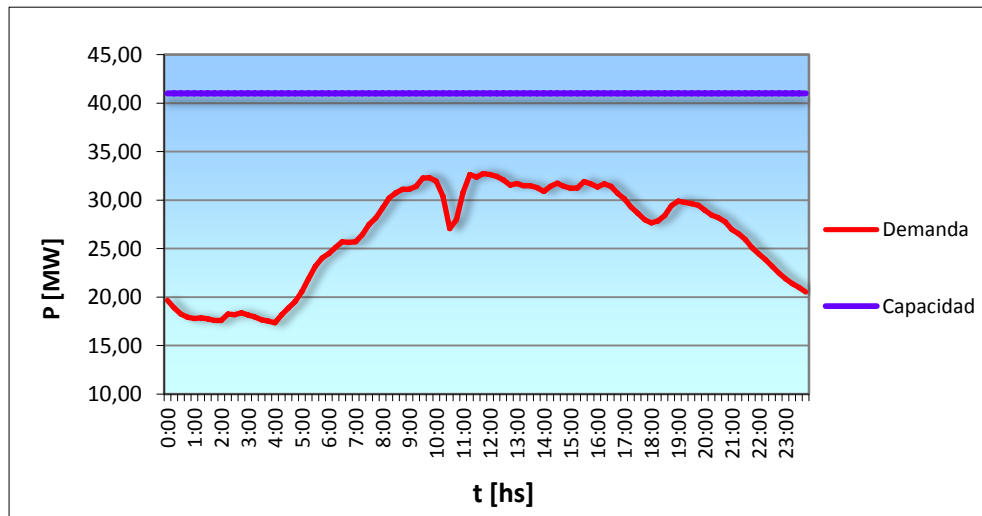


Figura 34. **Curva de demanda de carga de la línea Guatemala Norte – Guatemala 3**



Fuente: elaboración propia, con base en el registro de demanda máxima proporcionada por EEGSA.

Figura 35. **Curva de demanda de carga de la línea Guatemala Norte – Guatemala 6**



Fuente: elaboración propia, con base en el registro de demanda máxima proporcionada por EEGSA.

Por otro lado, actualmente y en horas de demanda máxima, las líneas Centro - Guatemala 2, 3, 5 y 6, transportan un flujo de potencia de 13,00 MW, 35,38 MW, 24,13 MW y 56,09 MW, respectivamente, lo cual representa para la salida de cada línea, factores de utilización de 24,3, 68,1, 38,5 y 89,4 por ciento; mientras que para horas de demanda media, las líneas en mención reportan flujos de 22, 33,48, 15,93 y 51,0 MW, respectivamente, lo cual representa para cada línea, factores de utilización del orden de 41,9, 64,4, 25,4 y 81 por ciento; y por último, para horas de demanda mínima, estas líneas transportan flujo de potencia de 7,68, 11,23, 14,0 y 19,33 MW, lo cual representa para cada línea, factores de utilización del orden de 14, 21,6, 22 y 33,6 por ciento.

El flujo de potencia de la línea Centro – Guatemala 2 corresponde a la demanda de la subestación La Castellana; el flujo de potencia de la línea Centro – Guatemala 3 corresponde a la suma de la demanda de las subestaciones El Sitio y Kaminal.

El flujo de potencia de la línea Centro – Guatemala 5 (alimentada desde la subestación El Centro), corresponde a la suma de la demanda de las subestaciones Montserrat y Minerva, y los grandes usuarios Híper Paiz y Denimatrix. El flujo de potencia para cubrir la demanda de las subestaciones San Juan Sacatepéquez y Ciudad Quetzal, también conectadas a la línea Centro – Guatemala 5, es aportado desde la Generadora Las Vacas.

El flujo de potencia de la línea Centro – Guatemala 6 (alimentada desde la subestación El Centro), corresponde a la suma de la demanda de las subestaciones Naranjo, Roosevelt, Mixco, Tinco, Las Flores y el gran usuario Liztex.

Cabe mencionar que las líneas Centro Guatemala 5 y 6, que parten de la subestación El Centro, por medio de interruptores de línea en estado cerrado, se conectan también con la subestación Incienso, por medio de seccionadores de línea en estado normal abierto.

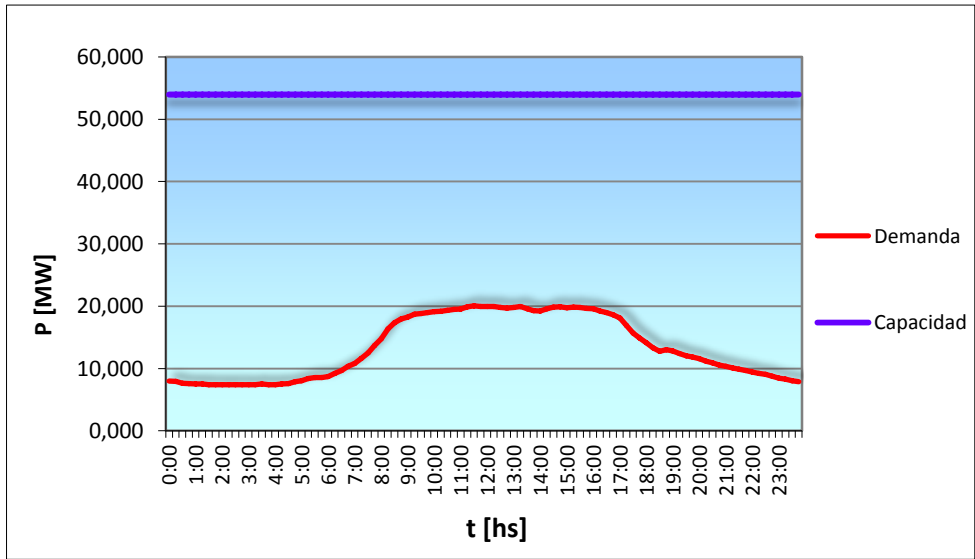
El comportamiento de la demanda de las líneas Centro - Guatemala 2, 3, 5 y 6 anteriormente mencionado, se detalla en la tabla V, para horas de demanda máxima, media y mínima, representado para la salida de cada línea. En las figuras 36, 37, 38 y 39, se representa la curva de demanda de carga de las líneas Centro - Guatemala 2, 3, 5 y 6, tomada cada 15 minutos durante las 24 horas del 18 de agosto de 2014, con base en que ese día se presentó la máxima demanda del mes.

Tabla V. **Demandas de las líneas Centro – Guatemala 2, 3, 5 y 6**

Subestación de procedencia	Demanda máxima		Demanda media		Demanda mínima	
	MW	F.U. [%]	MW	F.U. [%]	MW	F.U. [%]
Línea Centro - Guatemala 2						
Incienso	-13,00	24,3	-22	41,9	-7,68	14
Línea Centro - Guatemala 3						
Incienso	-35,38	68,1	-33,48	64,4	-11,23	21,6
Línea Centro - Guatemala 5						
El Centro	24,13	38,5	15,93	25,4	14,0	22
Generadora Las Vacas	-22,48	33,9	-15,50	23,4	0	0
Línea Centro - Guatemala 6						
El Centro	56,09	89,4	51,0	81	21,11	33,6

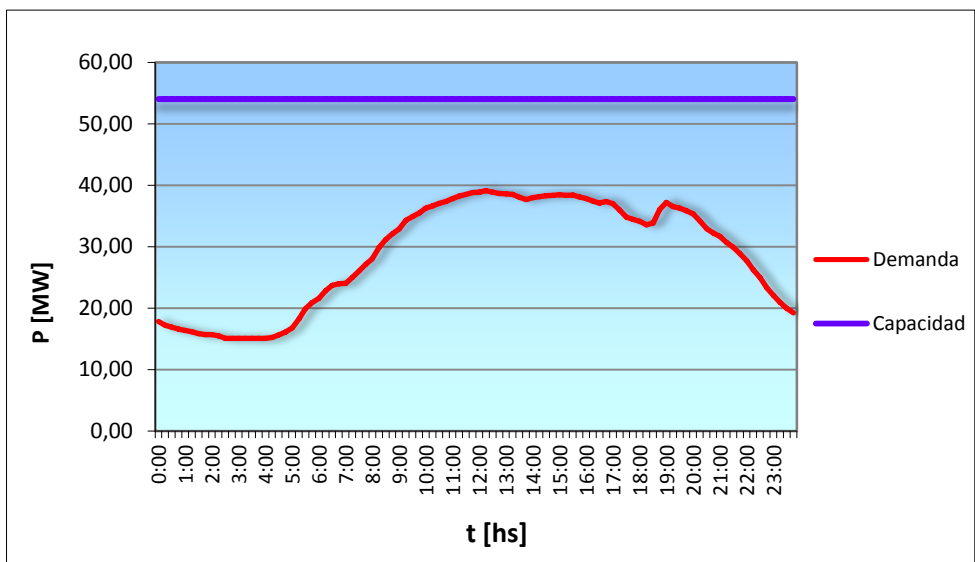
Fuente: elaboración propia, con base en el registro de demandas proporcionado por EEGSA.

Figura 36. **Curva de demanda de carga de la línea Centro – Guatemala 2**



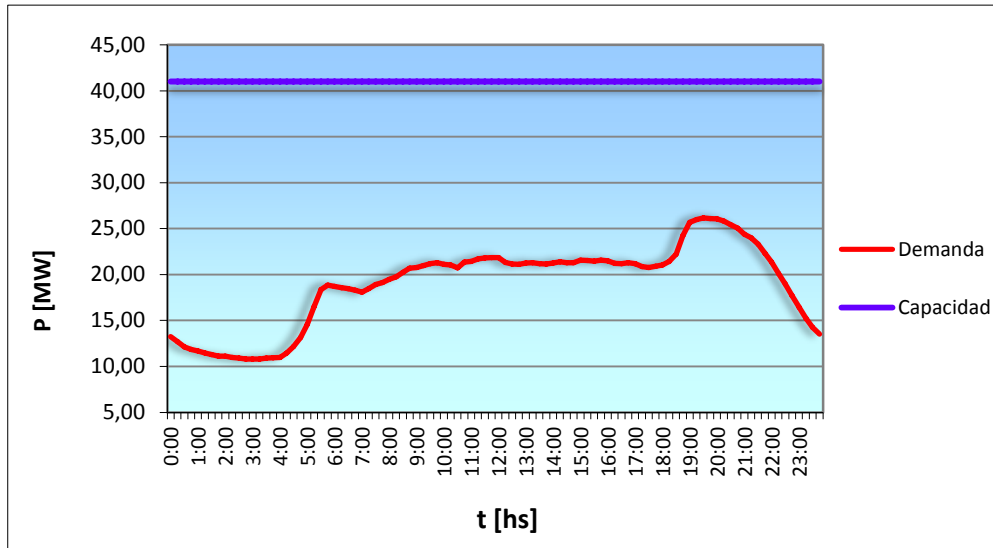
Fuente: elaboración propia, con base en el registro de demanda máxima proporcionada por EEGSA.

Figura 37. **Curva de demanda de carga de la línea Centro – Guatemala 3**



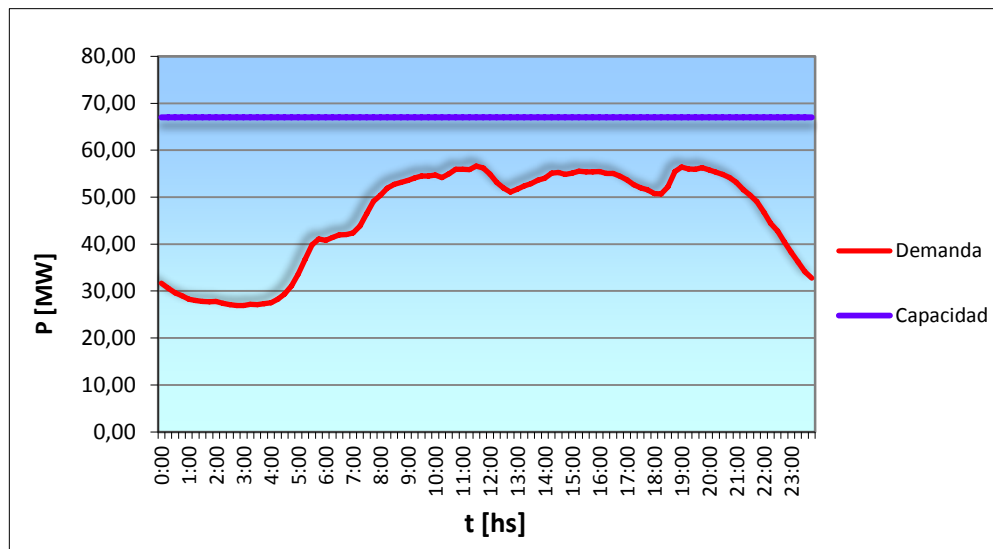
Fuente: elaboración propia, con base en el registro de demanda máxima proporcionada por EEGSA.

Figura 38. Curva de demanda de carga de la línea Centro – Guatemala 5



Fuente: elaboración propia, con base en el registro de demanda máxima proporcionada por EEGSA.

Figura 39. Curva de demanda de carga de la línea Centro – Guatemala 6



Fuente: elaboración propia, con base en el registro de demanda máxima proporcionada por EEGSA.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente con respecto a la demanda de las líneas Guatemala Norte - Guatemala 2, 3 y 6, se puede observar que estas en conjunto transportan un flujo de potencia de 104,90 MW en horas de demanda máxima, desde la subestación Guatemala Norte hasta las subestaciones que lo demandan, de lo cual, 65,38 MW, se dirigen a la subestación Incienso. En este sentido, por un lado 30,00 MW son aportados a la línea Centro – Guatemala 2 y a la subestación San Juan de Dios; y por otro lado, 35,38 MW son aportados a la línea Centro – Guatemala 3 directamente.

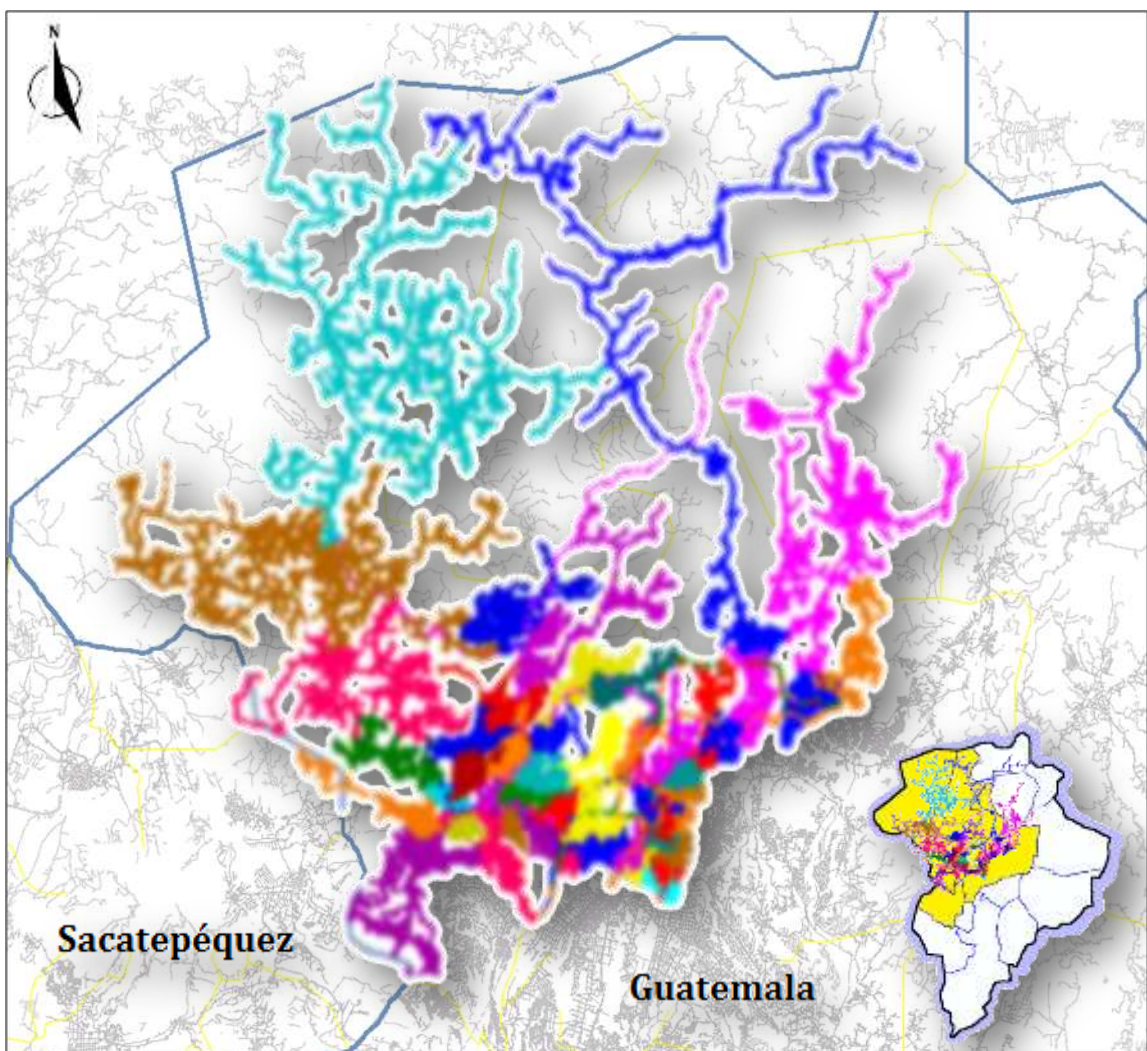
Por lo anterior, en caso de una contingencia de salida de la línea Guatemala Norte – Guatemala 2, deja fuera también a la línea Centro – Guatemala 2 y la subestación San Juan de Dios; mientras que en caso de una contingencia de salida de la línea Guatemala Norte – Guatemala 3, deja fuera también a la línea Centro – Guatemala 3.

Respecto a la demanda de las líneas Centro - Guatemala 2, 3, 5 y 6, en conjunto transportan un flujo de potencia de 128,60 MW en horas de demanda máxima, de lo cual, 80,22 MW son aportados desde la subestación de operación El Centro (a su vez proveniente de la subestación Guatemala Sur), hasta las subestaciones que lo demandan, a través de las líneas Centro – Guatemala 5 y 6; por lo que el flujo de potencia transportado por las líneas Centro – Guatemala 2 y 3 de 48,38 MW, es aportado desde la subestación de operación Incienso (a su vez proveniente de la subestación Guatemala Norte).

Es importante recalcar que la demanda de las subestaciones San Juan Sacatepéquez y Ciudad Quetzal, es cubierta a través de una parte de la línea Centro – Guatemala 5, pero el flujo de potencia es aportado por la Generadora Las Vacas, como se puede observar en la tabla V, y como se presentara a detalle en las tablas de resultados de flujos de carga para el estudio eléctrico.

En la siguiente figura se puede observar resaltada en colores, el área geográfica que cubren las líneas de transmisión de 69 kV y las líneas de los circuitos de distribución de 13.8 kV, las cuales transportan y distribuyen el flujo de potencia requerido para cubrir la demanda de energía eléctrica del área de influencia en estudio.

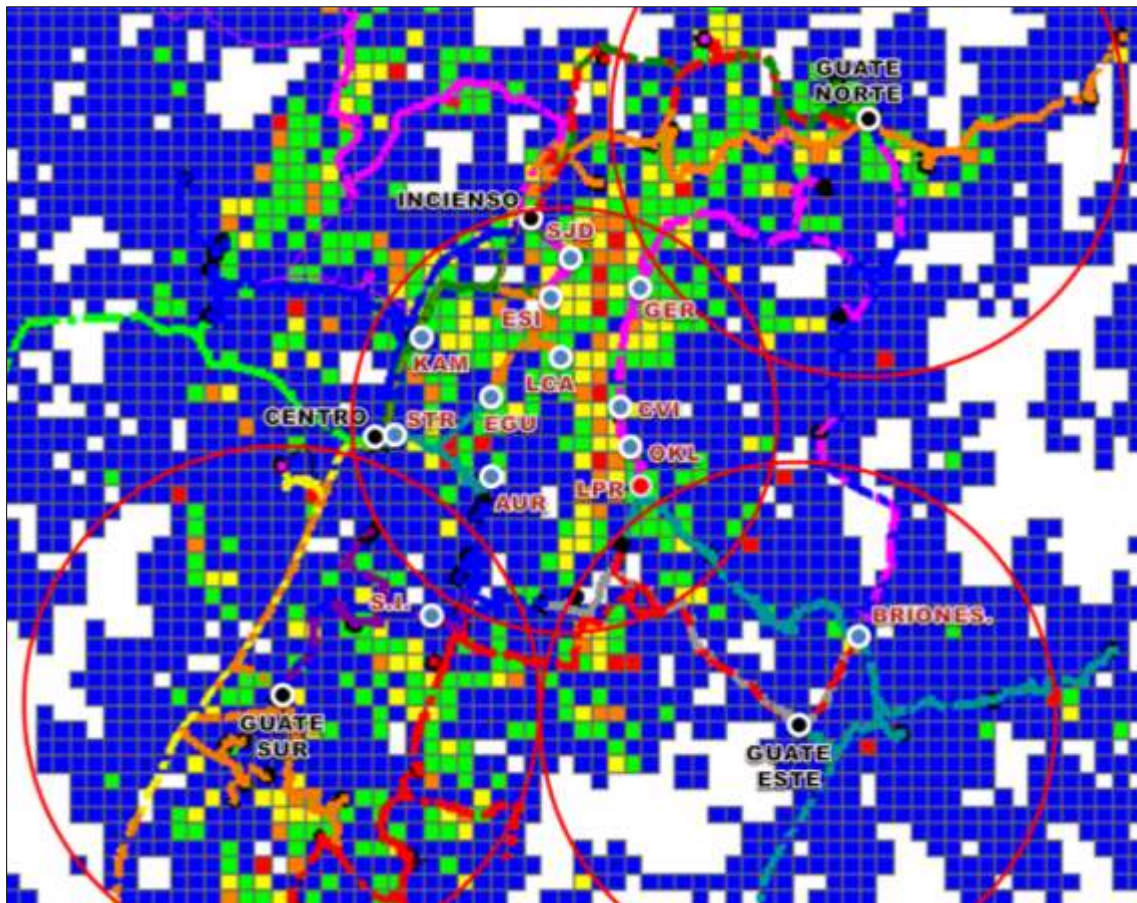
Figura 40. **Diagrama cartográfico de las líneas de transmisión de 69 kV y de distribución de 13,8 kV del área de influencia eléctrica**



Fuente: elaboración propia, con programa de Sistemas Gráficos Eléctricos (SIGRE).

En la siguiente figura se presenta el diagrama del área de centro de carga de la ciudad de Guatemala, en el cual se encuentra representada en círculos de colores la ubicación de las subestaciones de 69 kV, donde es posible observar que la subestación Incienso 69 kV se encuentra dentro de dicho centro de carga.

Figura 41. **Diagrama cartográfico del área de centro carga de la ciudad de Guatemala**



Fuente: elaboración propia, con programa de Sistemas Gráficos Eléctricos (SIGRE).



### 3.4. Pronóstico de la demanda

Con base en los resultados obtenidos de la demanda en el área de influencia en estudio, y de acuerdo a las tasas de crecimiento (obtenidas del comportamiento de la demanda para el período 2010-2014, proporcionado por EEGSA) que presentan las líneas Guatemala Norte - Guatemala 2, 3 y 6, y las líneas Centro – Guatemala 2, 3, 5 y 6, en la tabla VI se puede observar el pronóstico de la demanda para un período de 30 años.

Para este análisis se consideró como capacidad máxima de la línea, la capacidad del tramo de línea que contenga el conductor con capacidad más baja.

Tabla VI. **Pronóstico de la demanda para las líneas de transmisión de 69 kV, del área de influencia eléctrica**

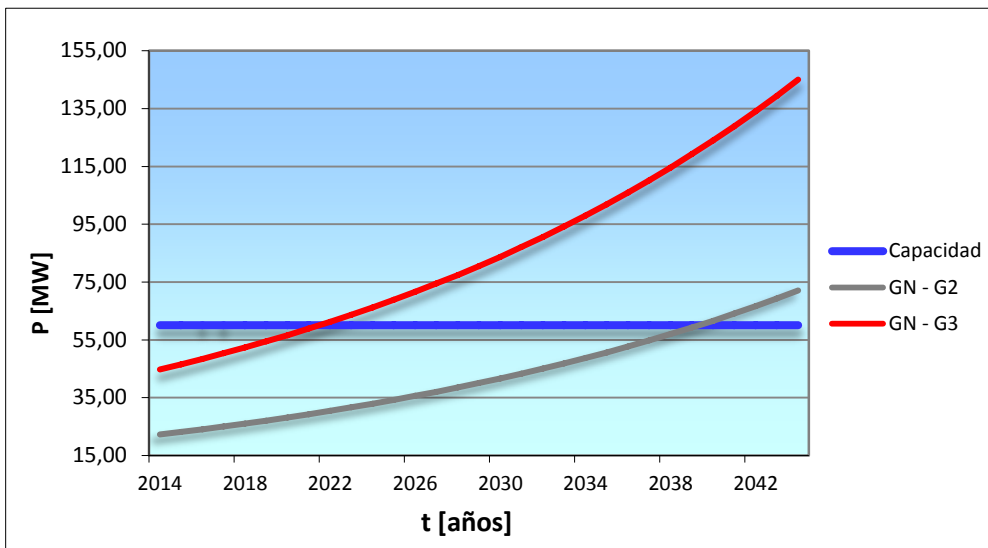
Año	GN - G2 Tasa [4 %]		GN - G3 Tasa [6 %]		GN - G6 Tasa [3 %]		C - G2 Tasa [3 %]		C - G3 Tasa [3 %]		C - G5 Tasa [2 %]		C - G6 Tasa [6 %]	
	MW	F.U. [%]	MW	F.U. [%]	MW	F.U. [%]	MW	F.U. [%]	MW	F.U. [%]	MW	F.U. [%]	MW	F.U. [%]
2014	22,20	37,00	44,68	74,47	37,95	92,56	13,00	24,07	35,38	65,52	24,13	58,85	56,06	83,67
2015	23,09	38,48	46,47	77,45	38,90	94,88	13,39	24,80	36,44	67,48	24,61	60,03	59,42	88,69
2016	24,01	40,02	48,33	80,54	39,87	97,25	13,79	25,54	37,53	69,51	25,10	61,23	62,99	94,01
2017	24,97	41,62	50,26	83,76	40,87	99,68	14,21	26,31	38,66	71,59	25,61	62,46	66,77	99,65
2018	25,97	43,28	52,27	87,12	41,89	102,17	14,63	27,10	39,82	73,74	26,12	63,71	70,77	105,63
2019	27,01	45,02	54,36	90,60	42,94	104,72	15,07	27,91	41,02	75,95	26,64	64,98	75,02	111,97
2020	28,09	46,82	56,53	94,22	44,01	107,34	15,52	28,75	42,25	78,23	27,17	66,28	79,52	118,69
2021	29,21	48,69	58,80	97,99	45,11	110,03	15,99	29,61	43,51	80,58	27,72	67,60	84,29	125,81
2022	30,38	50,64	61,15	101,91	46,24	112,78	16,47	30,50	44,82	83,00	28,27	68,96	89,35	133,36
2023	31,60	52,66	63,59	105,99	47,39	115,60	16,96	31,41	46,16	85,49	28,84	70,34	94,71	141,36
2024	32,86	54,77	66,14	110,23	48,58	118,49	17,47	32,35	47,55	88,05	29,41	71,74	100,39	149,84
2025	34,18	56,96	68,78	114,64	49,79	121,45	18,00	33,32	48,97	90,69	30,00	73,18	106,42	158,83
2026	35,54	59,24	71,53	119,22	51,04	124,48	18,53	34,32	50,44	93,41	30,60	74,64	112,80	168,36
2027	36,96	61,61	74,40	123,99	52,31	127,60	19,09	35,35	51,96	96,22	31,21	76,13	119,57	178,47
2028	38,44	64,07	77,37	128,95	53,62	130,79	19,66	36,41	53,52	99,10	31,84	77,66	126,75	189,17
2029	39,98	66,63	80,47	134,11	54,96	134,06	20,25	37,51	55,12	102,08	32,48	79,21	134,35	200,52
2030	41,58	69,30	83,68	139,47	56,34	137,41	20,86	38,63	56,77	105,14	33,13	80,79	142,41	212,56
2031	43,24	72,07	87,03	145,05	57,75	140,84	21,49	39,79	58,48	108,29	33,79	82,41	150,96	225,31
2032	44,97	74,96	90,51	150,86	59,19	144,36	22,13	40,98	60,23	111,54	34,46	84,06	160,01	238,83
2033	46,77	77,95	94,13	156,89	60,67	147,97	22,80	42,21	62,04	114,89	35,15	85,74	169,62	253,16
2034	48,64	81,07	97,90	163,17	62,19	151,67	23,48	43,48	63,90	118,33	35,86	87,45	179,79	268,35
2035	50,59	84,31	101,82	169,69	63,74	155,46	24,18	44,78	65,82	121,88	36,57	89,20	190,58	284,45

Continuación de la tabla VI.

2036	52,61	87,69	105,89	176,48	65,33	159,35	24,91	46,13	67,79	125,54	37,30	90,99	202,01	301,51
2037	54,72	91,19	110,12	183,54	66,97	163,33	25,66	47,51	69,83	129,31	38,05	92,81	214,14	319,60
2038	56,91	94,84	114,53	190,88	68,64	167,42	26,43	48,94	71,92	133,19	38,81	94,66	226,98	338,78
2039	59,18	98,64	119,11	198,52	70,36	171,60	27,22	50,41	74,08	137,18	39,59	96,56	240,60	359,11
2040	61,55	102,58	123,87	206,46	72,12	175,89	28,04	51,92	76,30	141,30	40,38	98,49	255,04	380,65
2041	64,01	106,68	128,83	214,71	73,92	180,29	28,88	53,48	78,59	145,54	41,19	100,46	270,34	403,49
2042	66,57	110,95	133,98	223,30	75,77	184,80	29,74	55,08	80,95	149,90	42,01	102,47	286,56	427,70
2043	69,23	115,39	139,34	232,24	77,66	189,42	30,64	56,73	83,38	154,40	42,85	104,51	303,75	453,37
2044	72,00	120,01	144,92	241,53	79,60	194,15	31,55	58,43	85,88	159,03	43,71	106,61	321,98	480,57

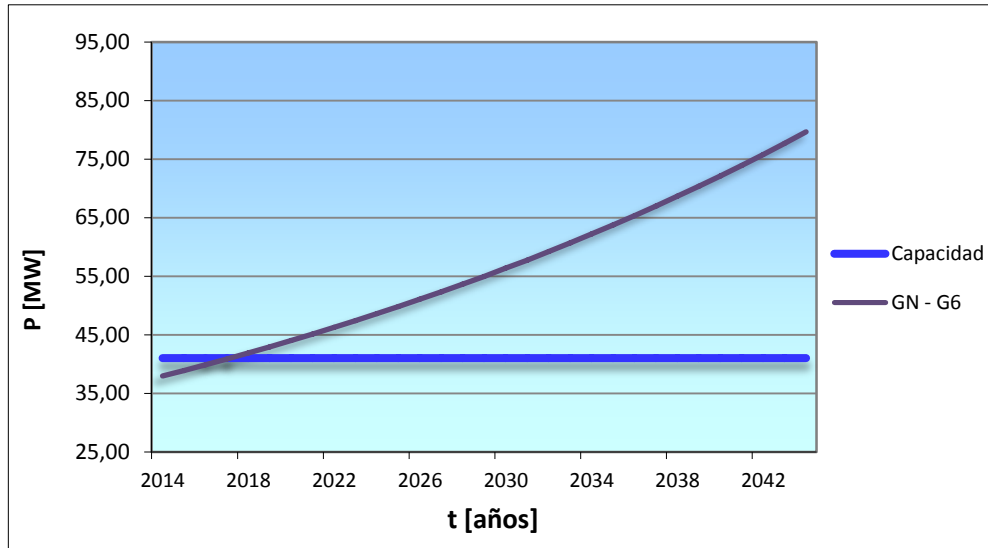
Fuente: elaboración propia, con base en el registro de demandas proporcionado por EEGSA.

Figura 42. **Pronóstico de la demanda para las líneas Guatemala Norte – Guatemala 2 y 3**



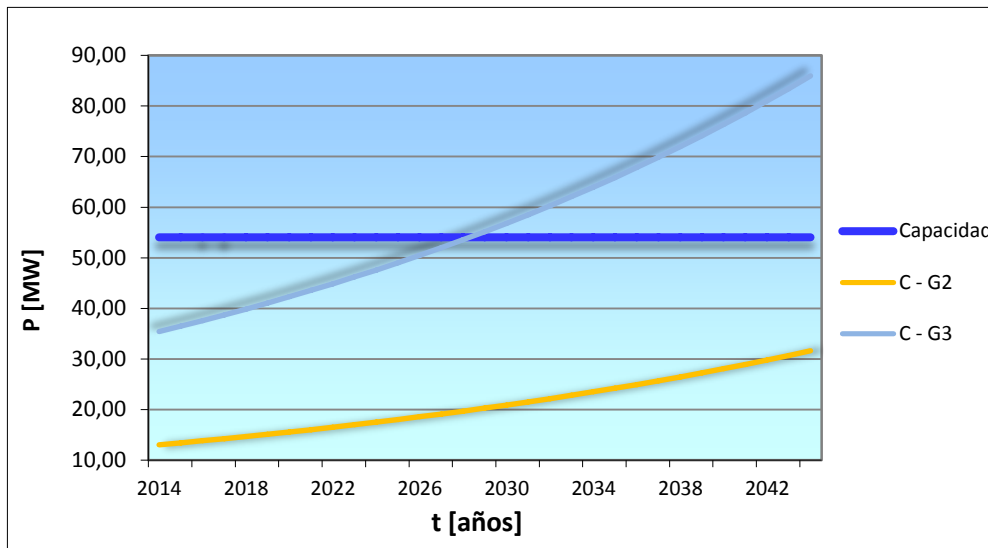
Fuente: elaboración propia, con base en el registro de demandas proporcionado por EEGSA.

Figura 43. **Pronóstico de la demanda para la línea Guatemala Norte – Guatemala 6**



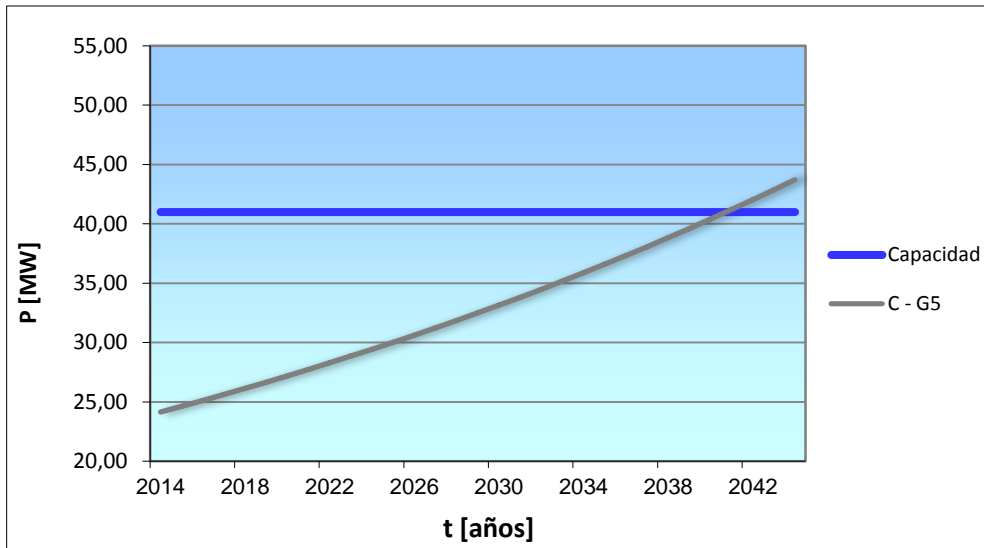
Fuente: elaboración propia, con base en el registro de demandas proporcionado por EEGSA.

Figura 44. **Pronóstico de la demanda para las líneas Centro – Guatemala 2 y 3**



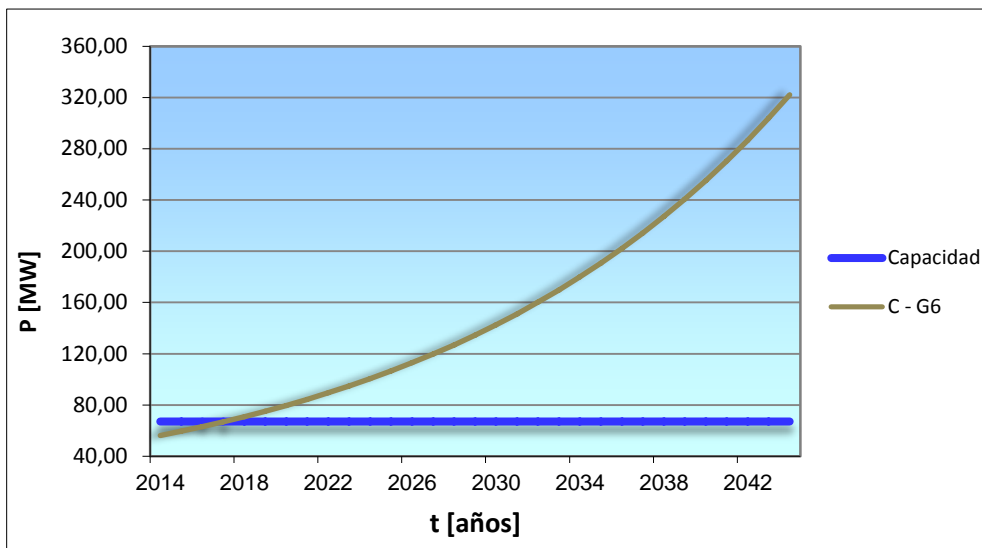
Fuente: elaboración propia, con base en el registro de demandas proporcionado por EEGSA.

Figura 45. **Pronóstico de la demanda para las líneas Centro – Guatemala 5**



Fuente: elaboración propia, con base en el registro de demandas proporcionado por EEGSA.

Figura 46. **Pronóstico de la demanda para las líneas Centro – Guatemala 6**



Fuente: elaboración propia, con base en el registro de demandas proporcionado por EEGSA.

El pronóstico de la demanda permite determinar el momento en el cual la capacidad de operación de las líneas de transmisión es superada en un 100 por ciento. Para el caso de las líneas del área de influencia en estudio, es posible determinar que la línea Guatemala Norte – Guatemala 3 superará el límite de operación normal para el 2022; siendo los casos más críticos el de las líneas Guatemala Norte – Guatemala 6 y Centro – Guatemala 6, ya que el límite de operación normal se estaría superando dentro de 4 años, es decir en el 2018.

#### **3.4.1. Contingencias en líneas de transmisión**

De acuerdo al pronóstico de la demanda obtenido, se pueden definir los siguientes casos de contingencias, por salida de cualquiera de las líneas de transmisión de 69 kV en estudio.

- Salida de la línea Guatemala Norte – Guatemala 2: en caso de salida de esta línea, la carga podría ser trasladada a la línea Guatemala Norte – Guatemala 3, produciendo que esta última alcance desde el 2014 un factor de utilización de 111,47 por ciento.
- Salida de la línea Guatemala Norte – Guatemala 3: en caso de salida de esta línea, la carga podría ser trasladada a la línea Guatemala Norte – Guatemala 2, produciendo también que esta última alcance desde el 2014 un factor de utilización de 111,47 por ciento.
- Salida de la línea Guatemala Norte – Guatemala 6: en caso de salida de esta línea, la carga sería trasladada a la línea Guatemala Norte – Guatemala 2, produciendo que esta última alcance desde el 2014 un factor de utilización de 100,25 por ciento.

- Salida de la línea Centro – Guatemala 2: en caso de salida de esta línea, la carga podría ser trasladada a la línea Centro – Guatemala 3, produciendo que esta última alcance un factor de utilización de 100,84 por ciento, para el 2018.
- Salida de la línea Centro – Guatemala 3: en caso de salida de esta línea, la carga podría ser trasladada a la línea Centro – Guatemala 2, produciendo también que esta última alcance un factor de utilización de 100,84 por ciento, para el 2018.
- Salida de la línea Centro – Guatemala 5: en caso de salida de esta línea, la carga podría ser trasladada a la línea Centro – Guatemala 6, produciendo que esta última alcance desde el 2014 un factor de utilización de 195,59 por ciento.
- Salida de la línea Centro – Guatemala 6: en caso de salida de esta línea, la carga podría ser trasladada a la línea Centro – Guatemala 5, produciendo también que esta última alcance desde el 2014 un factor de utilización de 119,69 por ciento.

Es importante poner en contexto, que actualmente el enlace de líneas de transmisión de 69 kV, entre las subestación de potencia Guatemala Sur y la subestación El Centro, es decir las líneas INDE 1, 2 y 3 (propiedad de ETCEE) se encuentra limitado en cuanto a capacidad para el aporte de flujo de potencia, que es demandado por las subestaciones de transformación que se encuentran dentro del área de influencia eléctrica en estudio.

Por lo anterior, no puede ser considerado que la demanda pronosticada pueda ser cubierta, tanto en operación normal como en caso de contingencia (por salida de las líneas de transmisión de 69 kV entre las subestaciones Guatemala Norte e Inciense), a través del enlace Guatemala Sur – El Centro.

### 3.5. Pronóstico de la capacidad de transformación

En relación con la capacidad de transformación en el área de influencia en estudio, y de acuerdo a las tasas de crecimiento (obtenidas del comportamiento de la demanda para el período 2010-2014, proporcionado por EEGSA) que presentan los transformadores de las subestaciones de potencia Guatemala Norte y Guatemala Sur, en la tabla VII se puede observar el pronóstico de la capacidad de transformación para un período de 30 años.

Tabla VII. **Pronóstico de la capacidad de transformación para las subestaciones de potencia Guatemala Norte y Guatemala Sur**

Año	GNO (1) 150 MVA Tasa (4,33 %)		GNO (2) 150 MVA Tasa (4,33 %)		GNO (3) 150 MVA Tasa (4,33 %)		GSU (1) 150 MVA Tasa (3,50 %)		GSU (2) 195 MVA Tasa (3,50 %)		GSU (3) 100 MVA Tasa (3,50 %)	
	MVA	F.U. [%]	MVA	F.U. [%]	MVA	F.U. [%]	MVA	F.U. [%]	MVA	F.U. [%]	MVA	F.U. [%]
	2014	70,85	47,23	74,76	49,84	105,10	70,07	80,36	53,57	120,18	61,63	43,91
2015	73,92	49,28	78,00	52,00	109,65	73,10	83,17	55,45	124,39	63,79	45,45	45,45
2016	77,12	51,41	81,37	54,25	114,40	76,27	86,08	57,39	128,74	66,02	47,04	47,04
2017	80,46	53,64	84,90	56,60	119,35	79,57	89,10	59,40	133,25	68,33	48,68	48,68
2018	83,94	55,96	88,57	59,05	124,52	83,01	92,21	61,48	137,91	70,72	50,39	50,39
2019	87,58	58,38	92,41	61,61	129,91	86,61	95,44	63,63	142,74	73,20	52,15	52,15
2020	91,37	60,91	96,41	64,27	135,54	90,36	98,78	65,86	147,73	75,76	53,98	53,98
2021	95,32	63,55	100,59	67,06	141,41	94,27	102,24	68,16	152,90	78,41	55,87	55,87
2022	99,45	66,30	104,94	69,96	147,53	98,35	105,82	70,55	158,25	81,16	57,82	57,82
2023	103,76	69,17	109,48	72,99	153,92	102,61	109,52	73,01	163,79	84,00	59,84	59,84
2024	108,25	72,17	114,23	76,15	160,58	107,05	113,36	75,57	169,53	86,94	61,94	61,94
2025	112,94	75,29	119,17	79,45	167,53	111,69	117,32	78,22	175,46	89,98	64,11	64,11
2026	117,83	78,55	124,33	82,89	174,79	116,53	121,43	80,95	181,60	93,13	66,35	66,35
2027	122,93	81,95	129,71	86,48	182,36	121,57	125,68	83,79	187,96	96,39	68,67	68,67
2028	128,25	85,50	135,33	90,22	190,25	126,84	130,08	86,72	194,53	99,76	71,08	71,08
2029	133,81	89,20	141,19	94,13	198,49	132,33	134,63	89,75	201,34	103,25	73,56	73,56
2030	139,60	93,07	147,30	98,20	207,09	138,06	139,34	92,90	208,39	106,87	76,14	76,14
2031	145,65	97,10	153,68	102,46	216,05	144,03	144,22	96,15	215,68	110,61	78,80	78,80

Continuación de la tabla VII.

2032	151,95	<b>101,30</b>	160,34	<b>106,89</b>	225,41	<b>150,27</b>	149,27	99,51	223,23	<b>114,48</b>	81,56	81,56
2033	158,53	<b>105,69</b>	167,28	<b>111,52</b>	235,17	<b>156,78</b>	154,49	<b>102,99</b>	231,05	<b>118,49</b>	84,42	84,42
2034	165,40	<b>110,26</b>	174,52	<b>116,35</b>	245,35	<b>163,57</b>	159,90	<b>106,60</b>	239,13	<b>122,63</b>	87,37	87,37
2035	172,56	<b>115,04</b>	182,08	<b>121,39</b>	255,97	<b>170,65</b>	165,50	<b>110,33</b>	247,50	<b>126,92</b>	90,43	90,43
2036	180,03	<b>120,02</b>	189,96	<b>126,64</b>	267,06	<b>178,04</b>	171,29	<b>114,19</b>	256,17	<b>131,37</b>	93,59	93,59
2037	187,82	<b>125,22</b>	198,19	<b>132,13</b>	278,62	<b>185,75</b>	177,28	<b>118,19</b>	265,13	<b>135,96</b>	96,87	96,87
2038	195,96	<b>130,64</b>	206,77	<b>137,85</b>	290,69	<b>193,79</b>	183,49	<b>122,33</b>	274,41	<b>140,72</b>	100,26	<b>100,26</b>
2039	204,44	<b>136,29</b>	215,72	<b>143,82</b>	303,27	<b>202,18</b>	189,91	<b>126,61</b>	284,01	<b>145,65</b>	103,77	<b>103,77</b>
2040	213,29	<b>142,20</b>	225,07	<b>150,04</b>	316,40	<b>210,94</b>	196,56	<b>131,04</b>	293,96	<b>150,75</b>	107,40	<b>107,40</b>
2041	222,53	<b>148,35</b>	234,81	<b>156,54</b>	330,10	<b>220,07</b>	203,44	<b>135,62</b>	304,24	<b>156,02</b>	111,16	<b>111,16</b>
2042	232,17	<b>154,78</b>	244,98	<b>163,32</b>	344,40	<b>229,60</b>	210,56	<b>140,37</b>	314,89	<b>161,48</b>	115,05	<b>115,05</b>
2043	242,22	<b>161,48</b>	255,59	<b>170,39</b>	359,31	<b>239,54</b>	217,93	<b>145,28</b>	325,91	<b>167,14</b>	119,08	<b>119,08</b>
2044	252,71	<b>168,47</b>	266,65	<b>177,77</b>	374,87	<b>249,91</b>	225,55	<b>150,37</b>	337,32	<b>172,98</b>	123,25	<b>123,25</b>

Fuente: elaboración propia, con base en el registro de demandas proporcionado por EEGSA.

El pronóstico de la capacidad de transformación, permite determinar el momento en el cual la capacidad de operación de los transformadores de las subestaciones de potencia, es superada en un 100 por ciento. Para el caso de los transformadores del área de influencia en estudio, es posible determinar que el transformador número tres de la subestación Guatemala Norte superará el límite de operación normal para el 2023; siendo este el caso más crítico, ya que el límite de operación normal se estaría superando dentro de 9 años, y el resto de transformadores estarían alcanzando su límite dentro de un período próximo a este en mención.

### 3.5.1. Contingencias en los centros de transformación

De acuerdo al pronóstico de la capacidad de transformación obtenido, se pueden definir los siguientes casos de contingencias, por salida de uno de los transformadores de la subestación Guatemala Norte y Guatemala Sur.



- Salida del transformador GNO (3) de 150 MVA: el caso menos crítico, podría ser la salida de uno de los tres transformadores de la subestación Guatemala Norte, donde la carga total sería cubierta por los otros dos transformadores, produciendo que la subestación Guatemala Norte quede con capacidad de transformación de 300 de 450 MVA que actualmente posee; lo cual provoca que la subestación alcance un factor de utilización de transformación de 103,30 por ciento, para el 2019, es decir a un plazo de 5 años, situación que para proyectos eléctricos de dicha índole, es un corto tiempo.
- Salida del transformador GSU (2) de 195 MVA: en caso de salida del transformador de mayor capacidad de dicha subestación, la carga total sería cubierta por los otros dos transformadores, produciendo que la subestación Guatemala Sur quede con capacidad de transformación de 250 de 445 MVA que actualmente posee; lo cual provoca que la subestación alcance un factor de utilización de transformación de 101,20 por ciento, para el 2015, lo cual denota, una situación crítica.
- Salida de la subestación de potencia Guatemala Norte o Guatemala Sur: el caso más crítico, podría ser la salida de cualquiera de estas subestaciones, produciendo que cualquiera de ellas deba soportar la carga total del área. Teniendo en cuenta que la subestación Guatemala Norte pose actualmente una carga de 250,71 MVA, y Guatemala Sur una carga de 244,45 MVA, lo cual representa un factor de utilización de 56 y 55 por ciento, respectivamente, en caso de salida de cualquiera de dichas subestaciones, provoca que se supere el 100 por ciento de la capacidad de transformación.

### **3.6. Planteamiento del problema**

La subestación de operación Incienso 69 kV, en primera instancia es un eslabón sumamente útil e importante de la red del Sistema Nacional Interconectado, ya que permite la operación de las líneas de transmisión de 69 kV, Guatemala Norte – Guatemala 2, 3 y 6, Centro – Guatemala 2, 3, 5 y 6, que alimentan de energía eléctrica el área central del departamento de Guatemala. Sin embargo, la red de transporte que constituyen dichas líneas, presenta la problemática que no posee las características adecuadas requeridas, tanto en capacidad de transmisión para soportar el crecimiento de la demanda, como en capacidad de transmisión para soportar contingencias por la salida de las líneas en mención, así como en capacidad de transformación para soportar contingencias por salida de cualquiera de los transformadores de la subestaciones de potencia Guatemala Sur y Guatemala Norte.

Por otro lado, es notable, que en el caso crítico de salida de una de las subestaciones de potencia, Guatemala Sur o Guatemala Norte, la otra subestación no tendría la capacidad para soportar la carga total del área.

Lo anterior indica que, la situación actual de la red de transporte del área en estudio, puede afectar la estabilidad de transmisión y por consiguiente la confiabilidad de la red; además de limitar el crecimiento de flujo de potencia por las líneas de transmisión.

### **3.7. Planteamiento de la solución propuesta y su evaluación**

Luego de identificar la problemática que se presenta en la red de transporte asociada la subestación de operación Incienso 69 kV, se procede a plantear opciones de solución y evaluación de las mismas.

### **3.7.1. Opciones de solución**

Las posibles opciones de solución al problema planteado, deben estar encaminadas a incrementar la capacidad de transmisión y transformación de la red de transporte en el área, y mejorar la versatilidad y la seguridad en la operación de dicha red, a fin de poder atender el crecimiento de la demanda en el área y cumplir con las características que debe tener el sistema de transporte en el sector. Lo anterior, conlleva a plantear las siguientes opciones de solución:

- Construir nuevas líneas de transmisión de 69 kV (a fin de ampliar la capacidad de transporte) y modificar la asignación de cargas en la red asociada al área en estudio.
- Ampliación de la subestación de operación Incienso 69 kV, a una subestación de potencia de 230 kV, y ampliación de capacidad de las líneas de transmisión de 69 kV existentes.

### **3.7.2. Evaluación de la opción de solución**

- Construcción de nuevas líneas de transmisión de 69 kV: la construcción de nuevas líneas de transmisión entre la subestación Guatemala Norte y el Incienso, así como entre la subestación Guatemala Sur y El Centro e Incienso; que permitan la capacidad de transmisión necesaria y alimentar de forma diferente a las subestaciones de transformación y subestaciones de grandes usuarios ubicados en el área de influencia.

Lo cual, requiere de encontrar nuevas rutas de acceso para las nuevas líneas, además de la correspondiente gestión de pasos de servidumbre en áreas urbanas muy pobladas, lo cual agrega alto riesgo de tipo social, ambiental y técnico al proyecto y por ende incremento de la inversión económica. Además, sería necesario de inversiones económicas complementarias para la reconfiguración de la conexión de las subestaciones de transformación del área, con la debida versatilidad y confiabilidad operativa requerida.

Considerar esta opción implica que, también se debe disponer de capacidad de transformación de las subestaciones de potencia Guatemala Sur y Guatemala Norte, las cuales cubren la demanda de energía eléctrica del área de influencia en estudio; capacidad de transformación, que en caso de contingencia, no satisface los requerimientos de potencia en el corto plazo. Es importante mencionar que aun ampliando la capacidad de transformación de las subestaciones Guatemala Sur o Guatemala Norte, el problema de las líneas sigue vigente.

- Ampliación de la subestación de operación Incienso 69 kV y oportunidad de ampliación de capacidad de las líneas de 69 kV existentes: a fin de mejorar la capacidad de transporte y seguridad operativa de la red en estudio, garantizando el suministro de la demanda de energía eléctrica en el área central del departamento de Guatemala; se considera, la ampliación de la subestación de operación Incienso 69 kV, a una subestación de potencia de 230 kV, constituida por dos bancos de transformación 230/69 kV (cada banco compuesto por tres unidades monofásicas de 50 MVA) de servicio continuo y una unidad de reserva de 50 MVA.

Por lo que la capacidad total de operación para la subestación de potencia será de 300 y 50 MVA de reserva. Además, la construcción de una línea de transmisión en 230 kV entre la subestación de potencia Guatemala Sur e Incienso.

Para obtener la capacidad de transmisión, continuidad y confiabilidad requerida, para la red de transporte en estudio, se considera la ampliación de las líneas 69 kV existentes, Centro – Guatemala 2, 3, 5 y 6; así como la ampliación y readecuación de las subestaciones de transformación 69/13,8 kV asociadas a dichas líneas, además de la ampliación de los diferentes tramos de derivación de línea 69 kV asociados.

La ventaja de ampliar la subestación de operación Incienso 69 kV, a una subestación de potencia 230/69 kV, es que se encuentra ubicada dentro del área de centro de carga de la ciudad de Guatemala, con lo cual se optimiza la operación de la red; además, de que se logra la capacidad de transformación necesaria que permita la disponibilidad de flujo de potencia en dirección de la subestación Incienso hacia la subestación Guatemala Norte, y en dirección de Incienso hacia la subestación El Centro, lo cual, efectivamente duplica la capacidad de las líneas de transmisión 69 kV del área, puesto que se conforman 3 nuevos circuitos de 69 kV desde Incienso a Guatemala Norte y otros 8 nuevos circuitos de 69 kV desde Incienso hacia otras áreas cercanas.

Por otro lado, existe la ventaja de que los trabajos de ampliación, no requieren de la consecución de permisos de servidumbre.

Por lo anterior, se opta por la segunda opción, ya que la ampliación de la subestación de operación Incienso 69 kV, permite la capacidad de transformación y transmisión necesaria, y mejora la seguridad operativa de la red de transporte en el área, tanto en condiciones programadas como de contingencia; permitiendo también, a futuro la implementación de una configuración de operación en anillo de 230 kV en la región.

De forma similar, la ampliación de las líneas existentes y la readecuación de líneas de transmisión de 69 kV; así como la ampliación y readecuación de las subestaciones de transformación, permitirá mayor capacidad de transmisión, reduciendo pérdidas al sistema y mejorando la continuidad y confiabilidad del sistema de transporte en el área.

### **3.8. Solución propuesta**

Definida la solución a la problemática identificada, se procede a describir el proyecto a implementar, así como la configuración de operación que se tendrá al culminar el mismo.

#### **3.8.1. Descripción del proyecto**

El proyecto de ampliación de la subestación de operación Incienso de 69 kV del Sistema Nacional Interconectado, a una subestación de potencia de 230 kV, consiste en:

### Primera fase 2015:

Para esta fase se tiene contemplado realizar los trabajos correspondientes a nivel de 69 kV en el área de influencia eléctrica en estudio, como lo son readecuaciones en las líneas de transmisión y algunas subestaciones de transformación, y la ampliación de la subestación Incienso a nivel de 69 kV. Esto permite la oportuna y pronta explotación y operatividad del proyecto, cuando se culmine con la fase de 230 kV.

Dichos trabajos se detallan a continuación:

Ampliación de la subestación Minerva 69/13,8 kV, configuración barra simple: los trabajos de adecuación y ampliación en 69 kV de la subestación comprenden tres campos de entrada con interruptor de línea 69 kV con tecnología GIS, para seccionar la línea Incienso – Monserrat 69 kV (Centro – Guatemala 5). Un campo de 69 kV recibirá la línea que viene de la subestación incienso. El segundo campo de 69 kV para recibir la línea que viene de la subestación Montserrat 69/13,8 kV. El tercer campo para conectar el transformador de potencia. Además se construirán dos tramos de línea con conductor 740,8 AAAC Flint de 0,2 km cada uno, los cuales conectarán a la subestación Minerva en Pi ( $\pi$ ) con la línea Centro – Guatemala 5.

Ampliación y readecuación de la subestación Roosevelt 69/13,8 kV, tres campos de 69 kV con su correspondiente interruptor de línea, configuración barra simple: un campo de 69 kV se utilizará para recibir la línea Incienso – Guatemala 6. Un campo de 69 kV para recibir la línea de transmisión existente de la subestación Montserrat. Un campo de 69 kV para la línea de transmisión nueva que alimenta al gran usuario Denimatrix.

Los trabajos de readecuación consisten en retirar los interruptores de aire en las líneas Centro – Guatemala 5 y 6, próximos a la subestación Roosevelt, de tal manera que con el proyecto se constituye la línea Incienso – Guatemala 6, la cual entra a la subestación Roosevelt en Pi ( $\pi$ ) y sigue hasta la subestación Montserrat.

Ampliación subestación Montserrat transformación 69/13,8 kV, tres campos de 69 kV, aislada en gas SF<sub>6</sub>, 28 MVA, configuración barra simple: un campo de 69 kV se utilizará para recibir la línea proveniente de subestación Roosevelt, un campo 69 kV se utilizará para recibir la línea proveniente de subestación Ciudad Quetzal 69/13,8 kV y un campo de conexión de 69 kV al transformador de potencia.

Construcción de un tramo de línea con conductor 559,5 Darien longitud aproximada de 30 metros entre la estructura Núm. 600320 y 604477 para interconectar a la línea Ciudad Quetzal – Montserrat y la línea Minerva – Montserrat, lo cual conformará la línea Ciudad Quetzal – Minerva.

Ampliación de la subestación Incienso, a nivel de maniobras de 69 kV, aisladas en gas SF<sub>6</sub>, doble barra, en cuanto a los campos de 69 kV estará conformada como sigue:

Un campo de 69 kV aislada en gas SF<sub>6</sub> para conformar la nueva línea Incienso – Guatemala 6 (que se dirige hacia la subestación Naranjo 69/13,8 kV), un campo de 69 kV aislada en gas SF<sub>6</sub> para conectar con la línea Centro - Guatemala 5 (que se dirige directo hacia la subestación El Centro), un campo de 69 kV aislada en gas SF<sub>6</sub> para conformar la línea Incienso - Guatemala 3 (que se dirige hacia El Sitio 69/13,8 kV).



Un campo de 69 kV aislada en gas SF<sub>6</sub> para conformar la línea Incienso - Guatemala 2 (que se dirige hacia la subestación Kaminal 69/13,8 kV), un campo de 69 kV aislada en gas SF<sub>6</sub> para conformar la línea Incienso – Guatemala 4 (que se dirige hacia la subestación El Sitio), un campo de 69 kV aislada en gas SF<sub>6</sub> para conformar la nueva línea Incienso – Ciudad Vieja.

Un campo de 69 kV aislada en gas SF<sub>6</sub> para conformar la línea Incienso – San Juan de Dios, un campo de 69 kV aislada en gas SF<sub>6</sub> para conformar la línea Incienso - Minerva, un campo de 69 kV aislada en gas SF<sub>6</sub> para conectar con la línea Guatemala Norte – Guatemala 6 (hacia la subestación Norte 69/13,8 kV), un campo de 69 kV aislada en Gas (SF<sub>6</sub>) para conectar la línea Guatemala Norte – Guatemala 3 (hacia la subestación Luis Nimatuj 69/13,8 kV), un campo de 69 kV aislada en gas SF<sub>6</sub> para conectar la línea Guatemala Norte – Guatemala 2 (hacia la subestación Augusto Palma 69/13,8 kV), un campo 69 kV de reserva aislada en gas, dos campos para la conexión al transformador de potencia 230/69 kV, aisladas en gas SF<sub>6</sub>.

Línea de transmisión nueva 69 kV Roosevelt – Denimatrix: construcción de línea de transmisión nueva 69 kV Roosevelt – Denimatrix, conductor 1/0 ACSR y longitud aproximada de 0,7 km la cual alimentará al gran usuario Denimatrix desde la subestación Roosevelt.

Ampliación a la capacidad de transporte, línea 69 kV Monserrat – Roosevelt: ampliación de la línea 69 kV Monserrat – Roosevelt de 4,5 km para lo cual se realizarán las adecuaciones en estructuras y cambio de conductor a 740,8 Flint, con capacidad de 790 amperios a 75 °C.

Ampliación a la capacidad de transmisión líneas Centro – Guatemala 2 y 3, 5 y 6 (en todo el trayecto entre las subestaciones Centro e Incienso: ampliación de dichas líneas a conductor 740 MCM Flint, con capacidad de 790 amperios a 75 °C, longitud aproximada de 7,3 km entre la subestaciones Centro e Incienso. Las líneas Centro Guatemala 5 y 6 cambiarán de ruta, siendo la nueva ruta la misma que las líneas Centro Guatemala 2 y 3, para que la ruta actual de las líneas Centro Guatemala 5 y 6 sea la ruta de la nueva línea Incienso – Guate Sur 230 kV.

Construcción de un tramo de línea nueva en doble circuito, alimentador Naranjo hasta la estructura Núm. 600471 de la línea Centro – Guatemala 6, con un conductor 477 Hawk, con una longitud aproximada de 0,85 km.

Construcción de un tramo de línea nueva, alimentador Mixco por la calzada Roosevelt, línea Centro – Guatemala 6, con un conductor 477 Hawk, con una longitud aproximada de 0,65 km. Construcción de un tramo de línea nueva, alimentador Roosevelt por la calzada Mateo Flores y San Juan, línea Centro – Guatemala 6, con conductor 477 Hawk, con una longitud aproximada de 0,45 km. Construcción de un tramo de línea nueva, para alimentar al gran usuario Híper Paiz sobre el periférico hasta llegar a la ruta de la línea Centro – Guatemala 2 y 3, con una longitud aproximada de 0,35 km con conductor 1/0 Al Raven.

Trabajos de adecuación de línea existente Centro – Guatemala 2 asociados a la subestación Kaminal: los cuales consisten en el seccionamiento, la readecuación de estructuras, construcción de las extensiones de línea y su conexión a los respectivos campos de línea en la subestación de transformación Kaminal, con conductor 740 Flint, con una longitud aproximada de 100 metros.

Ampliación a la capacidad de transporte, doble circuito, derivación El Sitio hacia la subestación El Sitio, con conductor 740 MCM, con capacidad de 790 amperios a 75 °C (Línea Centro – Guatemala 3 ) longitud aproximada 2 km.

La sección 3.8.2. permite ampliar y comprender la configuración de operación con la inclusión del nuevo proyecto.

#### Segunda fase 2016:

Para esta fase se tiene contemplado realizar todos los trabajos correspondientes a nivel de 230 kV, como lo es la ampliación de la subestación Incienso a nivel de 230 kV, la construcción de la línea de 230 kV entre la subestación de potencia Guatemala Sur e Incienso; así como culminar lo correspondiente a 69 kV en el área de influencia eléctrica en estudio, es decir la readecuaciones en líneas de transmisión de 69 kV y algunas subestaciones de transformación 69/13.8 kV.

Dichos trabajos se detallan a continuación:

Subestación Incienso 230/69 kV, cinco campos de 230 kV, configuración interruptor y medio, aisladas en gas SF<sub>6</sub>: constituida por dos bancos de transformación 230/69 kV (cada uno compuesto por tres unidades monofásicas de 50 MVA de servicio continuo) y una unidad de reserva de 50 MVA, con capacidad total de 300 MVA en operación y 50 MVA de Reserva. Un campo 230 kV para recibir la línea de transmisión nueva Guatemala Oeste – Incienso, un campo de 230 kV que se utilizará para recibir la línea de transmisión nueva Guatemala Sur – Incienso y dos campos para la conexión a los dos bancos de transformadores de 230 kV y un campo de reserva aislada en gas SF<sub>6</sub> de 230 kV.

Ampliación de la subestación Guatemala Sur 230/69 kV, un campo de 230 kV: que consiste en la construcción de un campo de salida de línea de 230 kV que se utilizará para conectar la línea de transmisión nueva de 230 kV que alimentará la subestación Incienso.

Línea de transmisión nueva Incienso – Guate Sur 230 kV: la cual interconectará la subestación Incienso y la subestación Guatemala Sur, la misma contará con un circuito dispuesto en estructuras, con una longitud aproximada de 16 km con conductor 1250 MCM AAAC, con una capacidad de 1 100 amperios para una temperatura máxima de conductor 75 °C. Como se indicara anteriormente, la ruta de esta línea es la utilizada por las líneas Centro – Guatemala 5 y 6.

Ampliación de la subestación Gerona 69/13,8 kV, dos campos 69 kV, configuración barra simple: un campo de 69 kV que se utilizará para recibir la línea de transmisión existente que proviene de la subestación Carlos Dorión y un campo de 69 kV que se utilizará para recibir la línea de transmisión nueva que proviene de la subestación San Juan de Dios.

Ampliación de la subestación Ciudad Vieja 69/13,8 kV, aislada en gas SF<sub>6</sub>, tres campos 69 kV, configuración barra simple: un campo de 69 kV que se utilizará para recibir la línea de transmisión nueva, que proviene de la subestación Incienso, un campo de 69 kV que se utilizará para recibir la línea de transmisión existente, que proviene de la subestación Próceres 69/13,8 kV y un campo de conexión de 69 kV al transformador de potencia.

Ampliación subestación San Juan de Dios 69 kV aislada en gas SF<sub>6</sub>, tres campos de 69 kV: un campo de 69 kV que se utilizará para recibir la línea de transmisión existente que proviene de la subestación Incienso, un campo de 69 kV que se utilizará para recibir la línea de transmisión nueva proveniente de la subestación Gerona y un campo de conexión de 69 kV al transformador de potencia.

Línea de transmisión nueva Incienso, San Juan de Dios 69/13,8 kV, para formar el circuito Incienso – Sitio: construcción de línea de transmisión nueva Incienso – Derivación San Juan de Dios 69 kV con una longitud aproximada de 1,4 km, el primer tramo para formar la línea Incienso – Sitio 69 kV con conductor 740 Flint, con capacidad de 790 amperios a 75 °C. Ampliación a la capacidad de transporte línea de 69 kV, Derivación San Juan de Dios – El Sitio, con conductor 740 MCM, con una capacidad de 790 amperios a 75 °C, con una longitud aproximada de 1,5 km.

Línea de transmisión nueva San Juan de Dios – Gerona 69 kV: la cual interconectara la subestación San Juan de Dios con la subestación Gerona, contará con un circuito dispuesto a estructuras, con una longitud aproximada de 3,75 km y un conductor 740,8 Flint, con capacidad de 790 amperios a 75 °C. Además se construirán dos tramos de línea con conductor 740,8 AAAC Flint de 0,1 km cada uno, los cuales conectarán a la subestación Gerona en Pi ( $\pi$ ) con la línea Guatemala Norte – Guadalupe 2.

Ampliación a la capacidad de transporte de las líneas de transmisión asociadas a la subestación San Juan de Dios 69/13,8 kV: construcción de línea de transmisión San Juan de Dios – Derivación Ciudad Vieja 69 kV para formar línea Incienso – Ciudad Vieja – Próceres con longitud aproximada de 3,75 km con conductor 740,8 Flint, con capacidad de 790 amperios a 75 °C.

Además de lo anterior, se construirán dos tramos de línea con conductor 740,8 AAAC Flint de 0,1 km cada uno, los cuales conectarán a la subestación Ciudad Vieja en Pi ( $\pi$ ) con la línea Guatemala Norte – Guadalupe 2.

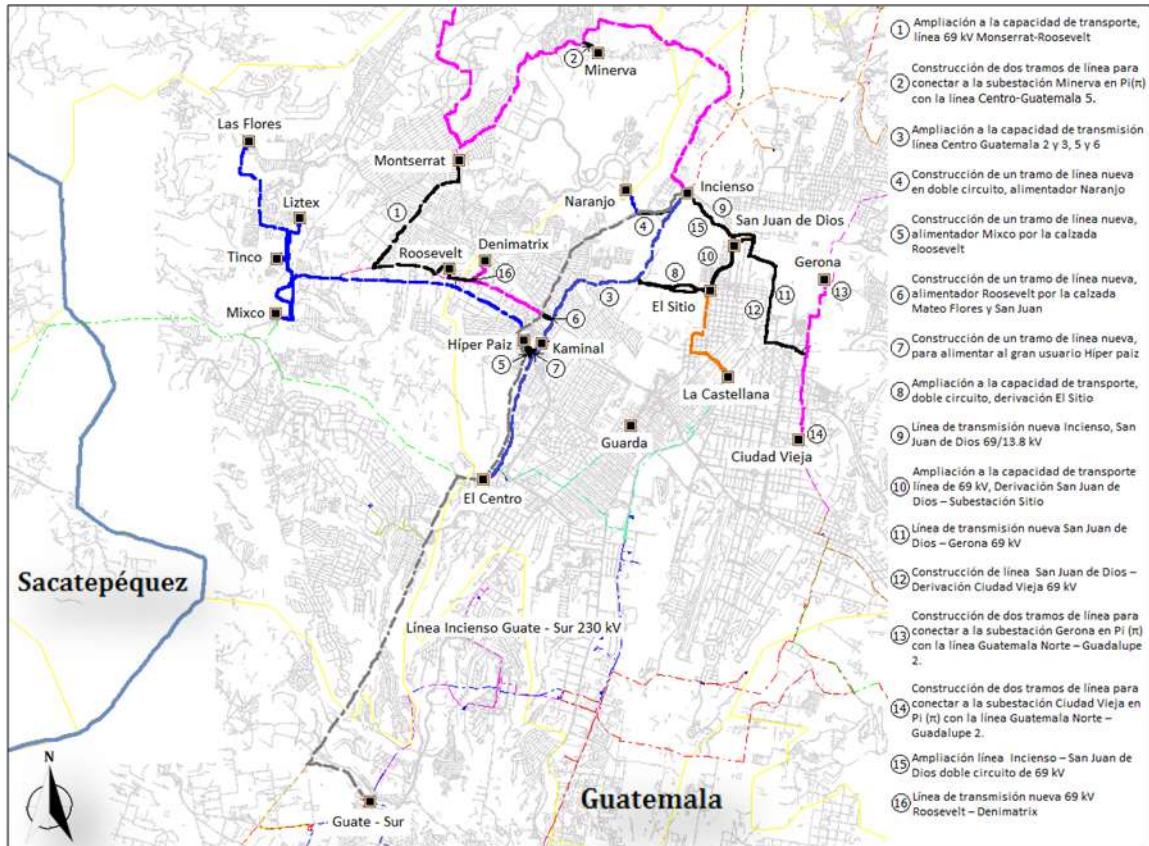
Ampliación a la capacidad de transporte de la línea 69 kV, Incienso – San Juan de Dios doble circuito de 69 kV longitud aproximada de 2 km, conductor 740,8 Flint, con capacidad de 790 amperios a 75 °C.

Ampliación de la subestación Kaminal en 69 kV, tres campos de 69 kV, configuración barra simple: un campo de 69 kV que se utilizará para alimentar al gran usuario Híper Paiz, un campo de 69 kV que se utilizará para recibir la línea de transmisión existente (Centro – Guatemala 2), que proviene de la subestación El Centro y un campo de 69 kV que se utilizará para recibir la línea de transmisión existente (Centro – Guatemala 2) que proviene de la subestación Incienso.

Construcción de línea que será el alimentador del gran usuario Híper Paiz 69 kV, aproximadamente 0,4 km conductor 1/0 ASCR, el cual se interconectará con el tramo de línea de 0,35 km construido en la fase 1 para alimentar a Híper Paiz 69 kV.

La sección siguiente permite ampliar y comprender la configuración de operación con la inclusión del nuevo proyecto.

Figura 47. Diagrama cartográfico de trabajos a realizar para el proyecto de ampliación



Fuente: elaboración propia, con programa de Sistemas Gráficos Eléctricos (SIGRE).

### **3.8.2. Configuración de operación**

En cuanto a la configuración de operación al culminar el proyecto, en la subestación Incienso, respecto a la red 69 kV, será como sigue:

Del campo 1 con interruptor normal cerrado, sale la línea Incienso – Ciudad Vieja, para alimentar la subestación Ciudad Vieja y el gran usuario Oakland Mall, dicha subestación y gran usuario dejan de ser alimentados por la línea Guatemala Norte – Guadalupe 2 . Del campo 2 con interruptor normal cerrado, sale la línea Incienso – Guatemala 4, para conectar sin alimentar con la subestación El Sitio. Del campo 3 con interruptor normal cerrado, sale la línea Incienso – Guatemala 2, para alimentar a la subestación La Castellana y conectar con la subestación El Guarda, con interruptor normalmente abierto. Cabe mencionar que las subestaciones Kaminal e Híper Paiz, se alimentan desde la subestación El Centro, por la línea Centro – Guatemala 2.

Del campo 4 con interruptor normal cerrado, sale la línea Incienso Guatemala 3, para alimentar a la subestación El Sitio. Al campo 5 con interruptor normal abierto, conecta la línea Centro - Guatemala 5. Del campo 6 con interruptor normal cerrado, sale línea Incienso - Guatemala 6, para alimentar a las subestaciones Naranjo, Roosevelt, Denimatrix y Montserrat. Los campos 7 y 8 conectan a los transformadores de potencia.

Del campo 9 con interruptor normal cerrado, sale la línea Incienso – Minerva, para alimentar a las subestaciones Minerva, Ciudad Quetzal y San Juan Sacatepéquez.



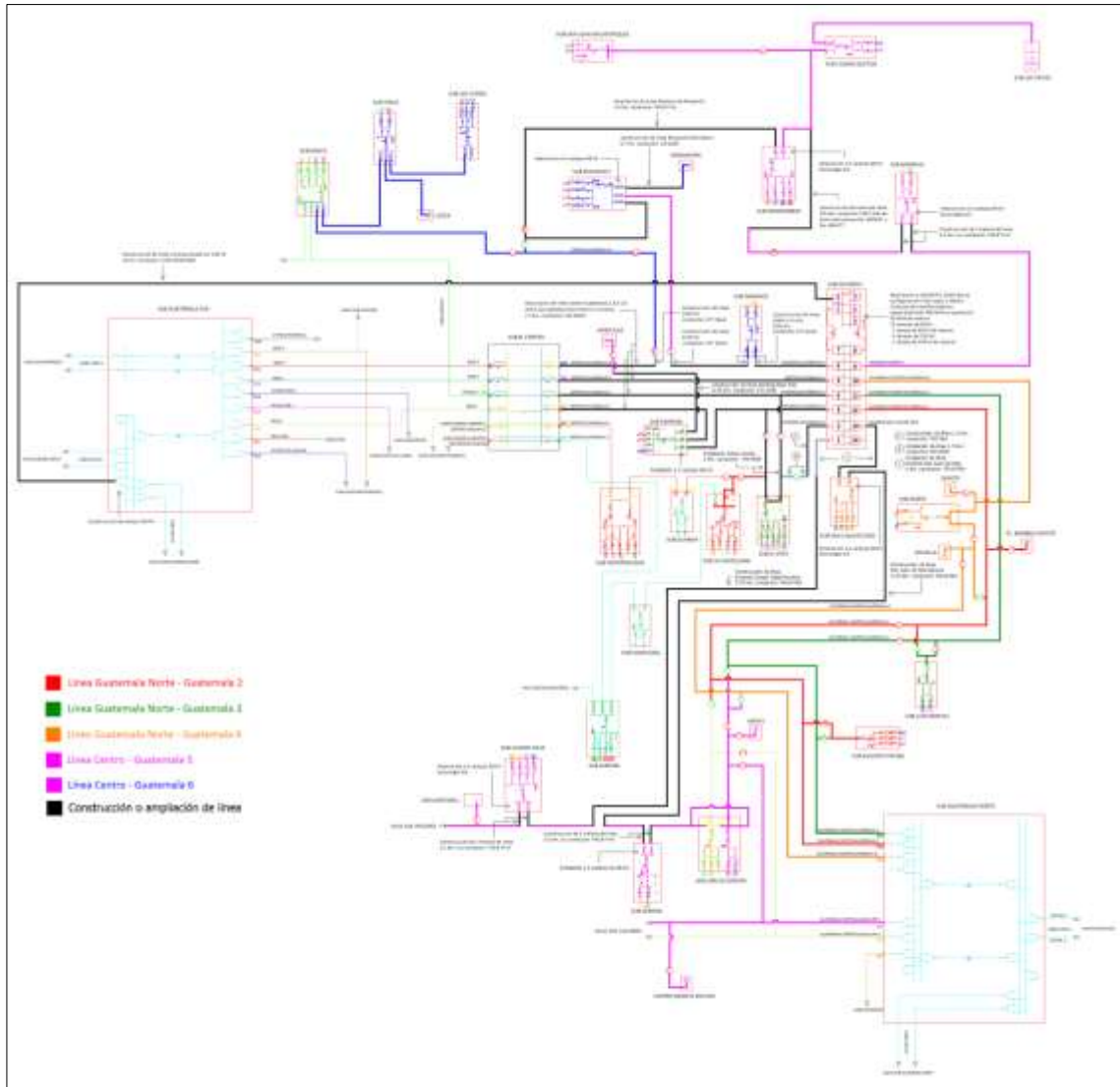
Al campo 10 con interruptor normal abierto, conecta la línea Guatemala Norte – Guatemala 6. Al campo 11 con interruptor normal abierto, conecta la línea Guatemala Norte – Guatemala 3. Al campo 12 con interruptor normal abierto, conecta la línea Guatemala Norte – Guatemala 2. Del campo 13 con interruptor normal cerrado, sale la línea Incienso – San Juan de Dios, para alimentar las subestaciones San Juan de Dios y Gerona.

En cuanto a la configuración de operación al culminar el proyecto, respecto a la red 230 kV, será como sigue:

La subestación Incienso, se alimentará por medio de su campo 230 kV número 2 con interruptor normal cerrado, desde la subestación Guatemala Sur a través de un nuevo campo 230 kV con interruptor normal cerrado. Los campos 1 y 5 son para los transformadores de potencia. El campo 3 quedará para el enlace entre barras, mientras que el campo 4 quedará de reserva para la conexión con la subestación de potencia 230 kV Guatemala Oeste.

Por lo anterior, los beneficios que contempla el proyecto consisten en la conectividad de la red de 230 kV entre las subestaciones Incienso, Guatemala Norte y Guatemala Sur, así como el incremento en la capacidad de transmisión y transformación en el área de influencia eléctrica del proyecto, mejora de la calidad del servicio, garantizando la atención del incremento de la demanda en la región, ahorro de pérdidas en la red de transporte, incremento de la confiabilidad del sistema, mayor versatilidad y seguridad operativa de la subestación Incienso y de la red de transporte del área.

Figura 48. Diagrama unifilar esquemático de la configuración de operación para el proyecto de ampliación



Fuente: elaboración propia, con programa de Sistemas Gráficos Eléctricos (SIGRE).

## **4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE FLUJO DE CARGA**

### **4.1. Metodología del estudio eléctrico**

Para analizar el efecto de incluir el proyecto de ampliación Incienso 230/69 kV y readecuación de líneas y subestaciones de 69 kV en el área de influencia eléctrica, al Sistema Eléctrico Nacional, se simularon las condiciones críticas del sistema para los años 1: 2015 y 2: 2016 en los estados de máxima, media y mínima demanda para las épocas: seca (marzo de cada año) y húmeda (septiembre de cada año). Es importante recordar que el proyecto se construye en 2015 y se culmina en 2016.

Se toma como punto de partida para el análisis de flujo de carga y de corrientes de corto circuito, las condiciones del sistema sin incluir el proyecto, llamado caso base (CB); luego se incorpora el proyecto, caso con proyecto (CP), se comparan los datos obtenidos y se analizan los cambios producidos en los flujos de carga y corrientes de corto circuito y se obtienen las respectivas conclusiones.

#### **4.1.1. Base de datos**

Fue proporcionada por la CNEE. Para la fase 1: año 2015 del proyecto, la época seca se simula con datos proporcionados proyectados a marzo de 2015 y la época húmeda se simula con datos proyectados a septiembre de 2015. En la fase 2: año 2016 la época seca se simula con datos proyectados a marzo de 2016, y para la época húmeda se simula con datos proyectados a septiembre de 2016.

Los nuevos elementos, así como los elementos ampliados, que se agregaron a la red, se modelaron mediante sus parámetros de circuito equivalente en valores por unidad para ser incluidos en la base de datos. Sus valores se presentan en la siguiente sección.

A continuación se detallan los criterios básicos para las simulaciones de operación:

- Los casos base de la fase 1: 2015 y de la fase 2: 2016, se determinaron a partir de las proyecciones de crecimiento de la demanda proporcionada por el AMM y CNEE para el año estacional 2014 - 2015.
- Se fijaron como límites de variación de nivel de voltaje en un rango de +/- 5 por ciento del voltaje normal de operación.
- Fue revisada la operación del Sistema Nacional Interconectado, para que este se apegue a la operación real de la red.
- Se dio especial atención a los flujos de potencia reactiva tanto para generación, cargas y pérdida en el sistema. Asegurando que los niveles de reactiva se mantuvieran en los rangos esperados por la CNEE de acuerdo a las condiciones típicas del sistema.
- Se realizaron cálculos para los niveles de corto circuito antes y después de incluir el proyecto y se obtuvieron conclusiones sobre el resultado.
- Se tomó como la barra oscilante, una de las máquinas de la Central Hidroeléctrica Chixoy.

- Se aplicaron límites de generación de potencia activa y reactiva a todos los generadores.
- El programa PSAF toma como rango de iteraciones de 0 a 999, la cantidad de iteraciones depende de la calidad de la base de datos proporcionada y del proyecto a realizar.

#### **4.1.2. Elementos a monitorear**

Todos estos elementos, denominados elementos a monitorear fueron definidos según la importancia e influencia del proyecto en cada uno de ellos. Se analizarán las barras o nodos, del área del proyecto, los cuales simulan los cambios entre conductores, derivaciones de línea, entradas a subestaciones y puramente la barra de alimentación de una subestación.

Las barras o nodos, en la red de transmisión poseen valores tanto de voltaje como de ángulo. Los voltajes en las barras están condicionados a no bajar ni superar los 0,95 y 1,05 P.U., valores por unidad, con respecto a los valores de voltaje de operación nominal.

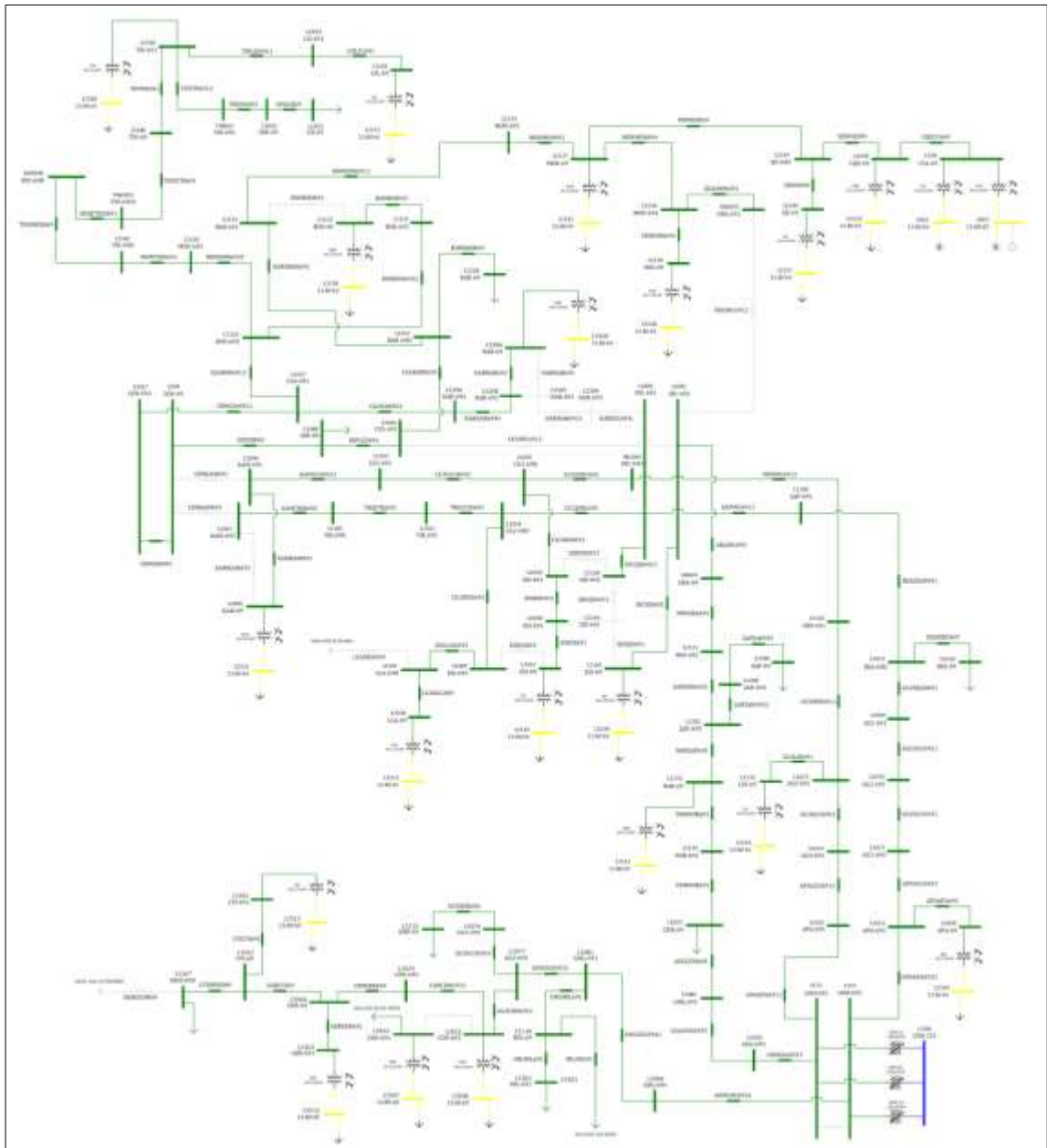
Seguidamente se analizaron las líneas de transmisión, ubicadas entre los nodos o barras, en las cuales se observarán los cambios obtenidos al construir, ampliar o reconectar en cada una de las fases del proyecto.

Como una introducción al desarrollo de flujos de carga en PSAF, a continuación se muestra gráficamente la situación actual de la red de transmisión de 69 kV en el área de influencia eléctrica y posteriormente se muestra la situación con proyecto en sus dos fases.

La elaboración de cada uno de los proyectos en PSAF lleva consigo el análisis de parámetros, análisis de la red y diseño de la red de proyecto, de tal manera que se apege lo más posible a la realidad, y por último simulación del proyecto y análisis de resultados: niveles de corto circuito, flujos de potencia, niveles de tensión, factores de utilización, ahorros o incremento de pérdidas de potencia de los elementos en el área de influencia eléctrica del proyecto.

Por lo anterior, al ampliar las líneas involucradas en el proyecto se verán reflejados ahorros de pérdidas de potencia, y al construir nuevas líneas, estas generaran incremento de pérdidas por la inductancia y resistencia del nuevo conductor. Al ampliar una subestación de operación a una de transformación, esta, incrementará la confiabilidad, versatilidad de operación, continuidad del servicio, tiempos de respuesta cortos y sobretodo la seguridad de la red de transmisión en el área.

Figura 49. Diagrama unifilar de la configuración de la red de 69 kV del área de influencia eléctrica, caso base 2015



Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla VIII. **Barras de 69 kV monitoreadas**

Núm. de elemento	Código de barra en estudio	Núm. de barra en base de datos PSAF	Nombre de la barra
1	GSU-231	1109	Guatemala Sur 230 kV
2	GSU-692	1156	Guatemala Sur 69 kV (2)
3	INC-231	INC231	Incienso 230 kV (1)
4	INC-232	INC232	Incienso 230 kV (2)
5	GNO-691	1152	Guatemala Norte 69 kV (1)
6	GNO-692	1153	Guatemala Norte 69 kV (2)
7	APA-69	12009	Augusto Palma 69 kV
8	BZA-69	12020	Bombeo Zapote 69 kV
9	LNI-69	12132	Luis Nimatuj 69 kV
10	NOR-69	12133	Norte 69 kV
11	ZAP-69	12198	Zapote 69 kV
12	CEM-69	12025	Cementos Progreso 69 kV
13	INC-691	12091	Incienso 69 kV (1)
14	INC-692	12092	Incienso 69 kV (2)
15	CEN-69	1204	Centro 69 kV
16	CEN-692	12027	Centro 69 kV (2)
17	SJD-69	12163	San Juan de Dios 69 kV
18	ESI-69	12057	El Sitio 69 kV
19	LCA-69	12100	La Castellana 69 kV
20	KAM-69	12095	Kaminal 69 kV
21	HIP-69	12089	Hiper Paíz 69 kV
22	NAR-69	12286	Naranjo 69 kV
23	ROO-69	12153	Roosevelt 69 kV
24	KOR-69	12258	Koramsa 69 kV
25	MIX-69B	MIX69B	Mixco 69 kV (B)
26	TIN-69	12186	Tinco 69 kV
27	IND-69	12093	Indeta 69 kV
28	LIZ-69	12103	Liztex 69 kV
29	LFL-69	12102	Las Flores 69 kV
30	MON-69	12127	Montserrat 69 kV
31	MIN-69	12119	Minerva 69 kV
32	SJS-69	12240	San Juan Sacatepéquez 69 kV
33	CQU-69	12049	Ciudad Quetzal 69 kV
34	LVA-69	1249	Las Vacas 69 kV
35	CDO-691	12022	Carlos Dorion 69 kV (1)
36	CDO-692	12023	Carlos Dorion 69 kV (2)
37	GER-691	12263	Gerona 69 kV (1)
38	CVI-691	12262	Ciudad Vieja 69 kV (1)
39	OKM-69D	12267	Oakland Mall 69 kV (D)

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).



Las 39 barras monitoreadas corresponden a las barras de 69 o 230 kV de las subestaciones dentro del área de influencia del proyecto en estudio, las nuevas barras que se agregarán a la red con la incorporación de la nueva configuración de la red de transporte son las denominadas INC-231 e INC-232, a fin de lograr la configuración deseada de la base de datos, las mismas se resaltan en fondo color naranja.

Tabla IX. **Transformadores monitoreados**

Núm. de elemento	Código de transformador	Nombre del transformador
1	GSU 230/69 (1)	Guatemala Sur 230/69 kV, 150 MVA
2	GSU 230/69 (2)	Guatemala Sur 230/69 kV, 195 MVA
3	GSU 230/69 (3)	Guatemala Sur 230/69 kV, 100 MVA
4	GNO 230/69 (1)	Guatemala Norte 230/69 kV, 150 MVA
5	GNO 230/69 (2)	Guatemala Norte 230/69 kV, 150 MVA
6	GNO 230/69 (3)	Guatemala Norte 230/69 kV, 150 MVA
7	INC 230/69 (1)	Inciense 230/69 kV, 150 MVA
8	INC 230/69 (2)	Inciense 230/69 kV, 150 MVA

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

En la tabla anterior se representa la inclusión de los 2 bancos de transformadores en la subestación Inciense, con el objetivo de dar a conocer los cambios de carga que presentan los mismos con la inclusión del proyecto en su fase 2: 2016. Se monitorean los bancos de las subestaciones Guatemala Sur y Guatemala Norte, a fin de evaluar el impacto del proyecto propuesto.

Tabla X. Líneas de 69 kV monitoreadas fase 1: 2015

Núm. de elemento	Código de barra de procedencia	Código de barra de destino	Núm. de barra de procedencia en base de datos	Núm. de barra de destino en base de datos	Nombre de la línea
<b>LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2</b>					
1	GNO-692	APA-692	1153	12011	GNOAPA6922
2	APA-692	APA-69	12011	12009	APAAPA692
3	APA-692	GG2-693	12011	12071	APAGG26923
4	GG2-693	GG2-692	12071	12070	GG2GG26932
5	GG2-692	GG2-691	12070	12069	GG2GG26921
6	GG2-691	BZA-69D	12069	12021	GG2BZAD691
7	BZA-69D	BZA-69	12021	12020	BZADBZA69
8	BZA-69D	ZAP-691	12021	12199	BZADZAP691
9	ZAP-691	INC-691	12199	12091	ZAPINC6911
<b>LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2</b>					
10	CEN-69	KAM-692	1204	12097	CENKAM692
11	KAM-692	KAM-69	12097	12095	KAMKAM692
12	KAM-692	TIK-69D	12097	12185	KAMTIK692
13	TIK-69D	TIK-692	12185	12202	TIKTIK692
14	TIK-692	CG2-69D	12202	12034	TIKCG2D692
15	CG2-69D	ESI-693	12034	12060	CG2DESI693
16	ESI-693	ESI-69	12060	12057	ESIESI693
17	ESI-693	LCA-69D	12060	12101	ESILCAD693
18	LCA-69D	LCA-69	12101	12100	LCADLCA69
19	CG2-69D	INC-691	12034	12091	CG2DINC691
<b>LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3</b>					
20	GNO-691	APA-691	1152	12010	GNOAPA6911
21	APA-691	GG3-692	12010	12074	APAGG36912
22	GG3-692	GG3-691	12074	12073	GG3GG36921
23	GG3-691	LNI-69	12073	12132	GG3LNI691
24	GG3-691	MIN-691	12073	12120	GG3MIN6911
25	MIN-691	INC-693	12120	INC693	MININC6913
<b>LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3</b>					
26	CEN-69	KAM-691	1204	12096	CENKAM691
27	KAM-691	KAM-69	12096	12095	KAMKAM691
28	KAM-691	CG3-692	12096	12203	KAMCG36912
29	CG3-692	CG3-69D	12203	12035	CG3CG3D692
30	CG3-69D	ESI-692	12035	12059	CG3DESI692
31	ESI-692	ESI-691	12059	12058	ESIESI6921
32	ESI-691	ESI-69	12058	12057	ESIESI691
33	CG3-69D	INC-693	12035	12059	CG3DINC693

Continuación de la tabla X.

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6					
34	GNO-691	GG6-693	1152	12078	GNOGG66913
35	GG6-693	GNG-695	12078	12085	GG6GNG6935
36	GNG-695	CEM-69	12085	12025	GNGCEM695
37	CEM-69	NOR-691	12025	12134	CEMNOR691
38	NOR-691	NOR-69	12134	12133	NORNOR691
39	NOR-69	ZAP-693	12133	12201	NORZAP693
40	ZAP-693	ZAP-692	12201	12200	ZAPZAP6932
41	ZAP-692	ZAP-69	12200	12198	ZAPZAP692
42	ZAP-693	MIN-692	12201	12121	ZAPMIN6932
43	MIN-692	GRA-69	12121	GRA69	MINGRA692
44	GRA-69	INC-692	GRA69	12092	GRAINC692
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS					
45	INC-692	SJD-69	12092	12163	INCSJD692
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO					
46	INC-691	SJD-692	12091	12165	INCSJD6912
47	SJD-692	SJD-691	12165	12164	SJDSJD6921
48	SJD-691	SJD-69	12164	12163	SJDSJD691
49	SJD-692	ESI-692	12165	12059	SJDESI6922
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5					
50	CEN-69	HIP-69	1204	12089	CENHIP69
51	CEN-69	CG5-694	1204	CG5694	CENCG5694
52	CG5-694	HIP-69	CG5694	12089	CG5HIP694
53	CG5-694	INC-691	CG5694	12091	CG5INC6941
54	HIP-69	CG5-691	12089	12036	HIPCG5691
55	CG5-691	INC-692	12036	12092	CG5INC6912
56	CG5-691	KOR-69D	12036	12257	CG5KORD691
57	KOR-69D	KOR-69	12257	12258	KORDKOR69
58	KOR-69D	ROO-691	12257	12154	KORDROO691
59	ROO-691	ROO-69	12154	12153	ROOROO691
60	ROO-691	MON-692	12154	12129	ROOMON6912
61	MON-692	MON-69	12129	12127	MONMON692
62	MON-69	SJS-69D	12127	12239	MONSJS69
63	SJS-69D	SJS-69	12239	12240	SJSDSJS69
64	SJS-69D	CQU-69	12239	12049	SJSDCQU69
65	CQU-69	LVA-69	12049	1249	CQULVA69
66	MON-69	MON-694	12127	12228	MONMON694
67	MON-694	MIN-69	12228	12119	MONMIN694
68	MON-694	GRA-691	12228	GRA691	GRAMON694
69	GRA-691	INC-692	GRA691	12092	GRAINC6912

Continuación de la tabla X.

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6					
70	CEN-69	CEN-692	1204	12027	CENCEN692
71	CEN-692	CG6-691	12027	12037	CENCG66921
72	CEN-692	CG6-692	12027	CG6692	CENCG66922
73	CG6-692	CG6-691	CG6692	12037	CG6CG66921
74	CG6-691	NAR-694	12037	12290	CG6NAR6914
75	NAR-694	NAR-692	12290	12288	NARNAR6942
76	NAR-692	NAR-69	12288	12286	NARNAR692
77	NAR-69	NAR-691	12286	12287	NARNAR691
78	NAR-691	NAR-693	12287	12289	NARNAR6913
79	NAR-693	INC-691	12289	12091	NARINC6931
80	CG6-691	ROO-693	12037	12156	CG6ROO6913
81	ROO-693	ROO-692	12156	12155	ROOROO6932
82	ROO-692	ROO-69	12155	12153	ROOROO692
83	ROO-693	MON-693	12156	12130	ROOMON6933
84	MON-693	TIN-69D	12130	12187	MONTIND693
85	TIN-69D	MIX-69B	12187	MIX69B	TINDMIXB69
86	MIX-69B	TIN-69D1	MIX69B	TIN69D1	MIXBTIND691
87	TIN-69D1	TIN-69	TIN69D1	12186	TINDTIN691
88	TIN-69	TIN-691	12186	12260	TINTIN691
89	TIN-691	TIN-692	12260	TIN692	TINTIN6912
90	TIN-692	IND-69	TIN692	12093	TININD692
91	IND-69	LIZ-69	12093	12103	INDLIZ69
92	TIN-691	LIZ-691	12260	LIZ691	TINLIZ6911
93	LIZ-691	LFL-69	LIZ691	12102	LIZLFL691
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6					
94	INC-691	INC-69D	12091	INC69D	INCINCD691
95	INC-69D	NAR-693	INC69D	12289	INCDNAR693
96	NAR-693	NAR-691	12289	12287	NARNAR6931
97	NAR-691	NAR-69	12287	12286	NARNAR691
98	NAR-69	NAR-692	12286	12288	NARNAR692
99	NAR-692	NAR-694	12288	12290	NARNAR6924
100	NAR-694	CG5-693	12290	CG5693	NARCG56943
101	CG5-693	CG5-692	CG5693	CG5692	CG5CG56932
102	CG5-692	CG5-691	CG5692	12036	CG5CG56921
103	CG5-691	KOR-69D	12036	12257	CG5KORD691
104	KOR-69D	ROO-694	12257	ROO694	KORDROO694
105	ROO-694	ROO-692	ROO694	12155	ROOROO6942
106	ROO-692	ROO-69	12155	12153	ROOROO692
107	ROO-69	KOR-69D1	12153	KOR69D1	ROOKORD691
108	KOR-69D1	KOR-69	KOR69D1	12158	KORDKOR691
109	ROO-69	ROO-691	12153	12154	ROOROO691
110	ROO-691	MON-692	12154	12129	ROOMON6912
111	MON-692	MON-69	12129	12127	MONMON692
112	MON-69	MON-69D	12127	MON69D	MONMOND69
113	MON-69D	SJS-69D	MON69D	12239	MONDSJS69
114	SJS-69D	SJS-69	12239	12240	SJSDSJS69

Continuación de la tabla X.

115	SJS-69D	CQU-69	12239	12049	SJSDCQU69
116	CQU-69	LVA-69	12049	1249	CQULVA69
117	MON-69D	MON-695	MON69D	MON695	MONDMON695
118	MON-695	MON-694	MON695	12228	MONMON6954
119	MON-694	MIN-69	12228	12119	MONMIN694
120	MIN-69	MIN-69D	12119	MIN69D	MINMIND69
121	MIN-69D	GRA-691	MIN69D	GRA691	MINDGRA691
122	GRA-691	INC-692	GRA691	12092	GRAINC6912
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2					
123	GNO-692	GNG-694	1153	12084	GNOGNG6924
124	GNG-694	GNG-691	12084	12081	GNGGNG6941
125	GNG-691	MIL-69	12081	12118	GNGMIL691
126	MIL-69	MIL-691	12118	12261	MILMIL691
127	GNG-691	GG3-695	12081	12077	GNGGG36915
128	GG3-695	GG3-694	12077	12076	GG3GG36954
129	GG3-694	KER-69	12076	12215	GG3KER694
130	GG3-695	CDO-692	12077	12023	GG3CDO6952
131	CDO-692	CDO-693	12023	12024	CDOCDO6923
132	CDO-693	GER-69	12024	12068	CDOGER693
133	GER-69	GER-691	12068	12263	GERGER691
134	GER-69	CVI-69	12068	12052	GERCVI69
135	CVI-69	CVI-691	12052	12262	CVICVI691
136	CVI-69	OKM-69D	12052	12267	CVIOKMD69

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Para el caso de las líneas monitoreadas para la fase 1: 2015, se resaltan con fondo color naranja los tramos de línea que serán ampliados o construidos, necesarios para la implementación del proyecto en su primera fase.

- Línea Centro – Guatemala 2:

Para simular la ampliación de los 7,3 km de esta línea con conductor Flint, se amplían los tramos de línea a partir de la barra 1204 (CEN-69) hasta conectar a la barra 12091 (INC-691) de la subestación Incienso, también en la tabla se observa la ampliación del tramo de línea del nodo 12097 (KAM-692) hasta la barra 12095 (KAM-69) de la subestación Kaminal, por otro lado se amplía el tramo de línea hacia la subestación El Sitio, representado desde el nodo 12034 (CG2-69D) hasta conectar a la barra 12057 (ESI-69).

- Línea Centro – Guatemala 3:

Para simular la ampliación de los 7,3 km de esta línea con conductor Flint, se amplían los tramos a partir de la barra 1204 (CEN-69) hasta conectar al nodo 12093 (INC-693), también en la tabla se observa la ampliación del tramo de línea del nodo 12096 (KAM-691) hasta la barra 12095 (KAM-69) de la subestación Kaminal, por otro lado se amplía el tramo de línea hacia la subestación El Sitio, representado desde el nodo 12035 (CG3-69D) hasta conectar a la barra 12057 (ESI-69).

- Línea Centro – Guatemala 5:

Para lograr la simulación de la reconfiguración de los 7,3 km de esta línea con conductor Flint, se crea un nuevo nodo denominado CG5694, y se construyen dos nuevos tramos de línea, el primero a partir de la barra 1204 (CEN-69) y conectando con el nuevo nodo, a partir de este el segundo tramo de línea hasta finalizar en a la barra 12091 (INC-691), este último simulado normalmente cerrado.

También se construye el tramo de línea del nuevo nodo CG5694 hasta conectar con la barra 12089 (HIP-69) de la subestación Híper Paiz.

- Línea Centro – Guatemala 6:

A fin de lograr la simulación de la reconfiguración de los 7,3 km de esta línea con conductor Flint, se crea el nuevo nodo denominado CG6692, y se construye el nuevo tramo de línea de 3 km a partir de la barra 12027 (CEN-692) hasta conectar al nuevo nodo CG6692, los 4,3 km pasan a formar la nueva línea Incienso – Guatemala 6, por otro lado se construye un nuevo tramo de línea a partir del nodo CG6692 hasta conectar con el nodo 12037 (CG6-691), conformado así el nuevo tramo de línea CG6CG66921, con la nueva configuración se utiliza este tramo de línea para transportar el flujo de potencia hacia las subestaciones Mixco, Tinco, Las Flores y el gran usuario Liztex.

- Línea Incienso – Guatemala 6:

Esta nueva línea surge de la reconfiguración en caso proyecto de la línea Centro – Guatemala 5 y 6, por lo cual se observará simulada normalmente abierta en el análisis de flujo de carga para el caso base y encendida en el caso proyecto, para lo cual se crean los nuevos nodos denominados INC69D, CG5693 y CG5692, y se construye un nuevo tramo de línea a partir de la barra 12091 (INC-691) hasta el nuevo nodo INC69D.

Se construyen dos nuevos tramos de línea para lograr la conexión en Pi ( $\pi$ ) entre la línea Incienso – Guatemala 6 y la subestación Naranjo, el primero se construye entre el nuevo nodo INC69D y el nodo 12289 (NAR-693), y el segundo entre el nodo 12290 (NAR-694) hasta conectar con el nuevo nodo CG5693.

Luego del nuevo nodo CG5693 se construye un tramo de línea hasta conectar con el nuevo nodo CG5692, y de este último se construye un tramo de línea hasta conectar con el nodo 12036 (CG5691).

Por otro parte, se crea un nuevo nodo denominado ROO694 el cual se utiliza para dividir en dos partes el tramo de línea entre los nodos 12257 (KOR-69D) y 12154 (ROO-691), formándose así los dos nuevos tramos denominados KORDROO694 y ROOROO6941, de los cuáles el primero, con la nueva configuración se utiliza para transportar el flujo de potencia hacia la subestación Roosevelt y el segundo se simula normalmente abierto. El nuevo nodo ROO694 es también utilizado para cortar el tramo de línea entre los nodos 12156 (ROO-693) y 12155 (ROO-692), formándose así el nuevo tramo denominado ROOROO6942 entre los nodos ROO694 y 12155 (ROO-692),

A fin de lograr la nueva reconfiguración en la subestación Roosevelt, se crea el nuevo nodo KOR69D1 y se construye el tramo de línea desde la barra 12153 (ROO-69) hasta el nodo KOR69D1, al cual también se reconecta el tramo de línea KORDKOR69 entre el nodo 12257 (KOR-69D) y la barra 12258 (KOR-69) y se renombra en el caso proyecto como KORDKOR691; por otro lado se amplían el tramo de línea que parte de la barra 12153 (ROO-69), hasta conectar con la barra 12127 (MON-69) de la subestación Montserrat.



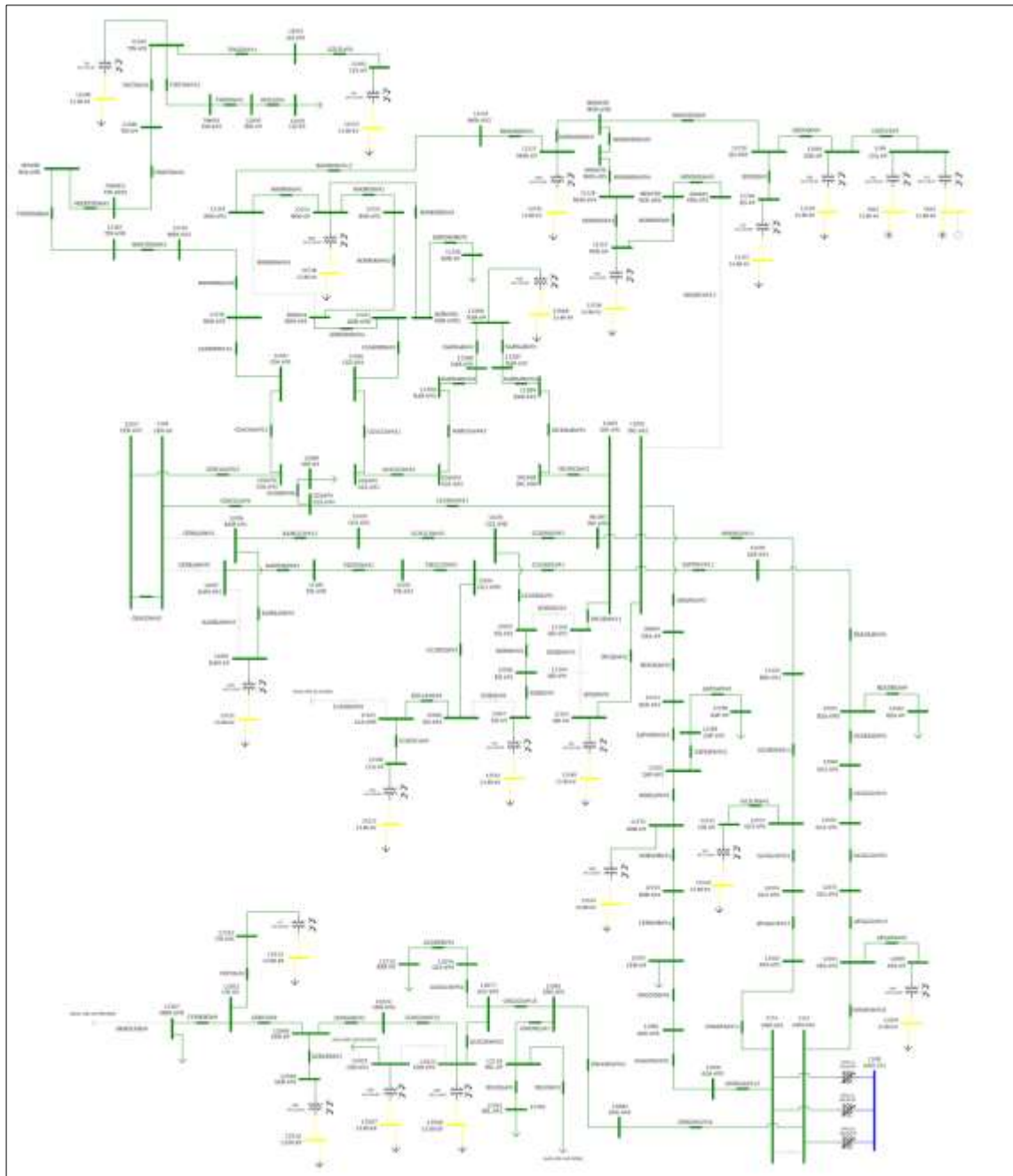
Se crea un nuevo nodo denominado MON69D, el cual se utiliza para dividir en dos partes el tramo de línea entre la barra 12127 (MON-69) y el nodo 12239 (SJS-69D), formándose así los dos nuevos tramos denominados MONMOND69 y MONDSJSD69, de los cuáles el primero, con la nueva configuración se utiliza para transportar el flujo de potencia entre el nuevo nodo MON69D y el nodo 12239 (SJS-69D) y el segundo se utiliza para transportar el flujo de potencia entre la barra 12127 (MON-69) y el nuevo nodo MON69D.

Seguidamente se crea un nuevo nodo denominado MON695, el cual se utiliza para cortar el tramo de línea entre la barra 12127 (MON-69) y el nodo 12228 (MON-694), formándose así el nuevo tramo denominado MONMON6954, que en conjunto con la construcción del nuevo tramo de línea entre los nodos MON69D y MON695, transportan el flujo de potencia hacia la subestación Minerva.

Por último, se crea un nuevo nodo denominado MIN69D, el cual se utiliza para reconectar el tramo de línea GRAMON694 entre los nodos 12228 (MON-694) y GRA691, y se renombra en el caso proyecto como MINDGRA691.

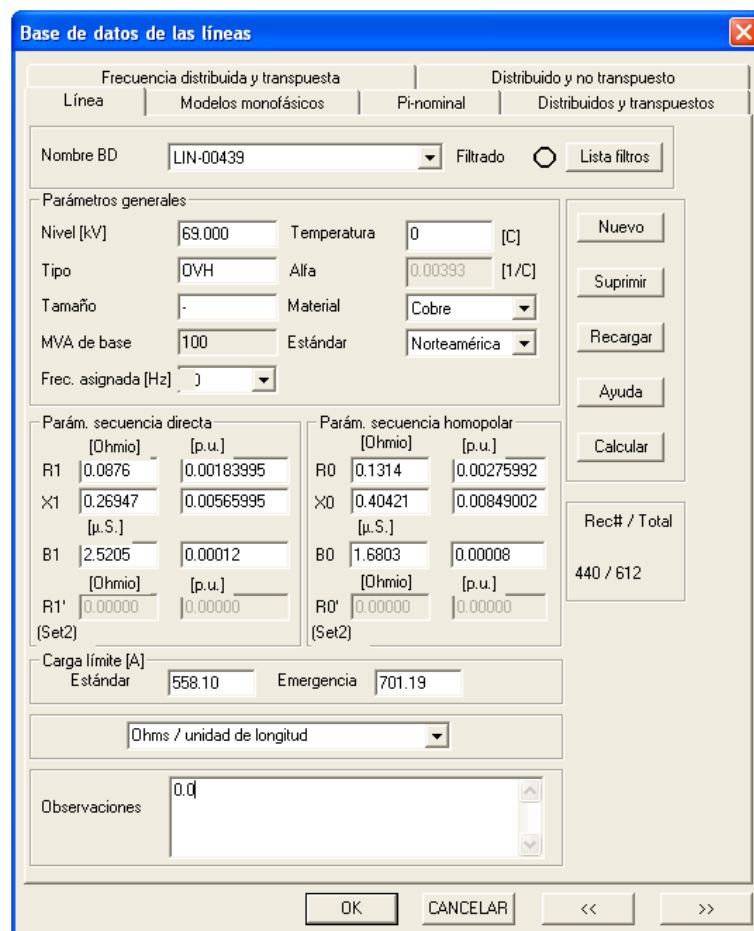
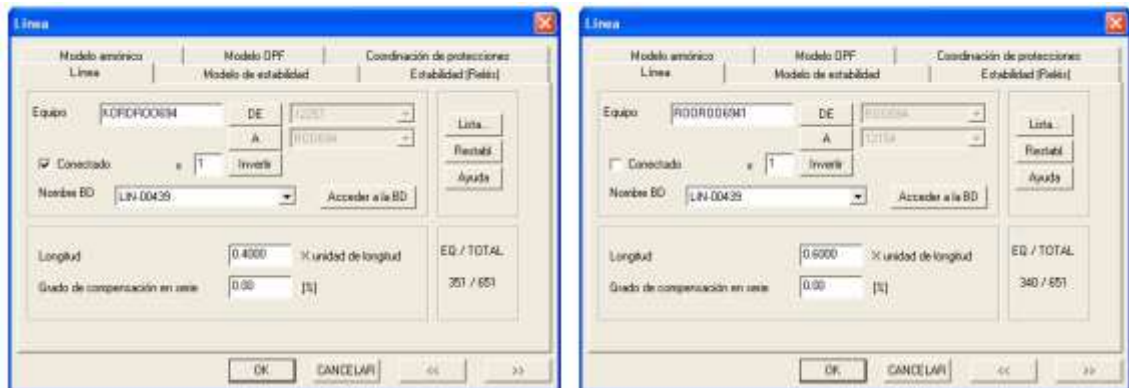
Lo descrito en los párrafos anteriores se puede observar en la figura 49, el cual contiene el diagrama unifilar de la nueva configuración para la red de 69 kV del área de influencia eléctrica para el caso proyecto fase 1: 2015, la reconfiguración puede compararse cotejando la figura 48 y 49, caso base y caso proyecto respectivamente.

Figura 50. Diagrama unifilar de la configuración de la red de 69 kV del área de influencia eléctrica, caso proyecto fase 1: 2015



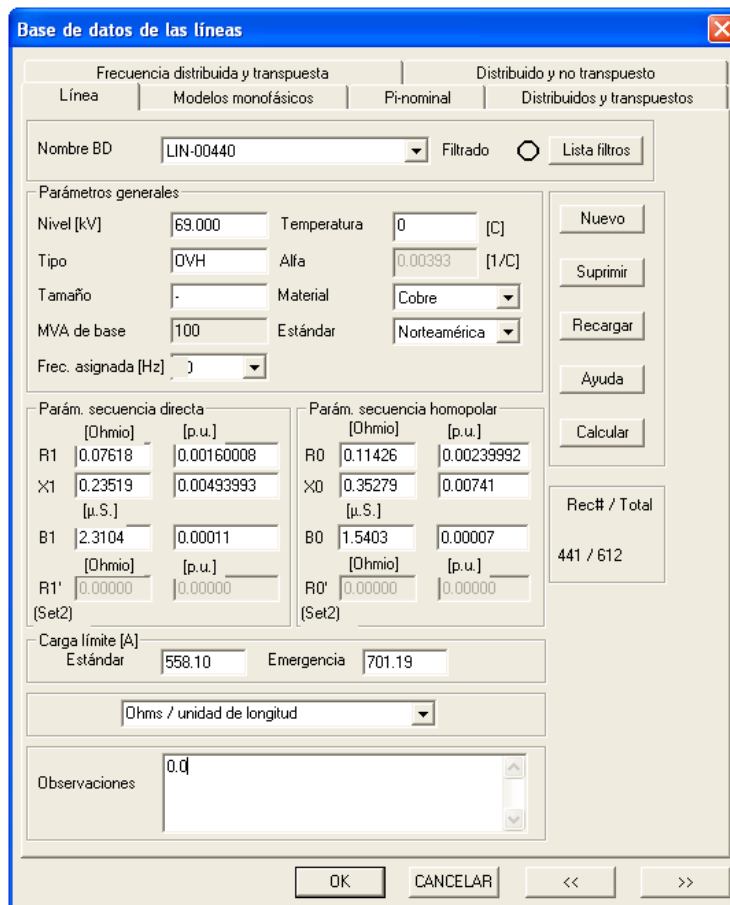
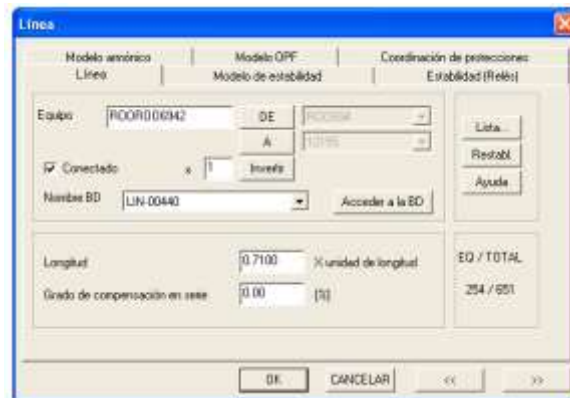
Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Figura 51. Modelo de las líneas KORDRO0694 y ROOROO6941 que se originan al dividir la línea KORDRO0691



Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Figura 52. Modelo de la línea ROOROO6942 que se origina al cortar la línea ROOROO6942



Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XI. Líneas de 69 kV monitoreadas fase 2: 2016

Núm. de elemento	Código de barra de procedencia	Código de barra de destino	Núm. de barra de procedencia en base de datos	Núm. de barra de destino en base de datos	Nombre de la línea
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO					
1	GSU-231	INC-231	1109	INC231	GSUINC2311
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6					
2	INC-691	INC-69D	12091	INC69D	INCINCD691
3	INC-69D	NAR-693	INC69D	12289	INC DNAR693
4	NAR-693	NAR-691	12289	12287	NARNAR6931
5	NAR-691	NAR-69	12287	12286	NARNAR691
6	NAR-69	NAR-692	12286	12288	NARNAR692
7	NAR-692	NAR-694	12288	12290	NARNAR6924
8	NAR-694	CG5-693	12290	CG5693	NARCG56943
9	CG5-693	CG5-692	CG5693	CG5692	CG5CG56932
10	CG5-692	CG5-691	CG5692	12036	CG5CG56921
11	CG5-691	KOR-69D	12036	12257	CG5KORD691
12	KOR-69D	ROO-694	12257	ROO694	KORDROO694
13	ROO-694	ROO-692	ROO694	12155	ROOROO6942
14	ROO-692	ROO-69	12155	12153	ROOROO692
15	ROO-69	KOR-69D1	12153	KOR69D1	ROOKORD691
16	KOR-69D1	KOR-69	KOR69D1	12158	KORDKOR691
17	ROO-69	ROO-691	12153	12154	ROOROO691
18	ROO-691	MON-692	12154	12129	ROOMON6912
19	MON-692	MON-69	12129	12127	MONMON692
20	MON-69	MON-69D	12127	MON69D	MONMOND69
21	MON-69D	SJS-69D	MON69D	12239	MONDSJSD69
22	SJS-69D	SJS-69	12239	12240	SJSDSJS69
23	SJS-69D	CQU-69	12239	12049	SJSDCQU69
24	CQU-69	LVA-69	12049	1249	CQULVA69
25	MON-69D	MON-695	MON69D	MON695	MONDMON695
26	MON-695	MON-694	MON695	12228	MONMON6954
27	MON-694	MIN-69	12228	12119	MONMIN694
28	MIN-69	MIN-69D	12119	MIN69D	MINMIND69
29	MIN-69D	GRA-691	MIN69D	GRA691	MINDGRA691
30	GRA-691	INC-692	GRA691	12092	GRAINC6912
LÍNEA INCIENSO - MINERVA					
31	INC-692	GRA-691	12092	GRA691	GRAINC6912
32	GRA-691	MIN-69D	GRA691	MIN69D	MINDGRA691
33	MIN-69D	MIN-69	MIN69D	12119	MINMIND69
34	MIN-69	MON-694	12119	12228	MONMIN694
35	MON-694	MON-695	12228	MON695	MONMON6954
36	MON-695	MON-69D	MON695	MON69D	MONDMON695
37	MON-69D	MON-69	MON69D	12127	MONMOND69
38	MON-69D	SJS-69D	MON69D	12239	MONDSJSD69
39	SJS-69D	SJS-69	12239	12240	SJSDSJS69
40	SJS-69D	CQU-69	12239	12049	SJSDCQU69
41	CQU-69	LVA-69	12049	1249	CQULVA69

Continuación de la tabla XI.

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2					
42	INC-691	CG2-69D	12091	12034	INCCG2D691
43	CG2-69D	ESI-693	12034	12060	CG2DESI693
44	ESI-693	ESI-69	12060	12057	ESIESI693
45	ESI-693	LCA-69D	12060	12101	ESILCAD693
46	LCA-69D	LCA-69	12101	12100	LCADLCA69
47	CG2-69D	TIK-692	12034	12202	CG2DTIK692
48	TIK-692	TIK-69D	12202	12185	TIKTIK692
49	TIK-69D	KAM-692	12185	12097	TIKDKAM692
50	TIK-69D	KAM-693	12185	KAM693	TIKDKAM693
51	KAM-693	KAM-69	KAM693	12095	KAMKAM693
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3					
52	INC-691	CG3-69D	12091	12035	INCCG3D691
53	CG3-69D	ESI-692	12035	12059	CG3DESI692
54	ESI-692	ESI-691	12059	12058	ESIESI6921
55	ESI-691	ESI-69	12058	12057	ESIESI691
56	CG3-69D	CG3-692	12035	12203	CG3DCG3692
57	CG3-692	KAM-691	12203	12096	CG3KAM6921
58	KAM-691	CEN-69	12096	1204	KAMCEN691
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA					
59	INC-691	SJD-692	12091	12165	INCSJD6912
60	SJD-692	SJD-691	12165	12164	SJDSJD6921
61	SJD-691	SJD-69	12164	12163	SJDSJD691
62	SJD-691	SJD-694	12164	SJD694	SJDSJD6914
63	SJD-694	GER-693	SJD694	GER693	SJDGER6943
64	GER-693	CVI-69	GER693	12052	GERCVI693
65	CVI-69	CVI-691	12052	12262	CVICVI691
66	CVI-691	CVI-692	12262	CVI692	CVICVI6912
67	CVI-692	OKM-69D	CVI692	12267	CVIOKMD692
68	SJD-692	ESI-692	12165	12059	SJDESI6922
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4					
69	INC-691	SJD-693	12091	SJD693	INCSJD6913
70	SJD-693	ESI-692	SJD693	12059	SJDESI6932
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS					
71	INC-692	SJD-69	12092	12163	INCSJD692
72	SJD-69	GER-692	12163	GER692	SJDGER692
73	GER-692	GER-69	GER692	12068	GERGER692
74	GER-69	GER-691	12068	12263	GERGER691

Continuación de la tabla XI.

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6					
75	CEN-69	CEN-692	1204	12027	CENCEN692
76	CEN-692	CG6-692	12027	CG6692	CENCG66922
77	CG6-692	CG6-691	CG6692	12037	CG6CG66921
78	CG6-691	ROO-693	12037	12156	CG6ROO6913
79	ROO-693	MON-693	12156	12130	ROOMON6933
80	MON-693	TIN-69D	12130	12187	MONTIND693
81	TIN-69D	MIX-69B	12187	MIX69B	TINDMIXB69
82	MIX-69B	TIN-69D1	MIX69B	TIN69D1	MIXBTIND691
83	TIN-69D1	TIN-69	TIN69D1	12186	TINDTIN691
84	TIN-69	TIN-691	12186	12260	TINTIN691
85	TIN-691	TIN-692	12260	TIN692	TINTIN6912
86	TIN-692	IND-69	TIN692	12093	TININD692
87	IND-69	LIZ-69	12093	12103	INDLIZ69
88	TIN-691	LIZ-691	12260	LIZ691	TINLIZ6911
89	LIZ-691	LFL-69	LIZ691	12102	LIZLFL691
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5					
90	CEN-69	CG5-694	1204	CG5694	CENCG5694
91	CG5-694	HIP-69	CG5694	12089	CG5HIP694
92	CG5-694	INC-691	CG5694	12091	CG5INC6941
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3					
93	CEN-69	KAM-691	1204	12096	CENKAM691
94	KAM-691	KAM-69	12096	12095	KAMKAM691
95	KAM-691	CG3-692	12096	12203	KAMCG36912
96	CG3-692	CG3-69D	12203	12035	CG3CG3D692
97	CG3-69D	ESI-692	12035	12059	CG3DESI692
98	ESI-692	ESI-691	12059	12058	ESIESI6921
99	ESI-691	ESI-69	12058	12057	ESIESI691
100	CG3-69D	INC-693	12035	12059	CG3DINC693
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2					
101	CEN-69	KAM-692	1204	12097	CENKAM692
102	KAM-692	KAM-69	12097	12095	KAMKAM692
103	KAM-692	TIK-69D	12097	12185	KAMTIK692
104	TIK-69D	TIK-692	12185	12202	TIKDTIK692
105	TIK-692	CG2-69D	12202	12034	TIKCG2D692
106	CG2-69D	ESI-693	12034	12060	CG2DESI693
107	ESI-693	ESI-69	12060	12057	ESIESI693
108	ESI-693	LCA-69D	12060	12101	ESILCAD693
109	LCA-69D	LCA-69	12101	12100	LCADLCA69
110	CG2-69D	INC-691	12034	12091	CG2DINC691
111	KAM-69	HIP-69D	12095	HIP69D	KAMHIPD69
112	HIP-69D	HIP-69	HIP69D	12089	HIPDHIP69

Continuación de la tabla XI.

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6					
113	GNO-691	GG6-693	1152	12078	GNOGG66913
114	GG6-693	GNG-695	12078	12085	GG6GNG6935
115	GNG-695	CEM-69	12085	12025	GNGCEM695
116	CEM-69	NOR-691	12025	12134	CEMNOR691
117	NOR-691	NOR-69	12134	12133	NORNOR691
118	NOR-69	ZAP-693	12133	12201	NORZAP693
119	ZAP-693	ZAP-692	12201	12200	ZAPZAP6932
120	ZAP-692	ZAP-69	12200	12198	ZAPZAP692
121	ZAP-693	MIN-692	12201	12121	ZAPMIN6932
122	MIN-692	GRA-69	12121	GRA69	MINGRA692
123	GRA-69	INC-692	GRA69	12092	GRAINC692
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3					
124	GNO-691	APA-691	1152	12010	GNOAPA6911
125	APA-691	GG3-692	12010	12074	APAGG36912
126	GG3-692	GG3-691	12074	12073	GG3GG36921
127	GG3-691	LNI-69	12073	12132	GG3LNI691
128	GG3-691	MIN-691	12073	12120	GG3MIN6911
129	MIN-691	INC-693	12120	INC693	MININC6913
130	MIN-691	INC-692	12120	12092	MININC6912
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2					
131	GNO-692	APA-692	1153	12011	GNOAPA6922
132	APA-692	APA-69	12011	12009	APAAPA692
133	APA-692	GG2-693	12011	12071	APAGG26923
134	GG2-693	GG2-692	12071	12070	GG2GG26932
135	GG2-692	GG2-691	12070	12069	GG2GG26921
136	GG2-691	BZA-69D	12069	12021	GG2BZAD691
137	BZA-69D	BZA-69	12021	12020	BZADBZA69
138	BZA-69D	ZAP-691	12021	12199	BZADZAP691
139	ZAP-691	INC-691	12199	12091	ZAPINC6911
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2					
140	GNO-692	GNG-694	1153	12084	GNOGNG6924
141	GNG-694	GNG-691	12084	12081	GNGGNG6941
142	GNG-691	MIL-69	12081	12118	GNGMIL691
143	MIL-69	MIL-691	12118	12261	MILMIL691
144	GNG-691	GG3-695	12081	12077	GNGGG36915
145	GG3-695	GG3-694	12077	12076	GG3GG36954
146	GG3-694	KER-69	12076	12215	GG3KER694
147	GG3-695	CDO-692	12077	12023	GG3CDO6952
148	CDO-692	CDO-693	12023	12024	CDOCDO6923
149	CDO-693	CDO-694	12024	CDO694	CDOCDO6934
150	CDO-694	GER-691	CDO694	12263	CDOGER6941
151	CDO-693	GER-69	12024	12068	CDOGER693
152	GER-69	GER-691	12068	12263	GERGER691
153	GER-69	CVI-69	12068	12052	GERCVI69
154	CVI-69	CVI-691	12052	12262	CVICVI691
155	CVI-69	OKM-69D	12052	12267	CVIOKMD69

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).



Para el caso de las líneas monitoreadas para la fase 2: 2016, se resaltan con fondo color anaranjado los tramos de línea que serán ampliados o construidos, necesarios para la implementación del proyecto en su segunda fase, para lo cual se toma como caso base la configuración de red del caso proyecto de la fase1.

- Línea Guatemala Sur - Incienso:

Esta es la nueva línea 230 kV denominada GSUINC2311, la cual parte de la barra 1109 (GSU-231) y finaliza en la nueva barra INC231, la cual simula una de las nuevas barras de 230 kV en la subestación Incienso.

- Línea Incienso – Minerva:

Esta línea surge al renombrar en caso proyecto una parte de la línea Incienso – Guatemala 6, la cual en caso base se dirige en dirección de la subestación Incienso hacia la subestación Montserrat, y por lo cual se observará simulada normalmente abierta en el análisis de flujo de carga para el caso base y encendida en el caso proyecto.

- Línea Incienso – Guatemala 2:

Para conformar esta nueva línea se renombra en caso proyecto una parte de la línea Centro – Guatemala 2, la cual en caso base se dirige en dirección de la subestación Incienso hacia la subestación El Centro, por lo cual se observará simulada normalmente abierta en el análisis de flujo de carga para el caso base y encendida en el caso proyecto.

Se crea un nuevo nodo denominado KAM693, el cual se utiliza para reconectar el tramo de línea TIKDKAM692 entre los nodos 12097 (KAM-692) y 12185 (TIK-69D) y se renombra en el caso proyecto como TIKDKAM693, este nuevo nodo es utilizado también para reconectar el tramo de línea KAMKAM691 entre la barra 12095 (KAM-69) y el nodo 12096 (KAM-691) y se renombra en caso proyecto como KAMKAM693, simulado normalmente abierto.

- Línea Centro – Guatemala 2:

En caso proyecto, fase 2, dicha línea deja de transportar flujo de potencia entre la subestaciones Incienso y El Centro, esto se logra al crear el nuevo nodo denominado KAM693 y simulando la línea Incienso – Guatemala 2, que se explicaron anteriormente, además de simular normalmente abierto los tramos de línea KAMCEN692 y KAMKAM692; con lo cual la línea Centro – Guatemala 2 transportará flujo de potencia desde la subestación El Centro hasta la subestación Kaminal y finalizando con el gran usuario Híper Paiz, siendo necesario crear el nuevo nodo denominado HIP69D, el cual se utiliza para reconectar el tramo de línea CG5HIP694 entre la barra 12089 (HIP-69) y el nodo CG5694 y se renombra en el caso proyecto como HIPDHIP69, este nuevo nodo es utilizado también para conectar el tramo de línea KAMHIPD69 que se construye entre este y la barra 12095 (KAM-69).

- Línea Incienso – Guatemala 3:

Esta línea surge al renombrar en caso proyecto toda la línea Centro – Guatemala 3, por lo cual se observará simulada normalmente abierta en el análisis de flujo de carga para el caso base y encendida en el caso proyecto.

Se reconecta el tramo de línea INCCG3D693 entre los nodos 12035 (CG3-69) e INC693 y se renombra en caso proyecto como INCCG3D691, simulado normalmente cerrado a la barra 12091 (INC-691); de igual forma se reconecta el tramo de línea MININC6913 entre los nodos 12120 (MIN-691) e INC693 y se renombra en caso proyecto como MININC692, simulado normalmente abierto a la barra 12091 (INC-691).

- Línea Incienso – San Juan de Dios – El Sitio / Incienso – Ciudad Vieja:

La nueva línea Incienso – Ciudad Vieja, surge al renombrar en caso proyecto la línea Incienso – San Juan de Dios – El Sitio, por lo cual se observará simulado normalmente abierto en el tramo de línea que parte del nodo 12164 (SJD-691) y finaliza en el nodo 12267 (OKM-69D), esto en el análisis de flujo de carga para el caso base; por otra parte, para conformar la Incienso – Ciudad Vieja se amplía el tramo de línea que parte de la barra 12091 (INC-691) y finaliza en el nodo 12164 (SJD-691), también se crea el nuevo nodo denominado SJD694, el cual se utiliza para reconectar y ampliar el tramo de línea SJDSJD691 entre el nodo 12164 (SJD-691) y la barra 12163 (SJD-69) y se renombra en el caso proyecto como SJDSJD6914.

Además se crean los nuevos nodos denominados GER692 y GER693, los cuales son utilizador para dividir en dos partes el tramo de línea entre los nodos 12052 (CVI-69) y 12068 (GER-69), formándose así los dos nuevos tramos denominados GERCVI693 y GERGER692, de los cuáles el primero, con la nueva configuración se utiliza para transportar el flujo de potencia hacia la subestación Ciudad Vieja, conjuntamente con la construcción del nuevo tramo de línea entre los nuevos nodos SJD694 y GER693, y el segundo tramo de línea se utiliza para transportar el flujo de potencia hacia la subestación Gerona.

Por último, se amplía el tramo de línea entre el nodo 12052 (CVI-69) y la barra 12262 (CVI-691), y se crea el nuevo nodo CVI692, el cual se utiliza para reconectar el tramo de línea CVIOKMD69 entre el nodo 12052 (CVI-69) y la barra 12267 (OKM-69D) y se renombra en el caso proyecto como CVIOKMD692, el nuevo nodo es utilizado también para conectar el tramo de línea CVICVI6912 que se construye entre este y la barra 12262 (CVI-691).

- Línea Incienso – Guatemala 4:

La simulación de dicha línea que conecta a la subestación Incienso con la subestación el Sitio, se logra creando el nuevo nodo denominado SJD693, el cual se utiliza para reconectar el tramo de línea SJDESI6922 entre los nodos 12165 (SJD-692) y 12059 (ESI-692), renombrándose en el caso proyecto como SJDESI6932, simulándose normalmente abierto tanto en caso base como en caso proyecto, el nuevo nodo es utilizado también para conectar el nuevo tramo de línea INCSJD6913 que se construye entre este y la barra 12091 (INC-691).

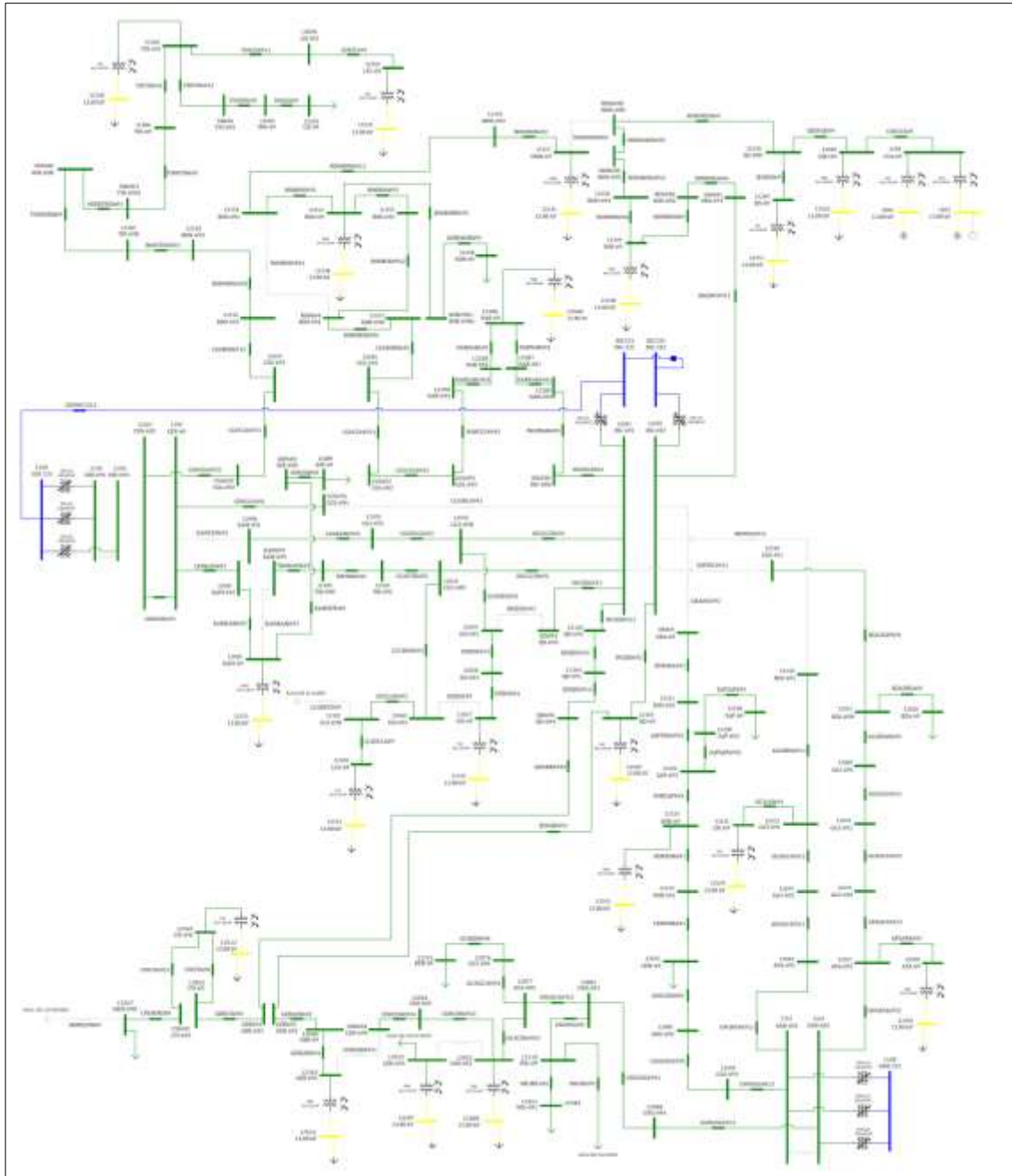
- Línea Incienso – San Juan de Dios:

Para simular la línea que parte de la subestación Incienso y finaliza en la subestación Gerona, se amplía el tramo de línea entre las barras 12092 (INC-692) y 12163 (SJD-69), y de esta última se construye el tramo de línea que conecta con el nuevo nodo GER692, creado para conformar la línea Incienso – Ciudad Vieja descrita anteriormente.

Por último, para que la subestación Gerona pase a formar parte de la nueva línea Incienso – San Juan de Dios, es necesario crear un nuevo nodo denominado CDO694, el cual es utilizado reconectar el tramo de línea CDOGER693 entre los nodos 12024 (CDO-693) y 12068 (GER-69), y se renombra en el caso proyecto como CDOCDO6934, el nuevo nodo es utilizado también para conectar el tramo de línea CDOGER6941 que se construye entre este y la barra 12263 (GER-691), simulándose normalmente abierto, con esta nueva reconfiguración la línea Guatemala Norte – Guadalupe 2 deja se transportar flujo de potencia hacia la subestación Gerona, en caso proyecto.

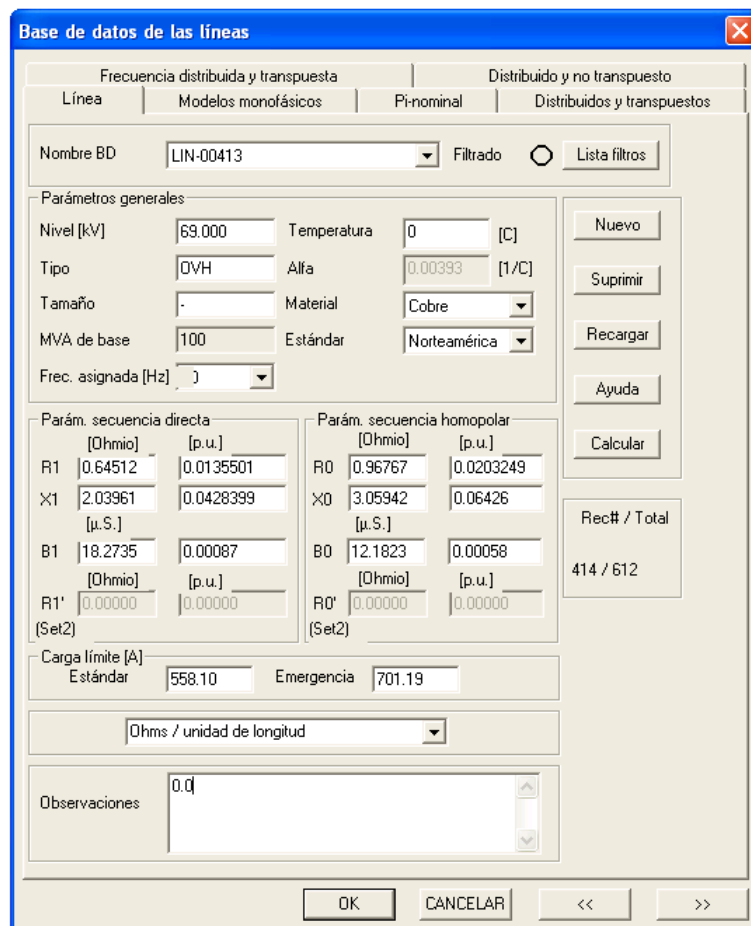
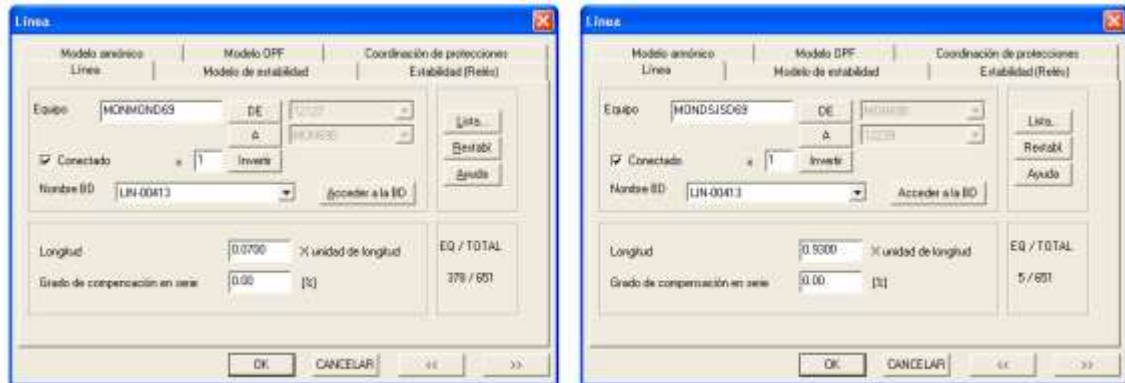
Lo descrito en los párrafos anteriores se puede observar en la figura 52, el cual contiene el diagrama unifilar de la nueva configuración para la red de 69 kV del área de influencia eléctrica para el caso proyecto fase 2: 2016, la reconfiguración puede compararse cotejando la figura 49 y 52, caso base y caso proyecto respectivamente.

Figura 53. Diagrama unifilar de la configuración de la red de 69 kV del área de influencia eléctrica, caso proyecto fase 2: 2016



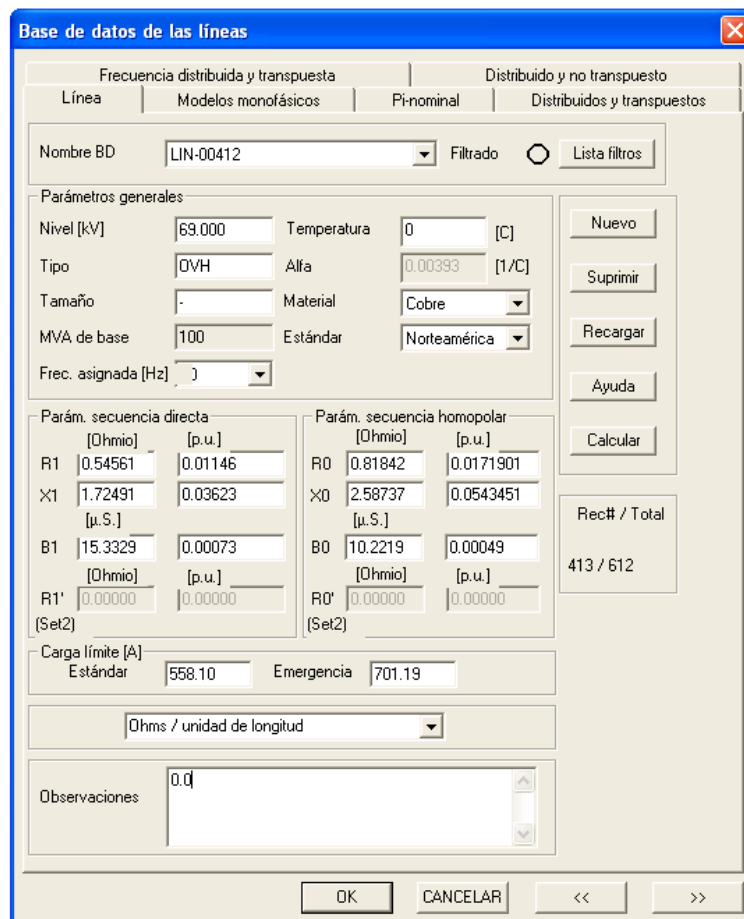
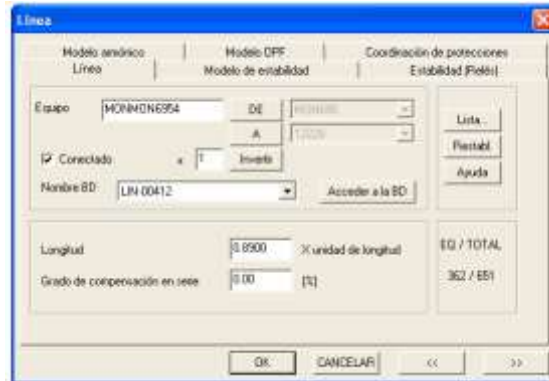
Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Figura 54. Modelo de las líneas MONMOND69 y MONDSJSD69 que se originan al dividir la línea MONSJS69



Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

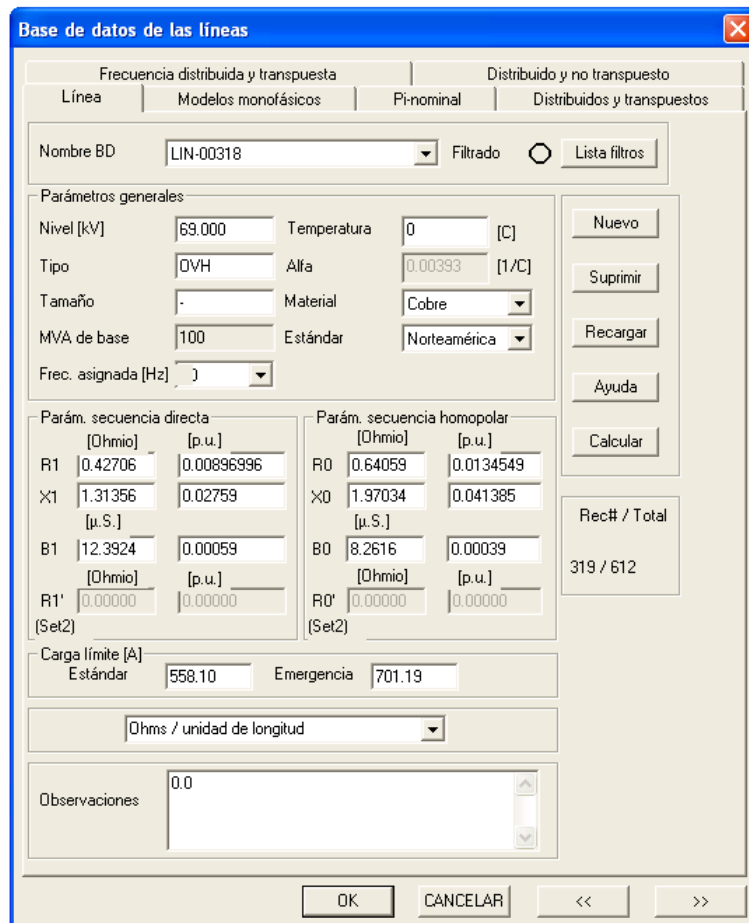
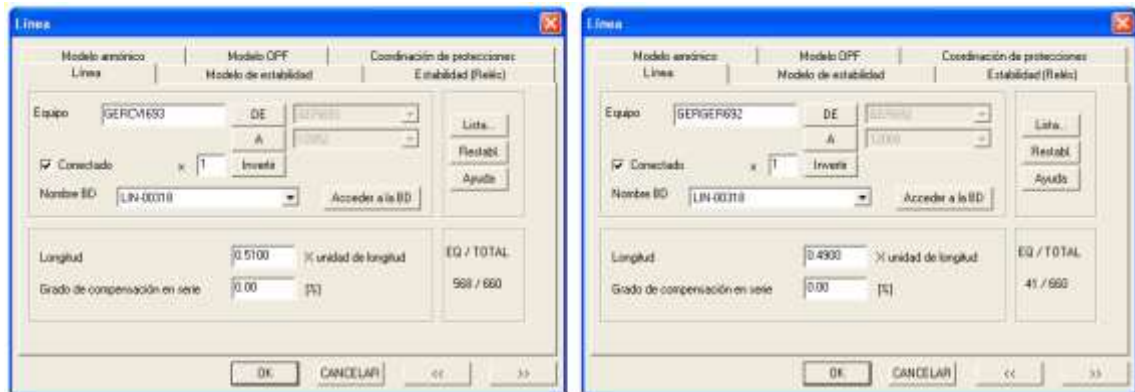
Figura 55. **Modelo de la línea MONMON6954 que se origina al cortar la línea MONMON694**



Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).



Figura 56. Modelo de las líneas GERCVI693 y GERGER692 que se originan al dividir la línea GERCVI69



Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

#### **4.1.3. Casos en la fase 1: 2015 del proyecto**

Se realizó el análisis de un total de 12 casos para el año del proyecto (fase 1: 2015), de los cuales 6, llamados casos base (CB), corresponden a la condición sin proyecto, que a su vez se estructuraron, basados en la información proporcionada por la CNEE y el AMM, a fin de determinar en forma comparativa el efecto del proyecto en la red en estado estable. Cada uno de estos casos, también se estudian en la condición con proyecto (CP), los cuales son los 6 restantes, a fin de conocer el impacto del proyecto de ampliación en la red. Para el caso de la época seca del 2015, se utiliza el caso base proporcionado (marzo de 2015), y para el caso de la época húmeda del 2015, se utiliza el caso base proporcionado (septiembre de 2015).

#### **4.1.4. Casos para la fase 2: 2016 del proyecto**

Las proyecciones también se realizan para la fase 2: 2016 de operación del proyecto, considerando el pronóstico de carga basado en los crecimientos proyectados por la CNEE y referidos del año de entrada de la fase 2 del proyecto.

Se realizó el análisis de un total de 12 casos para el año del proyecto (fase 1: 2016), de los cuales 6, llamados casos base (CB), corresponden a la condición sin proyecto fase 2 (que se conforma por la condición con proyecto de la fase 1 proyectada al año 2), que a su vez se estructuraron, basados en la información proporcionada por la CNEE y el AMM, a fin de determinar en forma comparativa el efecto del proyecto en la red en estado estable. Cada uno de estos casos, también se estudian en la condición con proyecto (CP), los cuales son los 6 restantes, a fin de conocer el impacto del proyecto de ampliación en la red.

Tabla XII. **Casos analizados para el año del proyecto, fase 1: 2015**

Núm.	Condición	Escenario	
1	SIN PROYECTO CB	Época seca	Demanda mínima
2			Demanda media
3			Demanda máxima
4		Época húmeda	Demanda mínima
5			Demanda media
6			Demanda máxima
7	CON PROYECTO CP	Época seca	Demanda mínima
8			Demanda media
9			Demanda máxima
10		Época húmeda	Demanda mínima
11			Demanda media
12			Demanda máxima

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Proyecciones de crecimiento anual del SNI**

Proyecciones fase 1 y 2		
Crecimientos proyectados	Fase 1: 2015	Fase 2: 2016
Época seca	0,00 %	3,27 %
Época húmeda	*2,05 %	6,77 %

\*Dato obtenido proyectando septiembre de 2014 a septiembre de 2015

Fuente: elaboración propia, tomado de proyecciones de crecimiento de la demanda proporcionada por el AMM y CNEE.

Considerando los crecimientos anteriormente indicados, se analizan 12 casos para la fase 2: 2016 de operación del proyecto, tanto para el caso base (CB) como para el caso proyecto (CP), de tal manera de prever las distintas operaciones en la red.

Tabla XIV. **Casos analizados para el año 2 del proyecto, fase 2: 2016**

Núm.	Condición	Escenario	
13	2016 Año 2 SIN PROYECTO CB	Época seca	Demanda mínima
14			Demanda media
15			Demanda máxima
16		Época húmeda	Demanda mínima
17			Demanda media
18			Demanda máxima
19	2016 Año 2 SIN PROYECTO CB	Época seca	Demanda mínima
20			Demanda media
21			Demanda máxima
22		Época húmeda	Demanda mínima
23			Demanda media
24			Demanda máxima

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.5. Programa de cálculo

Los estudios de flujo de carga en estado permanente y los cálculos de corto circuito se realizaron con el programa PSAF v3,2 (Power System Analysis Framework versión 3,2 R.1,5).

#### 4.1.6. Configuración de red

Se hará mención a las nuevas configuraciones de la red como consecuencia de la entrada en operación del proyecto, si las hubiere, de lo contrario, solamente se indica que la configuración es la normal. A continuación se presenta y describe un resumen de los resultados obtenidos de los cálculos de flujo de carga en estado permanente, para los casos base (CB) y para los casos con la inclusión del proyecto (CP), en el año de inicio de operación del proyecto (fase 1: 2015) y para los casos proyectados para el 2º (fase 2: 2016) de operación del proyecto.

Se presentan los resultados de una misma época y de una misma hora de demanda, tanto para la condición sin proyecto (CB) como para la condición con proyecto (CP), a fin de mostrar los efectos de la inclusión del proyecto en la red, en cuanto a: flujos de potencia en las líneas y barras a monitorear.

Es importante mencionar que una magnitud negativa del flujo de potencia del elemento en cuestión, significa que en la realidad dicha variable tiene sentido contrario con relación a lo indicado en la tabla. También se muestran voltajes en los nodos a monitorear y pérdidas de potencia en la red. Se incluye el cálculo de los cambios ( $\Delta$ ) causados por la inclusión del proyecto, en donde un porcentaje con signo negativo indica que la variable en análisis del elemento en cuestión ha disminuido en ese porcentaje, en el caso con proyecto con respecto al caso base y viceversa. La variación se calcula así:  $\Delta = [1 - V_{CB}/V_{CP}]$  donde V es la variable en análisis del elemento en cuestión.

#### **4.2. Resultados del año 1 del proyecto, fase 1: 2015**

En esta sección se muestran los resultados de flujo de potencia [MW] de la fase1 para el 2015 del proyecto, tanto para época seca como para época húmeda, los mismos contienen en resumen el flujo de potencia que se transporta en las líneas del área de influencia para dicha fase del proyecto; debido a que la ampliación de la subestación Incienso se realiza en la segunda fase del proyecto, en esta sección solo se presentan y analizan los resultados de flujo de carga, para poder comprender la configuración de la red de transporte que tendrá el caso base para el 2016.

El criterio de analizar solo los resultados de flujo de potencia [MW] en las líneas monitoreadas en la fase 1, es tomado con base en que los resultados completos de flujos de carga son extensos, y es en la fase 2 en donde el proyecto es concluido en su totalidad.

Por consiguiente será en la sección de resultados del año 2 del proyecto, donde se analizarán a detalle los resultados de flujo de carga en las líneas, barras y transformadores monitoreados, además del análisis de pérdidas sin el proyecto y con el proyecto, tanto en el Sistema Nacional Interconectado y en la zona 2, la cual está constituida por la red de TRELEC.

#### **4.2.1. Época seca: marzo de 2015**

Las tablas XV, XVI y XVII, indican los valores de flujos de potencia en las líneas monitoreadas para horas de demanda máxima, media y mínima, respectivamente para la época seca, utilizando las abreviaturas en tablas como ESD que significa Época Seca Demanda. Es importante comprender que los resultados de dicha fase son temporales, puesto que la fase 2 será necesaria para culminar el objetivo de reducir el factor de utilización en las líneas de transmisión de 69 kV en estudio.

En las tablas se observa que el flujo en la línea Guatemala Norte – Guatemala 2 aumenta y por consiguiente su factor de utilización, pero manteniendo valores normales y aceptables, esto debido a la nueva configuración de operación en la que dicha línea aporta más flujo a la barra 1 de la subestación Incienso, ya que el mismo es demandado por la nueva línea Incienso – Guatemala 6, la cual transporta el flujo de potencia para cubrir la demanda de la subestaciones Naranjo, Roosevelt, Montserrat y el gran usuario Denimatrix.

Por otro lado, la línea Centro – Guatemala 5, incrementa su flujo de potencia, esto debido a la nueva configuración en la que la línea transporta el flujo hacia la barra 1 de la subestación Incienso, que es demandado también por la línea Incienso – Guatemala 6; el incremento del flujo de potencia por la línea Centro – Guatemala 5, hace que su factor de utilización incremente, pero manteniendo valores normales y aceptables ya que esta línea fue ampliada a conductor Flint en esta fase del proyecto.

Al implementarse la nueva línea Incienso – Guatemala 6 para el caso proyecto, se disminuye el flujo de potencia transportado por la línea Centro – Guatemala 6, debido a las subestaciones que deja de alimentar, lo cual implica un decremento en el factor de utilización.

En general, no se observa ninguna anomalía en época seca, con la inclusión de la primera fase de proyecto, en las líneas monitoreadas en el área de influencia eléctrica.

Tabla XV. Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 1 ESD Max

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	19.3	36.19	46.7	0.01	0.03	66.7	29.5	54.3	45.7
ZAP-691	INC-691	11.02	27.67	60.2	0.01	0.05	80.0	18.6	46.6	60.1
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-11.02	-11.02	0.0	0.01	0.01	0.0	20.6	14.1	-46.1
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	45.36	45.3	-0.1	0.06	0.06	0.0	69.2	69.1	-0.1
MIN-691	INC-693	34.97	34.91	-0.2	0.09	0.09	0.0	60.5	60.4	-0.2
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-34.88	-34.82	-0.2	0.1	0.06	-66.7	67.1	45.4	-47.8
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	42.92	42.92	0.0	0.01	0.01	0.0	54.2	54.2	0.0
GRA-69	INC-692	21.63	21.63	0.0	0.02	0.02	0.0	27.9	27.9	0.0
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	21.6	21.6	0.0	0.05	0.05	0.0	47.7	47.7	0.0
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	HIP-69	27.99	-	N/A	0.07	-	N/A	44.6	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	65.38	39.34	-66.2	0	0	0.0	99.8	60	-66.3
LIZ-691	LFL-69	15.2	15.17	-0.2	0.01	0.01	0.0	20	19.8	-1.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	-	55.07	N/A	-	0.03	N/A	-	71.5	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	39.59	39.59	0.0	0.15	0.15	0.0	59.7	59.8	0.2
CVI-69	OKM-69D	2.27	2.27	0.0	0	0	0.0	4	4	0.0

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).



Tabla XVI. Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 1 ESD Med

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	23.11	34.32	32.7	0.02	0.03	33.3	36.6	52.9	30.8
ZAP-691	INC-691	19.03	30.04	36.7	0.03	0.07	57.1	33.7	52	35.2
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CG2-69D	INC-691	-19	-19	0.0	0.03	0.02	-50.0	37.5	25.9	-44.8
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	39.06	39	-0.2	0.05	0.05	0.0	63.4	63.3	-0.2
MIN-691	INC-693	33.1	33.05	-0.2	0.09	0.09	0.0	61.1	61	-0.2
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-33.01	-32.96	-0.2	0.1	0.06	-66.7	67.9	45.9	-47.9
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	30.75	30.75	0.0	0.01	0.01	0.0	41.4	41.3	-0.2
GRA-69	INC-692	18.17	18.17	0.0	0.02	0.02	0.0	24.7	24.7	0.0
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	18.15	18.15	0.0	0.04	0.04	0.0	42.3	42.3	0.0
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0.1	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	HIP-69	18.48	-	N/A	0.03	-	N/A	28.7	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	60.24	35.33	-70.5	0	0	0.0	95.4	56.1	-70.1
LIZ-691	LFL-69	13.42	13.41	-0.1	0.01	0.01	0.0	18.3	18.2	-0.5
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	-	44.08	N/A	-	0.02	N/A	-	57.8	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	37.3	37.32	0.1	0.13	0.14	7.1	56.2	57.1	1.6
CVI-69	OKM-69D	1.75	1.75	0.0	0	0	0.0	3	3.1	3.2

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XVII. Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 1 ESD Min

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	8.54	12.79	33.2	0	0	0.0	12.6	19.1	34.0
ZAP-691	INC-691	6.52	10.74	39.3	0	0.01	100.0	10.8	18	40.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-6.51	-6.51	0.0	0	0	0.0	12	8.2	-46.3
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	13.22	13.21	-0.1	0	0	0.0	19.6	19.6	0.0
MIN-691	INC-693	11.08	11.07	-0.1	0.01	0.01	0.0	18.5	18.5	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-11.07	-11.07	0.0	0.01	0.01	0.0	20.5	13.9	-47.5
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	14.2	14.19	-0.1	0	0	0.0	17.7	17.7	0.0
GRA-69	INC-692	7.17	7.17	0.0	0	0	0.0	9	9	0.0
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	7.17	7.17	0.0	0	0	0.0	15.4	15.4	0.0
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0.1	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	HIP-69	16.2	-	N/A	0.02	-	N/A	24	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	26.67	14.85	-79.6	0	0	0.0	39.5	21.9	-80.4
LIZ-691	LFL-69	4.45	4.45	0.0	0	0	0.0	5.6	5.6	0.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	-	28.28	N/A	-	0.01	N/A	-	35.4	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	14.33	14.33	0.0	0.02	0.02	0.0	21.3	21.3	0.0
CVI-69	OKM-69D	0.38	0.38	0.0	0	0	0.0	0.7	0.7	0.0

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

#### **4.2.2. Época húmeda: septiembre de 2015**

Las tablas XVIII, XIX y XX indican los valores de flujos de potencia en las líneas monitoreadas para horas de demanda máxima, media y mínima, respectivamente para la época húmeda, utilizando las abreviaturas en tablas como EHD que significa Época Húmeda Demanda. Es importante comprender que los resultados de dicha fase son temporales, puesto que la fase 2 será necesaria para culminar el objetivo de reducir el factor de utilización en las líneas de transmisión de 69 kV en estudio.

En las tablas se observa que el flujo en la línea Guatemala Norte – Guatemala 2 aumenta, y por consiguiente su factor de utilización, pero manteniendo valores normales y aceptables, esto debido a la nueva configuración de operación en la que dicha línea aporta más flujo a la barra 1 de la subestación Incienso, ya que el mismo es demandado por la nueva línea Incienso – Guatemala 6, la cual transporta el flujo de potencia para cubrir la demanda de la subestaciones Naranjo, Roosevelt, Montserrat y el gran usuario Denimatrix.

Por otro lado, la línea Centro – Guatemala 5, incrementa su flujo de potencia, esto debido a la nueva configuración en la que la línea transporta el flujo hacia la barra 1 de la subestación Incienso, que es demandado también por la línea Incienso – Guatemala 6; el incremento del flujo de potencia por la línea Centro – Guatemala 5, hace que su factor de utilización incremente, pero manteniendo valores normales y aceptables ya que esta línea fue ampliada a conductor Flint en esta fase del proyecto.

Al implementarse la nueva línea Incienso – Guatemala 6 para el caso proyecto, se disminuye el flujo de potencia transportado por la línea Centro – Guatemala 6, debido a las subestaciones que deja de alimentar, lo cual implica un decremento en el factor de utilización.

Tabla XVIII. **Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 1 EHD Max**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
<b>LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 2</b>										
GNO-692	APA-692	19.02	39.46	51.8	0.01	0.04	75.0	28.9	60.4	52.2
ZAP-691	INC-691	10.94	31.04	64.8	0.01	0.07	85.7	18.4	53.3	65.5
<b>LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2</b>										
CEN-69	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-10.93	-10.93	0.0	0.01	0.01	0.0	20.4	14.1	-44.7
<b>LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 3</b>										
GNO-691	APA-691	44.25	44.19	-0.1	0.06	0.06	0.0	67.5	67.5	0.0
MIN-691	INC-693	34.12	34.06	-0.2	0.08	0.08	0.0	59.1	59	-0.2
<b>LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3</b>										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-34.04	-33.98	-0.2	0.1	0.05	100.0	65.5	44.3	-47.9
<b>LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 6</b>										
GNO-691	GG6-693	41.85	41.85	0.0	0.01	0.01	0.0	52.9	53	0.2
GRA-69	INC-692	21.11	21.11	0.0	0.02	0.02	0.0	27.3	27.3	0.0
<b>LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS</b>										
INC-692	SJD-69	21.08	21.08	0.0	0.04	0.04	0.0	46.6	46.6	0.0
<b>LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO</b>										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
<b>LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5</b>										
CEN-69	HIP-69	18.4	-	N/A	0.03	-	N/A	31.1	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
<b>LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6</b>										
CEN-69	CEN-692	66.92	41.57	-61.0	0	0	0.0	103.4	64	-61.6
LIZ-691	LFL-69	14.84	14.81	-0.2	0.01	0.01	0.0	19.9	19.6	-1.5
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6</b>										
INC-691	INC-69D	-	45.03	N/A	-	0.02	N/A	-	59.4	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
<b>LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2</b>										
GNO-692	GNG-694	38.85	38.86	0.0	0.14	0.14	0.0	58.3	58.7	0.7
CVI-69	OKM-69D	2.21	2.21	0.0	0	0	0.0	3.9	3.9	0.0

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XIX. **Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 1 EHD Med**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
<b>LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 2</b>										
GNO-692	APA-692	22.99	35.42	35.1	0.02	0.03	33.3	36.6	54.2	32.5
ZAP-691	INC-691	18.92	31.11	39.2	0.03	0.07	57.1	33.7	53.5	37.0
<b>LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2</b>										
CEN-69	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-18.89	-18.88	-0.1	0.03	0.02	-50.0	37.5	25.5	-47.1
<b>LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 3</b>										
GNO-691	APA-691	39.06	39	-0.2	0.05	0.05	0.0	63	62.8	-0.3
MIN-691	INC-693	33.12	33.05	-0.2	0.09	0.09	0.0	60.7	60.6	-0.2
<b>LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3</b>										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-33.02	-32.97	-0.2	0.1	0.06	-66.7	67.4	45.6	-47.8
<b>LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 6</b>										
GNO-691	GG6-693	30.75	30.75	0.0	0.01	0.01	0.0	41.1	41	-0.2
GRA-69	INC-692	18.17	18.17	0.0	0.02	0.02	0.0	24.6	24.6	0.0
<b>LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS</b>										
INC-692	SJD-69	18.15	18.15	0.0	0.04	0.04	0.0	42	42	0.0
<b>LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO</b>										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
<b>LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5</b>										
CEN-69	HIP-69	2.69	-	N/A	0.01	-	N/A	14.8	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
<b>LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6</b>										
CEN-69	CEN-692	64.7	39.8	-62.6	0	0	0.0	101.4	61.8	-64.1
LIZ-691	LFL-69	13.42	13.39	-0.2	0.01	0.01	0.0	18.2	17.9	-1.7
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6</b>										
INC-691	INC-69D	-	28.18	N/A	-	0.01	N/A	-	39.9	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
<b>LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2</b>										
GNO-692	GNG-694	37.53	37.52	0.0	0.14	0.14	0.0	56.7	56.8	0.2
CVI-69	OKM-69D	1.75	1.75	0.0	0	0	0.0	3	3	0.0

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XX. **Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 1 EHD Min**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
<b>LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 2</b>										
GNO-692	APA-692	8.57	6.3	-36.0	0	0	0.0	12.7	9.5	-33.7
ZAP-691	INC-691	6.65	4.4	-51.1	0	0	0.0	11.1	7.5	-48.0
<b>LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2</b>										
CEN-69	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-6.65	-6.65	0.0	0	0	0.0	12.3	8.3	-48.2
<b>LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 3</b>										
GNO-691	APA-691	12.49	12.48	-0.1	0	0	0.0	18.6	18.6	0.0
MIN-691	INC-693	10.47	10.46	-0.1	0.01	0.01	0.0	17.5	17.5	0.0
<b>LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3</b>										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-10.46	-10.45	-0.1	0.01	0	N/A	19.5	13.2	-47.7
<b>LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUATEMALA 6</b>										
GNO-691	GG6-693	13.4	13.41	0.1	0	0	0.0	16.8	16.8	0.0
GRA-69	INC-692	6.77	6.77	0.0	0	0	0.0	8.5	8.5	0.0
<b>LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS</b>										
INC-692	SJD-69	6.77	6.77	0.0	0	0	0.0	14.6	14.6	0.0
<b>LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO</b>										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
<b>LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5</b>										
CEN-69	HIP-69	-20.54	-	N/A	0.04	-	N/A	31.7	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
<b>LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6</b>										
CEN-69	CEN-692	28.9	16.97	-70.3	0	0	0.0	42.9	25.2	-70.2
LIZ-691	LFL-69	4.2	4.2	0.0	0	0	0.0	5.3	5.3	0.0
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6</b>										
INC-691	INC-69D	-	-9.13	N/A	-	0	N/A	-	13.8	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
<b>LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2</b>										
GNO-692	GNG-694	14.07	14.07	0.0	0.02	0.02	0.0	21	21	0.0
CVI-69	OKM-69D	0.36	0.36	0.0	0	0	0.0	0.6	0.6	0.0

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

En general, no se observa ninguna anomalía en época húmeda, con la inclusión de la primera fase de proyecto, en las líneas monitoreadas en el área de influencia eléctrica.

### **4.3. Resultados del año 2 del proyecto, fase 2: 2016**

Las tablas que muestran los resultados de flujo de carga, de la fase 2 y última para el 2016 del proyecto, tanto para época seca como para época húmeda, se muestran en el apéndice A y B respectivamente. En esta sección se presenta en tablas de resultados únicamente un resumen de los flujos de potencia [MW] para ejemplificar la situación en las líneas de transmisión con la inclusión de la segunda fase del proyecto. Es importante recordar que los casos base de la fase 2 son conformados por los casos proyecto de la fase 1 proyectada a un año posterior.

#### **4.3.1. Época seca: marzo de 2016**

Las tablas XXI, XXII y XXIII muestran en resumen los valores de flujos de potencia en las líneas monitoreadas, en horas de demanda máxima, media y mínima, respectivamente.

En las tablas se observa el flujo de potencia que es demandado por la subestación Incienso, a través de la nueva línea de 230 kV Guatemala Sur – Incienso. Con la inclusión del proyecto se puede observar que el flujo de potencia que es transportado por las líneas Guatemala Norte – Guatemala 2, 3 y 6, disminuye considerablemente, por consiguiente se logra una disminución considerable en el factor de utilización, esto para las tres demandas, tal como era esperado.

Para el caso de la línea Incienso – Guatemala 6, se observa en los tramos de línea monitoreados un mínimo decremento en ellos, y por consiguiente se obtiene una disminución considerable en el factor de utilización, esto para las tres demandas, lo cual es debido a que en el caso de proyecto el flujo de potencia parte de la barra 1 de la subestación Incienso, hasta la barra de la subestación Montserrat, ya que el tramo de línea que sale de esta última y se dirige hacia la derivación de la subestación Minerva se encuentra normalmente abierto.

El flujo de potencia que se deja de transportar por la línea Incienso – Guatemala 6 en caso proyecto, es transportado por la línea Incienso – Minerva, se puede observar que el flujo parte de la barra 2 de la subestación Incienso hasta la subestación Minerva, el flujo restante demandado por dicha subestación es aportado desde la generadora Las Vacas, como se puede observar en las tablas.

Para el caso de las líneas Centro – Guatemala 2 y 3, se puede observar que en caso base el flujo de potencia es transportado en dirección de la subestación Incienso hacia la subestación Centro, pero en el caso proyecto, con la nueva configuración de red, la primera línea es renombrada como Incienso – Guatemala 2, transportando el flujo de la misma manera, desde la barra 1 de la subestación Incienso hasta la subestación La Castellana; para la segunda se puede observar que en caso proyecto esta línea es renombrada como Incienso – Guatemala 3, considerando solamente los tramos de línea entre las barras 12091 (INC-691) y 12095 (KAM-69), simulando normalmente abierto el último tramo que conecta a la barra 12095 (KAM-69), transportando el flujo desde la barra 1 de la subestación Incienso hasta la subestación El Sitio, dejando de alimentar con la nueva configuración de red a la subestación Kaminal.



Al renombrarse parte de la línea Centro – Guatemala 2 en caso proyecto, con la nueva configuración de red, esta transportará flujo de potencia desde la barra 1204 (CEN-69) hasta la barra 12089 (HIP-69), alimentado en su recorrido a la subestación Kaminal y al gran usuario Híper Paiz, incrementado su factor de utilización, pero manteniendo valores normales y aceptables, esto para las tres demandas.

En tablas se puede observar que con la inclusión del proyecto, la nueva línea Incienso – Ciudad Vieja, transporta flujo de potencia a partir de la barra 1 de la subestación Incienso hasta la barra 12267 (OKM-69D), para alimentar la subestación Ciudad Vieja y el gran usuario Oakland Mall, y por otro lado en la línea Incienso – San Juan de Dios se incrementa el flujo, debido a la construcción del tramo de línea que conecta a la subestación San Juan de Dios con la subestación Gerona, pero manteniendo valores de factor de utilización normales y aceptables, esto para las tres demandas; por lo anterior se refleja que el flujo transportado por la línea Guatemala Norte – Guadalupe 2 disminuye considerablemente, debido a que la línea deja de alimentar a las subestaciones Gerona y Ciudad Vieja, y al gran usuario Oakland Mall.

En general, no se observa ninguna anomalía en época seca, con la inclusión de la segunda fase de proyecto, en las líneas monitoreadas en el área de influencia eléctrica.

Tabla XXI. Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 230 y 69 kV monitoreadas año 2 ESD Max

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	133.16	N/A	-	0.38	N/A	-	32.2	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	50.02	47.4	-5.5	0.03	0.02	-50.0	65.9	61.7	-6.8
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	2.48	N/A	-	0	N/A	-	11.8	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-34.8	N/A	-	0.64	N/A	-	51.9	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	11.38	N/A	-	0.01	N/A	-	14.6	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	21.08	N/A	-	0.02	N/A	-	27.3	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	18.44	100.0	0	0.01	100.0	0	23.6	100.0
CVI-692	OKM-69D	-	2.34	N/A	-	0	N/A	-	4.1	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	22.32	32.01	30.3	0.05	0.05	0.0	49.7	41.3	-20.3
GER-69	GER-691	-	9.68	N/A	-	0	N/A	-	12.6	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	41.41	43.23	4.2	0	0	0.0	63.5	66.4	4.4
LIZ-691	LFL-69	15.73	15.72	-0.1	0.01	0.01	0.0	20.6	20.6	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	34.75	0	N/A	0.07	0	N/A	45.5	0.1	-45400.0
CG5-694	INC-691	33.93	-	N/A	0.13	-	N/A	44.6	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-35.97	-	N/A	0.06	-	N/A	47.3	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	15.58	N/A	-	0.02	N/A	-	20	N/A
CG2-69D	INC-691	-11.38	-	N/A	0.01	-	N/A	14.6	-	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.74	N/A	-	0	N/A	-	3.3	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	44.41	21.57	-105.9	0.01	0	N/A	56.5	27.3	-107.0
GRA-69	INC-692	22.35	-	N/A	0.03	-	N/A	29.1	-	N/A

Continuación de la tabla XXI.

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	46.83	10.11	-363.2	0.06	0	N/A	72	15.5	-364.5
MIN-691	INC-693	36.07	-	N/A	0.1	-	N/A	62.9	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	36.45	8.49	-329.3	0.04	0	N/A	55.8	13.3	-319.5
ZAP-691	INC-691	27.64	-	N/A	0.05	-	N/A	47.5	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	40.9	12.28	-233.1	0.16	0.01	-1500.0	61.5	18.3	-236.1
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	2.34	-	N/A	0	-	N/A	4.1	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXII. **Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 ESD Med**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	120.75	N/A	-	0.36	N/A	-	31.3	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	30.14	44.48	32.2	0.01	0.02	50.0	42.3	58.8	28.1
CQU-69	LVA-69	-	-34.8	N/A	-	0.63	N/A	-	51.4	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	19.61	N/A	-	0.02	N/A	-	26.1	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	22.38	N/A	-	0.02	N/A	-	29.8	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	20.79	100.0	0	0.02	100.0	0	26.2	100.0
CVI-692	OKM-69D	-	1.81	N/A	-	0	N/A	-	3.1	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	18.75	27.18	31.0	0.04	0.04	0.0	43.7	36.3	-20.4
GER-69	GER-691	-	8.43	N/A	-	0	N/A	-	11.2	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	37.6	38.78	3.0	0	0	0.0	59.3	61.5	3.6
LIZ-691	LFL-69	13.88	13.88	0.0	0.01	0.01	0.0	18.7	18.8	0.5

Continuación de la tabla XXII.

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	24.73	0	N/A	0.04	0	N/A	34.8	0.1	-34700.0
CG5-694	INC-691	24.18	-	N/A	0.07	-	N/A	34.2	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-34.04	-	N/A	0.06	-	N/A	47.5	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	12.11	N/A	-	0.01	N/A	-	16.6	N/A
CG2-69D	INC-691	-19.62	-	N/A	0.02	-	N/A	26.6	-	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.51	N/A	-	0	N/A	-	2.4	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	31.8	12.71	-150.2	0.01	0	N/A	42.7	17	-151.2
GRA-69	INC-692	18.77	-	N/A	0.02	-	N/A	25.6	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	40.31	5.57	-623.7	0.05	0	N/A	65.4	8.8	-643.2
MIN-691	INC-693	34.14	-	N/A	0.1	-	N/A	63.1	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	30.05	4.04	-643.8	0.03	0	N/A	48	6.6	-627.3
ZAP-691	INC-691	25.71	-	N/A	0.05	-	N/A	46.2	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	38.56	8.85	-335.7	0.14	0.01	-1300.0	58.6	13.6	-330.9
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	1.81	-	N/A	0	-	N/A	3.2	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXIII. **Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 ESD Min**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	55.14	N/A	-	0.06	N/A	-	12.3	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	23.67	20.31	-16.5	0.01	0	N/A	29.4	25.7	-14.4
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	3.33	N/A	-	0	N/A	-	5.1	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-5.48	N/A	-	0.02	N/A	-	9	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	6.73	N/A	-	0	N/A	-	8.5	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

Continuación de la tabla XXIII.

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	6.72	N/A	-	0	N/A	-	8.5	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	7.63	100.0	0	0	0.0	0	9.8	100.0
CVI-692	OKM-69D	-	0.39	N/A	-	0	N/A	-	0.7	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	7.4	10.37	28.6	0.01	0	N/A	15.9	13	-22.3
GER-69	GER-691	-	2.97	N/A	-	0	N/A	-	3.7	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	15.73	17.3	9.1	0	0	0.0	23.2	25.5	9.0
LIZ-691	LFL-69	4.6	4.6	0.0	0	0	0.0	5.7	5.7	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	21.02	0	N/A	0.02	0	N/A	26.1	0.1	-26000.0
CG5-694	INC-691	20.78	-	N/A	0.04	-	N/A	25.8	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-11.43	-	N/A	0.01	-	N/A	14.3	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	4.92	N/A	-	0	N/A	-	6.1	N/A
CG2-69D	INC-691	-6.73	-	N/A	0	-	N/A	8.4	-	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.22	N/A	-	0	N/A	-	1	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	14.66	7.21	-103.3	0	0	0.0	18.3	8.9	-105.6
GRA-69	INC-692	7.4	-	N/A	0	-	N/A	9.3	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	13.65	2.16	-531.9	0.01	0	N/A	20.3	3.2	-534.4
MIN-691	INC-693	11.44	-	N/A	0.01	-	N/A	19.1	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	11.78	2.07	-469.1	0	0	0.0	17.4	3.1	-461.3
ZAP-691	INC-691	9.67	-	N/A	0.01	-	N/A	16	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	14.8	4.14	-257.5	0.02	0	N/A	22	6.1	-260.7
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0.4	-	N/A	0	-	N/A	0.7	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

En relación a los resultados que se muestran en las tablas en el apéndice A se puede comentar lo siguiente:

Las tablas de resultados de flujo de potencia reactiva asociada a las líneas monitoreadas, con las respectivas pérdidas en potencia reactiva, de la época seca para la fase 2 del proyecto, en horas de demanda máxima, media y mínima, respectivamente, demuestran que son válidos los comentarios respecto al comportamiento de la potencia activa por los tramos monitoreados. Las tablas correspondientes a las barras, muestran que no existen anomalías (sino mejoras) en los niveles de voltaje [p.u.] de las barras monitoreadas en el área de influencia por causa del proyecto, esto para las tres demandas, en dichas tablas también se presentan los ángulos asociados al nivel de voltaje de las barras en estudio para ambos casos.

En cuanto a las tablas de transformadores monitoreados, estas muestran la carga en los mismos y su respectivo factor de utilización, en horas de demanda máxima, media y mínima, respectivamente. En términos generales el factor de utilización varía en un mínimo porcentaje para el caso de los transformadores GSU 230/69 (1), (2) y (3), donde se observa un mínimo decremento de potencia activa. En cuanto a los transformadores GNO 230/69 (1), (2) y (3), el decremento de potencia activa es mayor, por ende su factor de utilización disminuye considerablemente, esto debido a que la demanda ahora es cubierta directamente por los transformadores de la subestación Incienso, esto para las tres demandas.

En general no se presentan anomalías en los transformadores del área de influencia en época seca, con la incorporación de la segunda fase del proyecto.

Por otro lado, se muestran las tablas con las pérdidas totales del SNI y del área de influencia del proyecto (zona 2), respectivamente sin el proyecto y con el proyecto, así como el ahorro de pérdidas que se genera en el sistema con la inclusión del proyecto, el cual lo produce la zona 2, que está constituida por la red de TRELEC. Para el caso de la época seca se logra un ahorro de 3,022 MW en el S.N.I, y 2,526 MW en la zona 2, ambos en horas de demanda máxima.

#### **4.3.2. Época húmeda: septiembre de 2016**

Las tablas XXIV, XXV y XXVI muestran en resumen los valores de flujos de potencia en las líneas monitoreadas, en horas de demanda máxima, media y mínima, respectivamente. En las tablas se observa el flujo de potencia que es demandado por la subestación Incienso, a través de la nueva línea de 230 kV Guatemala Sur – Incienso. Con la inclusión del proyecto se puede observar que el flujo de potencia que es transportado por las líneas Guatemala Norte – Guatemala 2, 3 y 6, disminuye considerablemente, por consiguiente se logra una disminución considerable en el factor de utilización, esto para las tres demandas.

Para el caso de la línea Incienso – Guatemala 6, se observa en los tramos de línea monitoreados un mínimo decremento en ellos, y por consiguiente se obtiene una disminución considerable en el factor de utilización, esto para las tres demandas, lo cual es debido a que en caso proyecto el flujo de potencia parte de la barra 1 de la subestación Incienso hasta la barra de la subestación Montserrat, ya que el tramo de línea que sale de esta última y se dirige hacia la derivación de la subestación Minerva se encuentra normalmente abierto.

El flujo de potencia que se deja de transportar por la línea Incienso – Guatemala 6 en caso proyecto, es transportado por la línea Incienso – Minerva, se puede observar que el flujo parte de la barra 2 de la subestación Incienso hasta la subestación Minerva, el flujo restante demandado por dicha subestación es aportado desde la generadora Las Vacas, como se puede observar en las tablas.

Para el caso de las líneas Centro – Guatemala 2 y 3, se puede observar que en caso base el flujo de potencia es transportado en dirección de la subestación Incienso hacia la subestación Centro, pero en el caso proyecto, con la nueva configuración de red, la primera línea es renombrada como Incienso – Guatemala 2, transportando el flujo de la misma manera, desde la barra 1 de la subestación Incienso hasta la subestación La Castellana; para la segunda se puede observar que en caso proyecto esta línea es renombrada como Incienso – Guatemala 3, considerando solamente los tramos de línea entre las barras 12091 (INC-691) y 12095 (KAM-69), simulando normalmente abierto el último tramo que conecta a la barra 12095 (KAM-69), transportando el flujo desde la barra 1 de la subestación Incienso hasta la subestación El Sitio, dejando de alimentar con la nueva configuración de red a la subestación Kaminal.

Al renombrarse parte de la línea Centro – Guatemala 2 en caso proyecto, con la nueva configuración de red, esta transportará flujo de potencia desde la barra 1204 (CEN-69) hasta la barra 12089 (HIP-69), alimentado en su recorrido a la subestación Kaminal y al gran usuario Híper Paiz, incrementado su factor de utilización, pero manteniendo valores normales y aceptables, esto para las tres demandas.



En tablas se puede observar que con la inclusión del proyecto, la nueva línea Incienso – Ciudad Vieja, transporta flujo de potencia a partir de la barra 1 de la subestación Incienso hasta la barra 12267 (OKM-69D), para alimentar la subestación Ciudad Vieja y el gran usuario Oakland Mall, y por otro lado en la línea Incienso – San Juan de Dios se incrementa el flujo, debido a la construcción del tramo de línea que conecta a la subestación San Juan de Dios con la subestación Gerona, pero manteniendo valores de factor de utilización normales y aceptables, esto para las tres demandas; por lo anterior se refleja que el flujo transportado por la línea Guatemala Norte – Guadalupe 2 disminuye considerablemente, debido a la línea deja de alimentar a las subestaciones Gerona y Ciudad Vieja, y al gran usuario Oakland Mall.

En general, no se observa ninguna anomalía en época húmeda, con la inclusión de la segunda fase de proyecto, en las líneas monitoreadas en el área de influencia eléctrica.

**Tabla XXIV. Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 EHD Max**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	134.97	N/A	-	0.4	N/A	-	33	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	50.6	48.18	-5.0	0.03	0.02	-50.0	66.8	62.7	-6.5
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	2.26	N/A	-	0	N/A	-	8.8	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-35.4	N/A	-	0.68	N/A	-	53.4	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	11.68	N/A	-	0.01	N/A	-	15	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	21.28	N/A	-	0.02	N/A	-	27.5	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

Continuación de la tabla XXIV.

LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	18.86	100.0	0	0.02	100.0	0	24.1	100.0
CVI-692	OKM-69D	-	2.36	N/A	-	0	N/A	-	4.2	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	22.52	32.31	30.3	0.05	0.05	0.0	49.7	42.2	-17.8
GER-69	GER-691	-	9.78	N/A	-	0	N/A	-	12.9	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	43.03	44.46	3.2	0	0	0.0	67.2	69.2	2.9
LIZ-691	LFL-69	15.93	15.93	0.0	0.02	0.02	0.0	21.3	21.3	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	30.44	0	N/A	0.05	0	N/A	39.2	0.1	-39100.0
CG5-694	INC-691	29.64	-	N/A	0.09	-	N/A	38.3	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-36.29	-	N/A	0.06	-	N/A	47.3	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	15.73	N/A	-	0.02	N/A	-	20.5	N/A
CG2-69D	INC-691	-11.68	-	N/A	0.01	-	N/A	15.1	-	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.74	N/A	-	0	N/A	-	3.4	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	44.79	21.78	-105.6	0.01	0	N/A	56.5	27.5	-105.5
GRA-69	INC-692	22.55	-	N/A	0.03	-	N/A	29.1	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	47.25	10.21	-362.8	0.06	0	N/A	71.9	15.6	-360.9
MIN-691	INC-693	36.4	-	N/A	0.1	-	N/A	62.9	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	41.85	8.57	-388.3	0.05	0	N/A	65.7	13.5	-386.7
ZAP-691	INC-691	32.81	-	N/A	0.08	-	N/A	58.2	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	41.54	12.4	-235.0	0.17	0.01	-1600.0	62.7	18.5	-238.9
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	2.36	-	N/A	0	-	N/A	4.2	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXV. Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 EHD Med

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	126.32	N/A	-	0.41	N/A	-	33.3	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	32.49	46.13	29.6	0.01	0.02	50.0	45.3	61.4	26.2
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	-13.4	N/A	-	0.01	N/A	-	18	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-34.81	N/A	-	0.63	N/A	-	51.6	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	20.16	N/A	-	0.02	N/A	-	27.1	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	23.16	N/A	-	0.03	N/A	-	31.1	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	21.73	100.0	0	0.02	100.0	0	27.5	100.0
CVI-692	OKM-69D	-	1.87	N/A	-	0	N/A	-	3.2	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	19.39	28.12	31.0	0.04	0.04	0.0	44.9	37.7	-19.1
GER-69	GER-691	-	8.73	N/A	-	0	N/A	-	11.6	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	38.33	39.33	2.5	0	0	0.0	60.8	62.4	2.6
LIZ-691	LFL-69	14.4	14.39	-0.1	0.01	0.01	0.0	19.5	19.4	-0.5
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	23.75	0	N/A	0.04	0	N/A	35.2	0.1	-35100.0
CG5-694	INC-691	23.18	-	N/A	0.08	-	N/A	34.5	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-35.22	-	N/A	0.07	-	N/A	48.9	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	12.53	N/A	-	0.01	N/A	-	17	N/A
CG2-69D	INC-691	-20.17	-	N/A	0.02	-	N/A	27.6	-	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.53	N/A	-	0	N/A	-	2.5	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	32.92	13.16	-150.2	0.01	0	N/A	44	17.5	-151.4
GRA-69	INC-692	19.41	-	N/A	0.02	-	N/A	26.3	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	41.72	5.76	-624.3	0.06	0	N/A	67.4	9.1	-640.7
MIN-691	INC-693	35.32	-	N/A	0.1	-	N/A	65	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

Continuación de la tabla XXV.

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	34.17	4.18	-717.5	0.03	0	N/A	53.3	6.9	-672.5
ZAP-691	INC-691	29.62	-	N/A	0.07	-	N/A	51.9	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	40.13	9.16	-338.1	0.16	0.01	-1500.0	61.2	14.1	-334.0
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	1.87	-	N/A	0	-	N/A	3.3	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXVI. **Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 EHD Min**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	24.69	N/A	-	0.01	N/A	-	6	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	-7.35	20.04	136.7	0	0	0.0	12.2	25.6	52.3
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	-27.22	N/A	-	0.04	N/A	-	34.7	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-36.8	N/A	-	0.69	N/A	-	53.9	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	7.1	N/A	-	0	N/A	-	9.1	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	6.56	N/A	-	0	N/A	-	8.4	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	8.02	100.0	0	0	0.0	0	10.4	100.0
CVI-692	OKM-69D	-	0.39	N/A	-	0	N/A	-	0.7	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	7.23	10.14	28.7	0.01	0	N/A	15.7	12.8	-22.7
GER-69	GER-691	-	2.9	N/A	-	0	N/A	-	3.7	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	18.01	16.93	-6.4	0	0	0.0	26.6	25.3	-5.1
LIZ-691	LFL-69	4.49	4.49	0.0	0	0	0.0	5.6	5.7	1.8

Continuación de la tabla XXVI.

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	-5.66	0	N/A	0.01	0	N/A	14.8	0.1	-14700.0
CG5-694	INC-691	-5.88	-	N/A	0.01	-	N/A	15	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-11.17	-	N/A	0.01	-	N/A	14.2	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	4.81	N/A	-	0	N/A	-	6	N/A
CG2-69D	INC-691	-7.1	-	N/A	0	-	N/A	8.9	-	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.21	N/A	-	0	N/A	0.9	1	10.0
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	14.32	7.04	-103.4	0	0	0.0	18	8.8	-104.5
GRA-69	INC-692	7.23	-	N/A	0	-	N/A	9.2	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	13.33	2.11	-531.8	0	0	0.0	20	3.2	-525.0
MIN-691	INC-693	11.17	-	N/A	0.01	-	N/A	18.8	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	7.68	2.03	-278.3	0	0	0.0	12.5	3	-316.7
ZAP-691	INC-691	5.63	-	N/A	0	-	N/A	11.1	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	15.03	4.05	-271.1	0.02	0	N/A	22.6	6	-276.7
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0.39	-	N/A	0	-	N/A	0.7	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

En relación a los resultados que se muestran en las tablas en el apéndice B, se puede comentar lo siguiente:

Las tablas de resultados de flujo de potencia reactiva asociada a las líneas monitoreadas, con las respectivas pérdidas en potencia reactiva, de la época húmeda para la fase 2 del proyecto, en horas de demanda máxima, media y mínima, respectivamente, demuestran que son válidos los comentarios respecto al comportamiento de la potencia activa por los tramos monitoreados.

Las tablas correspondientes a las barras, muestran que no existen anomalías (sino mejoras) en los niveles de voltaje [p.u.] de las barras monitoreadas en el área de influencia por causa del proyecto, esto para las tres demandas, en dichas tablas también se presentan los ángulos asociados al nivel de voltaje de las barras en estudio para ambos casos.

En cuanto a las tablas de transformadores monitoreados, estas muestran la carga en los mismos y su respectivo factor de utilización, en horas de demanda máxima, media y mínima, respectivamente. En términos generales el factor de utilización varía en un mínimo porcentaje para el caso de los transformadores GSU 230/69 (1), (2) y (3), se observa un mínimo decremento de potencia activa; en cuanto a los transformadores GNO 230/69 (1), (2) y (3), el decremento de potencia activa es mayor, por ende su factor de utilización disminuye considerablemente, esto debido a que la demanda ahora es cubierta directamente por los transformadores de la subestación Incienso, esto para las tres demandas.

En general no se presentan anomalías en los transformadores del área de influencia en época húmeda, con la incorporación de la segunda fase del proyecto.

Por otro lado, se muestran las tablas con las pérdidas totales del SNI y del área de influencia del proyecto (zona 2), respectivamente sin el proyecto y con el proyecto, así como el ahorro de pérdidas que se genera en el sistema con la inclusión del proyecto, el cual lo produce la zona 2, que está constituida por la red de TRELEC. Para el caso de la época seca se logra un ahorro de 2,988 MW en el SNI, y 2,542 MW en la zona 2, ambos en horas de demanda máxima.

#### **4.4. Análisis de corto circuito**

En este estudio se presentan los niveles de corto circuito en los nodos del área de influencia del proyecto, obtenidos de la simulación del proyecto ampliación Incienso 230/69 kV y readecuación de líneas y subestaciones de 69 kV en el área de influencia eléctrica; esto considerando la base de datos de la red proporcionada por el AMM y la CNEE y los escenarios con y sin proyecto para época seca y época húmeda, para el año estacional 2014-2015, como se establece en las Normas para la elaboración de los Estudios de Acceso y Uso de la Capacidad de Transporte (NTAUCT).

Las tablas permiten observar que la inclusión del proyecto, no repercute negativamente en los niveles máximos de corto circuito en las barras de 69 kV del área de influencia. Estos niveles de corto circuito en la red de 69 kV, son menores a los niveles que se tienen en los interruptores de las subestaciones del área, 31,5 kA. En resumen, la inclusión del proyecto, no presenta niveles de corto circuito por encima de la capacidad de la red tanto para época seca como para época húmeda.

Tabla XXVII. Niveles de corriente de corto circuito en época seca caso proyecto

Número de nodo	Nombre nodo	LLL Ia [p.u.]	LLL Ángulo [°]	LLL Ia [A]	LLL S [MVA]	LT Ia [p.u.]	LT Ángulo [°]	LT Ia [A]	LT S [MVA]
1109	GSU-231	40.76	-84.81	10232.90	4076.00	38.56	-84.41	9679.10	3855.00
1156	GSU-692	13.21	-85.72	11054.70	1321.00	12.82	-85.62	10725.60	1281.00
INC231	INC-231	27.08	-83.69	6798.60	2708.00	20.06	-83.74	5034.50	2005.00
INC232	INC-232	27.02	-83.71	6781.70	2701.00	20.02	-83.75	5025.50	2002.00
1152	GNO-691	14.17	-87.60	11858.90	1417.00	13.82	-87.34	11565.30	1382.00
1153	GNO-692	10.01	-86.86	8377.30	1001.00	9.75	-86.81	8158.30	975.00
12009	APA-69	8.82	-85.11	7382.30	882.00	8.45	-84.86	7074.30	845.00
12020	BZA-69	5.35	-77.76	4479.90	535.00	4.90	-77.12	4098.70	489.00
12132	LNI-69	8.06	-80.51	6746.00	806.00	7.41	-79.84	6204.20	741.00
12133	NOR-69	6.88	-79.66	5756.90	688.00	6.26	-79.05	5237.80	625.00
12198	ZAP-69	5.54	-74.91	4632.00	553.00	4.97	-74.19	4160.50	497.00
12025	CEM-69	7.11	-79.90	5949.80	711.00	6.48	-79.28	5424.60	648.00
12091	INC-691	8.33	-88.06	6966.20	832.00	7.52	-87.66	6290.30	751.00
12092	INC-692	9.27	-87.59	7753.60	926.00	8.42	-86.99	7042.10	841.00
1204	CEN-69	14.88	-82.54	12453.10	1488.00	13.45	-82.09	11250.90	1344.00
12027	CEN-692	14.87	-82.55	12438.70	1486.00	13.43	-82.10	11236.40	1342.00
12163	SJD-69	7.94	-85.96	6642.80	793.00	6.47	-84.70	5410.30	646.00
12057	ESI-69	6.40	-85.33	5356.00	640.00	4.88	-83.97	4087.20	488.00
12100	LCA-69	5.62	-82.95	4703.40	562.00	4.35	-81.97	3636.30	434.00
12095	KAM-69	10.73	-80.81	8975.50	1072.00	7.94	-80.08	6645.70	794.00
12089	HIP-69	9.66	-75.76	8085.10	966.00	6.99	-76.40	5848.40	698.00
12286	NAR-69	7.28	-86.34	6090.60	727.00	5.98	-85.31	5005.60	598.00
12153	ROO-69	4.83	-82.29	4041.90	483.00	3.47	-81.28	2899.70	346.00
12258	KOR-69	4.51	-78.74	3775.40	451.00	3.22	-78.58	2693.60	321.00
MIX69B	MIX-69B	6.31	-77.74	5277.80	630.00	4.56	-77.63	3817.10	456.00
12186	TIN-69	5.65	-77.59	4730.50	565.00	3.91	-77.56	3275.60	391.00
12093	IND-69	5.47	-77.12	4574.40	546.00	3.80	-77.18	3178.90	379.00
12103	LIZ-69	5.43	-77.01	4544.10	543.00	3.78	-77.09	3161.70	377.00
12102	LFL-69	4.76	-77.40	3986.40	476.00	3.12	-77.49	2609.30	311.00
12127	MON-69	4.03	-81.31	3372.50	403.00	2.70	-80.38	2261.60	270.00
12119	MIN-69	6.74	-83.71	5642.80	674.00	5.79	-82.84	4847.90	579.00
12240	SJS-69	3.20	-75.75	2681.10	320.00	2.82	-75.37	2359.00	281.00
12049	CQU-69	5.01	-81.42	4190.20	500.00	4.51	-81.11	3770.00	450.00
1249	LVA-69	3.79	-82.17	3172.30	379.00	3.79	-83.11	3172.00	379.00
12022	CDO-691	6.69	-78.07	5593.90	668.00	6.07	-77.38	5078.80	606.00
12023	CDO-692	5.59	-79.22	4681.20	559.00	5.14	-78.65	4297.20	513.00
12263	GER-691	5.72	-82.91	4786.10	571.00	4.16	-81.66	3481.40	416.00
12262	CVI-691	5.33	-83.48	4463.00	533.00	3.92	-82.27	3281.00	392.00
12267	OKM-69D	5.08	-82.96	4247.70	507.00	3.75	-81.87	3135.20	374.00

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).



Tabla XXVIII. Niveles de corriente de corto circuito en época seca caso base

Número de nodo	Nombre nodo	LLL la [p.u.]	LLL Ángulo [°]	LLL la [A]	LLLS [MVA]	LT la [p.u.]	LT Ángulo [°]	LT la [A]	LT S [MVA]
1109	GSU-231	40.60	-84.79	10192.60	4060.00	38.33	-84.40	9621.90	3833.00
1156	GSU-692	13.21	-85.72	11049.40	1320.00	12.81	-85.61	10717.90	1280.00
INC231	INC-231	-	-	-	-	-	-	-	-
INC232	INC-232	-	-	-	-	-	-	-	-
1152	GNO-691	14.21	-87.63	11889.10	1420.00	13.86	-87.36	11594.50	1385.00
1153	GNO-692	12.71	-84.18	10631.10	1270.00	11.97	-84.48	10013.70	1196.00
12009	APA-69	11.45	-82.49	9580.10	1144.00	10.58	-82.59	8854.40	1058.00
12020	BZA-69	9.75	-75.62	8155.40	974.00	8.29	-75.30	6933.70	828.00
12132	LNI-69	8.07	-80.51	6755.60	807.00	7.42	-79.84	6212.60	742.00
12133	NOR-69	6.89	-79.66	5764.10	688.00	6.27	-79.05	5243.70	626.00
12198	ZAP-69	5.54	-74.90	4636.60	554.00	4.98	-74.19	4164.20	497.00
12025	CEM-69	7.12	-79.90	5957.40	711.00	6.49	-79.28	5431.20	649.00
12091	INC-691	11.64	-79.87	9737.80	1163.00	9.27	-79.02	7753.10	926.00
12092	INC-692	4.31	-77.22	3608.20	431.00	3.60	-76.86	3010.80	359.00
1204	CEN-69	17.13	-82.25	14331.60	1712.00	15.24	-81.81	12748.10	1523.00
12027	CEN-692	17.10	-82.27	14311.80	1710.00	15.21	-81.83	12728.90	1521.00
12163	SJD-69	3.98	-76.00	3328.00	397.00	3.33	-75.69	2782.60	332.00
12057	ESI-69	4.23	-76.48	3541.60	423.00	3.38	-76.23	2830.50	338.00
12100	LCA-69	6.90	-76.88	5775.40	690.00	4.85	-76.76	4054.60	484.00
12095	KAM-69	4.14	-76.48	3467.60	414.00	3.27	-76.26	2738.10	327.00
12089	HIP-69	13.08	-77.66	10944.00	1307.00	9.95	-77.60	8324.80	994.00
12286	NAR-69	9.97	-79.27	8344.40	997.00	7.49	-78.67	6266.70	748.00
12153	ROO-69	6.58	-78.36	5502.70	657.00	4.88	-78.44	4085.40	488.00
12258	KOR-69	5.97	-74.00	4991.20	596.00	4.39	-75.03	3675.70	439.00
MIX69B	MIX-69B	6.68	-77.34	5585.90	667.00	4.75	-77.36	3974.40	474.00
12186	TIN-69	5.95	-77.24	4976.50	594.00	4.05	-77.33	3390.70	405.00
12093	IND-69	5.74	-76.75	4803.80	574.00	3.93	-76.94	3287.10	392.00
12103	LIZ-69	5.70	-76.64	4770.30	570.00	3.91	-76.85	3268.60	390.00
12102	LFL-69	4.97	-77.09	4159.70	497.00	3.20	-77.30	2681.70	320.00
12127	MON-69	5.61	-78.64	4695.80	561.00	4.28	-79.03	3583.30	428.00
12119	MIN-69	4.63	-77.63	3877.00	463.00	3.59	-78.06	3006.50	359.00
12240	SJS-69	3.11	-74.05	2602.40	311.00	2.57	-74.60	2150.60	257.00
12049	CQU-69	4.81	-78.62	4020.60	480.00	3.93	-79.26	3287.70	392.00
1249	LVA-69	3.71	-80.96	3102.90	370.00	3.60	-82.63	3011.60	359.00
12022	CDO-691	6.69	-78.07	5600.70	669.00	6.08	-77.38	5084.50	607.00
12023	CDO-692	6.32	-76.88	5285.90	631.00	5.67	-76.68	4742.90	566.00
12263	GER-691	5.05	-75.99	4221.60	504.00	4.48	-75.80	3752.30	448.00
12262	CVI-691	4.41	-75.48	3687.00	440.00	3.90	-75.30	3261.70	389.00
12267	OKM-69D	4.25	-75.37	3560.10	425.00	3.76	-75.19	3146.10	375.00

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXIX. Incremento de niveles de corriente de corto circuito en época seca

Número de nodo	Nombre nodo	LLL la [p.u.]	LLL Ángulo [°]	LLL la [A]	LLL S [MVA]	LT la [p.u.]	LT Ángulo [°]	LT la [A]	LT S [MVA]
1109	GSU-231	0.16	-0.02	40.30	16.00	0.23	-0.01	57.20	22.00
1156	GSU-692	0.00	0.00	5.30	1.00	0.01	-0.01	7.70	1.00
INC231	INC-231	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
INC232	INC-232	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1152	GNO-691	-0.04	0.03	-30.20	-3.00	-0.04	0.02	-29.20	-3.00
1153	GNO-692	-2.70	-2.68	-2253.80	-269.00	-2.22	-2.33	-1855.40	-221.00
12009	APA-69	-2.63	-2.62	-2197.80	-262.00	-2.13	-2.27	-1780.10	-213.00
12020	BZA-69	-4.40	-2.14	-3675.50	-439.00	-3.39	-1.82	-2835.00	-339.00
12132	LNI-69	-0.01	0.00	-9.60	-1.00	-0.01	0.00	-8.40	-1.00
12133	NOR-69	-0.01	0.00	-7.20	0.00	-0.01	0.00	-5.90	-1.00
12198	ZAP-69	0.00	-0.01	-4.60	-1.00	-0.01	0.00	-3.70	0.00
12025	CEM-69	-0.01	0.00	-7.60	0.00	-0.01	0.00	-6.60	-1.00
12091	INC-691	-3.31	-8.19	-2771.60	-331.00	-1.75	-8.64	-1462.80	-175.00
12092	INC-692	4.96	-10.37	4145.40	495.00	4.82	-10.13	4031.30	482.00
1204	CEN-69	-2.25	-0.29	-1878.50	-224.00	-1.79	-0.28	-1497.20	-179.00
12027	CEN-692	-2.23	-0.28	-1873.10	-224.00	-1.78	-0.27	-1492.50	-179.00
12163	SJD-69	3.96	-9.96	3314.80	396.00	3.14	-9.01	2627.70	314.00
12057	ESI-69	2.17	-8.85	1814.40	217.00	1.50	-7.74	1256.70	150.00
12100	LCA-69	-1.28	-6.07	-1072.00	-128.00	-0.50	-5.21	-418.30	-50.00
12095	KAM-69	6.59	-4.33	5507.90	658.00	4.67	-3.82	3907.60	467.00
12089	HIP-69	-3.42	1.90	-2858.90	-341.00	-2.96	1.20	-2476.40	-296.00
12286	NAR-69	-2.69	-7.07	-2253.80	-270.00	-1.51	-6.64	-1261.10	-150.00
12153	ROO-69	-1.75	-3.93	-1460.80	-174.00	-1.41	-2.84	-1185.70	-142.00
12258	KOR-69	-1.46	-4.74	-1215.80	-145.00	-1.17	-3.55	-982.10	-118.00
MIX69B	MIX-69B	-0.37	-0.40	-308.10	-37.00	-0.19	-0.27	-157.30	-18.00
12186	TIN-69	-0.30	-0.35	-246.00	-29.00	-0.14	-0.23	-115.10	-14.00
12093	IND-69	-0.27	-0.37	-229.40	-28.00	-0.13	-0.24	-108.20	-13.00
12103	LIZ-69	-0.27	-0.37	-226.20	-27.00	-0.13	-0.24	-106.90	-13.00
12102	LFL-69	-0.21	-0.31	-173.30	-21.00	-0.08	-0.19	-72.40	-9.00
12127	MON-69	-1.58	-2.67	-1323.30	-158.00	-1.58	-1.35	-1321.70	-158.00
12119	MIN-69	2.11	-6.08	1765.80	211.00	2.20	-4.78	1841.40	220.00
12240	SJS-69	0.09	-1.70	78.70	9.00	0.25	-0.77	208.40	24.00
12049	CQU-69	0.20	-2.80	169.60	20.00	0.58	-1.85	482.30	58.00
1249	LVA-69	0.08	-1.21	69.40	9.00	0.19	-0.48	160.40	20.00
12022	CDO-691	0.00	0.00	-6.80	-1.00	-0.01	0.00	-5.70	-1.00
12023	CDO-692	-0.73	-2.34	-604.70	-72.00	-0.53	-1.97	-445.70	-53.00
12263	GER-691	0.67	-6.92	564.50	67.00	-0.32	-5.86	-270.90	-32.00
12262	CVI-691	0.92	-8.00	776.00	93.00	0.02	-6.97	19.30	3.00
12267	OKM-69D	0.83	-7.59	687.60	82.00	-0.01	-6.68	-10.90	-1.00

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXX. Niveles de corriente de corto circuito en época húmeda caso proyecto

Número de nodo	Nombre nodo	LLL la [p.u.]	LLL Ángulo [°]	LLL la [A]	LLLS [MVA]	LT la [p.u.]	LT Ángulo [°]	LT la [A]	LT S [MVA]
1109	GSU-231	40.23	-84.99	10098.50	4022.00	38.26	-84.57	9603.40	3825.00
1156	GSU-692	13.10	-85.80	10959.40	1309.00	12.72	-85.68	10644.20	1272.00
INC231	INC-231	26.85	-83.82	6740.90	2685.00	19.98	-83.82	5014.50	1997.00
INC232	INC-232	26.79	-83.84	6724.20	2678.00	19.94	-83.83	5005.50	1994.00
1152	GNO-691	14.12	-87.65	11817.20	1412.00	13.79	-87.38	11541.80	1379.00
1153	GNO-692	9.99	-86.89	8359.40	999.00	9.74	-86.84	8148.80	973.00
12009	APA-69	8.81	-85.15	7368.50	880.00	8.45	-84.89	7067.30	844.00
12020	BZA-69	5.35	-77.79	4475.00	534.00	4.90	-77.13	4096.60	489.00
12132	LNI-69	8.05	-80.55	6733.00	804.00	7.41	-79.87	6197.90	740.00
12133	NOR-69	6.87	-79.70	5747.50	686.00	6.25	-79.08	5233.30	625.00
12198	ZAP-69	5.53	-74.94	4626.10	552.00	4.97	-74.21	4157.80	496.00
12025	CEM-69	7.10	-79.94	5939.70	709.00	6.48	-79.31	5419.70	647.00
12091	INC-691	8.30	-88.09	6947.50	830.00	7.51	-87.68	6280.70	750.00
12092	INC-692	9.24	-87.61	7734.00	924.00	8.40	-87.01	7031.90	840.00
1204	CEN-69	14.68	-82.67	12285.10	1468.00	13.32	-82.21	11144.10	1331.00
12027	CEN-692	14.67	-82.68	12271.10	1466.00	13.30	-82.22	11129.90	1330.00
12163	SJD-69	7.92	-85.99	6628.50	792.00	6.46	-84.72	5404.30	645.00
12057	ESI-69	6.39	-85.36	5345.00	638.00	4.88	-83.99	4083.00	487.00
12100	LCA-69	5.61	-82.98	4695.10	561.00	4.34	-81.99	3633.30	434.00
12095	KAM-69	10.62	-80.92	8888.40	1062.00	7.90	-80.16	6608.70	789.00
12089	HIP-69	9.58	-75.91	8015.90	957.00	6.96	-76.49	5820.10	695.00
12286	NAR-69	7.26	-86.37	6076.40	726.00	5.98	-85.33	4999.60	597.00
12153	ROO-69	4.82	-82.32	4035.80	482.00	3.46	-81.30	2897.80	346.00
12258	KOR-69	4.51	-78.77	3770.10	450.00	3.22	-78.60	2691.90	321.00
MIX69B	MIX-69B	6.27	-77.82	5247.90	627.00	4.55	-77.68	3805.00	454.00
12186	TIN-69	5.62	-77.67	4706.50	562.00	3.90	-77.61	3266.60	390.00
12093	IND-69	5.44	-77.19	4552.00	544.00	3.79	-77.23	3170.30	378.00
12103	LIZ-69	5.40	-77.08	4522.10	540.00	3.77	-77.14	3153.40	376.00
12102	LFL-69	4.74	-77.46	3969.40	474.00	3.11	-77.53	2603.50	311.00
12127	MON-69	4.03	-81.33	3368.20	402.00	2.70	-80.39	2260.50	270.00
12119	MIN-69	6.73	-83.73	5633.80	673.00	5.79	-82.86	4843.70	578.00
12240	SJS-69	3.20	-75.77	2679.50	320.00	2.82	-75.39	2358.30	281.00
12049	CQU-69	5.00	-81.44	4186.20	500.00	4.50	-81.12	3767.80	450.00
1249	LVA-69	3.79	-82.19	3171.00	378.00	3.79	-83.12	3171.10	378.00
12022	CDO-691	6.67	-78.11	5585.20	667.00	6.06	-77.41	5074.70	606.00
12023	CDO-692	5.59	-79.25	4675.80	558.00	5.13	-78.67	4294.60	513.00
12263	GER-691	5.71	-82.93	4778.80	571.00	4.16	-81.67	3478.90	415.00
12262	CVI-691	5.32	-83.51	4455.40	532.00	3.92	-82.29	3278.60	391.00
12267	OKM-69D	5.07	-82.99	4240.90	506.00	3.74	-81.88	3133.00	374.00

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXXI. Niveles de corriente de corto circuito en época húmeda caso base

Número de nodo	Nombre nodo	LLL la [p.u.]	LLL Ángulo [°]	LLL la [A]	LLL S [MVA]	LT la [p.u.]	LT Ángulo [°]	LT la [A]	LT S [MVA]
1109	GSU-231	40.66	-84.97	10205.80	4065.00	38.58	-84.55	9685.60	3858.00
1156	GSU-692	13.13	-85.80	10983.80	1312.00	12.75	-85.68	10665.60	1274.00
INC231	INC-231	-	-	-	-	-	-	-	-
INC232	INC-232	-	-	-	-	-	-	-	-
1152	GNO-691	14.22	-87.68	11894.90	1421.00	13.88	-87.41	11617.60	1388.00
1153	GNO-692	12.70	-84.24	10626.50	1269.00	11.98	-84.54	10023.90	1197.00
12009	APA-69	11.44	-82.54	9575.30	1144.00	10.59	-82.63	8861.70	1059.00
12020	BZA-69	9.73	-75.68	8143.50	973.00	8.29	-75.34	6933.10	828.00
12132	LNI-69	8.08	-80.54	6757.90	807.00	7.43	-79.86	6219.60	743.00
12133	NOR-69	6.89	-79.69	5765.80	689.00	6.27	-79.06	5248.80	627.00
12198	ZAP-69	5.54	-74.92	4637.80	554.00	4.98	-74.19	4167.40	498.00
12025	CEM-69	7.12	-79.93	5959.30	712.00	6.50	-79.30	5436.50	649.00
12091	INC-691	11.60	-79.94	9709.80	1160.00	9.26	-79.07	7746.60	925.00
12092	INC-692	4.31	-77.24	3608.90	431.00	3.60	-76.87	3012.50	360.00
1204	CEN-69	17.00	-82.36	14224.70	1700.00	15.18	-81.91	12699.20	1517.00
12027	CEN-692	16.98	-82.37	14205.10	1697.00	15.15	-81.92	12680.00	1515.00
12163	SJD-69	3.98	-76.01	3328.70	397.00	3.33	-75.70	2783.80	332.00
12057	ESI-69	4.23	-76.49	3542.30	423.00	3.38	-76.24	2831.90	338.00
12100	LCA-69	6.89	-76.92	5765.80	689.00	4.84	-76.78	4052.90	484.00
12095	KAM-69	4.14	-76.49	3468.30	414.00	3.27	-76.27	2739.60	327.00
12089	HIP-69	13.02	-77.76	10892.90	1301.00	9.93	-77.66	8309.70	993.00
12286	NAR-69	9.95	-79.32	8324.70	994.00	7.48	-78.70	6262.10	748.00
12153	ROO-69	6.57	-78.39	5495.40	656.00	4.88	-78.45	4083.70	488.00
12258	KOR-69	5.96	-74.04	4985.40	595.00	4.39	-75.05	3674.10	439.00
MIX69B	MIX-69B	6.66	-77.40	5570.00	665.00	4.74	-77.39	3970.00	474.00
12186	TIN-69	5.93	-77.29	4963.90	593.00	4.05	-77.36	3387.60	404.00
12093	IND-69	5.73	-76.80	4792.00	572.00	3.92	-76.97	3283.80	392.00
12103	LIZ-69	5.69	-76.69	4758.80	568.00	3.90	-76.88	3265.70	390.00
12102	LFL-69	4.96	-77.14	4150.80	496.00	3.20	-77.33	2679.70	320.00
12127	MON-69	5.61	-78.67	4691.00	560.00	4.28	-79.04	3581.90	428.00
12119	MIN-69	4.63	-77.66	3873.70	462.00	3.59	-78.08	3005.50	359.00
12240	SJS-69	3.11	-74.07	2601.10	310.00	2.57	-74.61	2150.30	256.00
12049	CQU-69	4.80	-78.65	4017.50	480.00	3.93	-79.27	3286.80	392.00
1249	LVA-69	3.71	-80.97	3101.80	370.00	3.60	-82.63	3011.00	359.00
12022	CDO-691	6.70	-78.10	5602.40	669.00	6.08	-77.40	5089.40	608.00
12023	CDO-692	6.32	-76.91	5285.20	631.00	5.67	-76.70	4745.30	567.00
12263	GER-691	5.04	-76.01	4221.20	504.00	4.49	-75.81	3753.90	448.00
12262	CVI-691	4.41	-75.50	3686.70	440.00	3.90	-75.31	3263.00	389.00
12267	OKM-69D	4.25	-75.40	3559.90	425.00	3.76	-75.21	3147.20	376.00

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXXII. Incremento de niveles de corriente de corto circuito en época húmeda

Número de nodo	Nombre nodo	LLL la [p.u.]	LLL Ángulo [°]	LLL la [A]	LLL S [MVA]	LT la [p.u.]	LT Ángulo [°]	LT la [A]	LT S [MVA]
1109	GSU-231	-0.43	-0.02	-107.30	-43.00	-0.32	-0.02	-82.20	-33.00
1156	GSU-692	-0.03	0.00	-24.40	-3.00	-0.03	0.00	-21.40	-2.00
INC231	INC-231	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
INC232	INC-232	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1152	GNO-691	-0.10	0.03	-77.70	-9.00	-0.09	0.03	-75.80	-9.00
1153	GNO-692	-2.71	-2.65	-2267.10	-270.00	-2.24	-2.30	-1875.10	-224.00
12009	APA-69	-2.63	-2.61	-2206.80	-264.00	-2.14	-2.26	-1794.40	-215.00
12020	BZA-69	-4.38	-2.11	-3668.50	-439.00	-3.39	-1.79	-2836.50	-339.00
12132	LNI-69	-0.03	-0.01	-24.90	-3.00	-0.02	-0.01	-21.70	-3.00
12133	NOR-69	-0.02	-0.01	-18.30	-3.00	-0.02	-0.02	-15.50	-2.00
12198	ZAP-69	-0.01	-0.02	-11.70	-2.00	-0.01	-0.02	-9.60	-2.00
12025	CEM-69	-0.02	-0.01	-19.60	-3.00	-0.02	-0.01	-16.80	-2.00
12091	INC-691	-3.30	-8.15	-2762.30	-330.00	-1.75	-8.61	-1465.90	-175.00
12092	INC-692	4.93	-10.37	4125.10	493.00	4.80	-10.14	4019.40	480.00
1204	CEN-69	-2.32	-0.31	-1939.60	-232.00	-1.86	-0.30	-1555.10	-186.00
12027	CEN-692	-2.31	-0.31	-1934.00	-231.00	-1.85	-0.30	-1550.10	-185.00
12163	SJD-69	3.94	-9.98	3299.80	395.00	3.13	-9.02	2620.50	313.00
12057	ESI-69	2.16	-8.87	1802.70	215.00	1.50	-7.75	1251.10	149.00
12100	LCA-69	-1.28	-6.06	-1070.70	-128.00	-0.50	-5.21	-419.60	-50.00
12095	KAM-69	6.48	-4.43	5420.10	648.00	4.63	-3.89	3869.10	462.00
12089	HIP-69	-3.44	1.85	-2877.00	-344.00	-2.97	1.17	-2489.60	-298.00
12286	NAR-69	-2.69	-7.05	-2248.30	-268.00	-1.50	-6.63	-1262.50	-151.00
12153	ROO-69	-1.75	-3.93	-1459.60	-174.00	-1.42	-2.85	-1185.90	-142.00
12258	KOR-69	-1.45	-4.73	-1215.30	-145.00	-1.17	-3.55	-982.20	-118.00
MIX69B	MIX-69B	-0.39	-0.42	-322.10	-38.00	-0.19	-0.29	-165.00	-20.00
12186	TIN-69	-0.31	-0.38	-257.40	-31.00	-0.15	-0.25	-121.00	-14.00
12093	IND-69	-0.29	-0.39	-240.00	-28.00	-0.13	-0.26	-113.50	-14.00
12103	LIZ-69	-0.29	-0.39	-236.70	-28.00	-0.13	-0.26	-112.30	-14.00
12102	LFL-69	-0.22	-0.32	-181.40	-22.00	-0.09	-0.20	-76.20	-9.00
12127	MON-69	-1.58	-2.66	-1322.80	-158.00	-1.58	-1.35	-1321.40	-158.00
12119	MIN-69	2.10	-6.07	1760.10	211.00	2.20	-4.78	1838.20	219.00
12240	SJS-69	0.09	-1.70	78.40	10.00	0.25	-0.78	208.00	25.00
12049	CQU-69	0.20	-2.79	168.70	20.00	0.57	-1.85	481.00	58.00
1249	LVA-69	0.08	-1.22	69.20	8.00	0.19	-0.49	160.10	19.00
12022	CDO-691	-0.03	-0.01	-17.20	-2.00	-0.02	-0.01	-14.70	-2.00
12023	CDO-692	-0.73	-2.34	-609.40	-73.00	-0.54	-1.97	-450.70	-54.00
12263	GER-691	0.67	-6.92	557.60	67.00	-0.33	-5.86	-275.00	-33.00
12262	CVI-691	0.91	-8.01	768.70	92.00	0.02	-6.98	15.60	2.00
12267	OKM-69D	0.82	-7.59	681.00	81.00	-0.02	-6.67	-14.20	-2.00

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

## **4.5. Análisis de contingencias**

Las tablas que muestran los resultados de flujo de carga, para el caso de contingencia de la fase 2 para el 2016 del proyecto, tanto para época seca como para época húmeda, se muestran en el apéndice C y D. En esta sección se presenta en las tablas de resultados únicamente un resumen de los flujos de potencia [MW], para ejemplificar la situación en las líneas de transmisión en caso de la contingencia definida en la segunda fase del proyecto. La contingencia consiste en:

- Contingencia (CCNTG): salida de la Línea Guatemala Sur – Incienso 230 kV (GSUINC2311).

### **4.5.1. Época seca caso de contingencia: marzo de 2016**

En condiciones de salida de la línea Guatemala Sur – Incienso 230 kV (GESGDL1), el comportamiento del flujo de potencia sufre variaciones debido a que, bajo estas condiciones de la red, todo el flujo transportado por dicha línea en condiciones normales se pierde, provocando la salida total de la carga en las líneas Incienso – Guatemala 1, 2, 3, y 6, e Incienso – Ciudad Vieja, lo que conlleva a la no convergencia del flujo de carga en esta condición, esto para horas de demanda máxima y media.

Para horas de demanda mínima si se obtiene convergencia del flujo de carga, y los resultados obtenidos con la simulación de esta condición en la red, muestran que el flujo de potencia transportado por las líneas que parten de la subestación Incienso se pierde, provocando la salida total de la carga en dichas líneas, lo cual se puede observar en las tablas de resultados.

Para el caso de las líneas de transmisión, barras, transformadores y pérdidas, en horas de demanda máxima y media, en donde no se obtiene convergencia del flujo de carga, los resultados son representados por N/A, lo que indica que no es posible saber el valor correspondiente.

**Tabla XXXIII. Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG ESD Max**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	Δ [%]
<b>LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO</b>										
GSU-231	INC-231	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6</b>										
INC-691	INC-69D	50.02	0	N/A	0.03	0	N/A	65.9	0	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - MINERVA</b>										
INC-692	GRA-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
CQU-69	LVA-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2</b>										
INC-691	CG2-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3</b>										
INC-691	CG3-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA</b>										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4</b>										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS</b>										
INC-692	SJD-69	22.32	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	49.7	N/A	N/A
GER-69	GER-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
<b>LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6</b>										
CEN-69	CEN-692	41.41	N/A	N/A	0	N/A	N/A	63.5	N/A	N/A
LIZ-691	LFL-69	15.73	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	20.6	N/A	N/A
<b>LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5</b>										
CEN-69	CG5-694	34.75	N/A	N/A	0.07	N/A	N/A	45.5	N/A	N/A
CG5-694	INC-691	33.93	N/A	N/A	0.13	N/A	N/A	44.6	N/A	N/A
<b>LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3</b>										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-35.97	-	N/A	0.06	-	N/A	47.3	-	N/A

Continuación de la tabla XXXIII.

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
CG2-69D	INC-691	-11.38	-	N/A	0.01	-	N/A	14.6	-	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	44.41	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	56.5	N/A	N/A
GRA-69	INC-692	22.35	-	N/A	0.03	-	N/A	29.1	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	46.83	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A	72	N/A	N/A
MIN-691	INC-693	36.07	-	N/A	0.1	-	N/A	62.9	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	36.45	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	55.8	N/A	N/A
ZAP-691	INC-691	27.64	-	N/A	0.05	-	N/A	47.5	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	40.9	N/A	N/A	0.16	N/A	N/A	61.5	N/A	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	2.34	-	N/A	0	-	N/A	4.1	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXXIV. Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG ESD Med

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	30.14	0	N/A	0.01	0	N/A	42.3	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	18.75	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	43.7	N/A	N/A
GER-69	GER-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A



Continuación de la tabla XXXIV.

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	37.6	N/A	N/A	0	N/A	N/A	59.3	N/A	N/A
LIZ-691	LFL-69	13.88	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	18.7	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	24.73	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	34.8	N/A	N/A
CG5-694	INC-691	24.18	N/A	N/A	0.07	N/A	N/A	34.2	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-34.04	-	N/A	0.06	-	N/A	47.5	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
CG2-69D	INC-691	-19.62	-	N/A	0.02	-	N/A	26.6	-	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	31.8	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	42.7	N/A	N/A
GRA-69	INC-692	18.77	-	N/A	0.02	-	N/A	25.6	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	40.31	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	65.4	N/A	N/A
MIN-691	INC-693	34.14	-	N/A	0.1	-	N/A	63.1	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	30.05	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	48	N/A	N/A
ZAP-691	INC-691	25.71	-	N/A	0.05	-	N/A	46.2	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	38.56	N/A	N/A	0.14	N/A	N/A	58.6	N/A	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	1.81	-	N/A	0	-	N/A	3.2	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXXV. **Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG ESD Min**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CCNTG [MW]	$\Delta$ [%]	CB [MW]	CCNTG [MW]	$\Delta$ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	$\Delta$ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	23.67	0	N/A	0.01	0	N/A	29.4	0	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	-10.39	N/A	-	0.01	N/A	-	13.1	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-19.42	N/A	-	0.2	N/A	-	28.8	N/A

Continuación de la tabla XXXV.

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	7.4	10.38	28.7	0.01	0	N/A	15.9	13.1	-21.4
GER-69	GER-691	-	2.97	N/A	-	0	N/A	-	3.8	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	15.73	17.3	9.1	0	0	0.0	23.2	25.5	9.0
LIZ-691	LFL-69	4.6	4.6	0.0	0	0	0.0	5.7	5.7	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	21.02	0	N/A	0.02	0	N/A	26.1	0.1	-26000.0
CG5-694	INC-691	20.78	-	N/A	0.04	-	N/A	25.8	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-11.43	-	N/A	0.01	-	N/A	14.3	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	4.92	N/A	-	0	N/A	-	6.1	N/A
CG2-69D	INC-691	-6.73	-	N/A	0	-	N/A	8.4	-	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.22	N/A	-	0	N/A	-	1	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	14.66	7.21	-103.3	0	0	0.0	18.3	9	-103.3
GRA-69	INC-692	7.4	-	N/A	0	-	N/A	9.3	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	13.65	2.16	-531.9	0.01	0	N/A	20.3	3.2	-534.4
MIN-691	INC-693	11.44	-	N/A	0.01	-	N/A	19.1	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	11.78	2.07	-469.1	0	0	0.0	17.4	3.1	-461.3
ZAP-691	INC-691	9.67	-	N/A	0.01	-	N/A	16	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	14.8	4.14	-257.5	0.02	0	N/A	22	6.1	-260.7
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0.4	-	N/A	0	-	N/A	0.7	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

En relación a los resultados que se muestran en las tablas en el apéndice C, se puede comentar lo siguiente:

Las tablas de resultados de flujo de potencia reactiva asociada a las líneas monitoreadas, con las respectivas pérdidas en potencia reactiva, de la época seca en caso de la contingencia definida para la fase 2 del proyecto, en horas de demanda máxima, media y mínima, respectivamente, demuestran que son válidos los comentarios respecto al comportamiento de la potencia activa por los tramos monitoreados. Las tablas correspondientes a las barras, muestran las anomalías que se presentan en los niveles de voltaje [p.u.] de las barras monitoreadas en el área de influencia, esto para las tres demandas, en dichas tablas también se presentan los ángulos asociados al nivel de voltaje de las barras en estudio para el caso base y caso contingencia.

En cuanto a las tablas de transformadores monitoreados, estas muestran la carga en los mismos y su respectivo factor de utilización, en horas de demanda máxima, media y mínima, respectivamente. En dichas tablas se puede observar la salida de los transformadores de la subestación Incienso, debido a la salida de la línea Guatemala Sur – Incienso 230 kV. En términos generales el factor de utilización en los transformadores de las subestaciones Guatemala Sur y Norte varía en un mínimo porcentaje para el caso de demanda mínima, debido a lo explicado anteriormente.

Por otro lado, se muestran las tablas con las pérdidas totales del SNI y del área de influencia del proyecto (zona 2), respectivamente en caso base y caso contingencia, así como el ahorro de pérdidas que se genera en el sistema en caso de contingencia, el cual lo produce la zona 2, que está constituida por la red de TRELEC.

#### 4.5.2. Época húmeda caso de contingencia: septiembre de 2016

En condiciones de salida de la línea Guatemala Sur – Incienso 230 kV (GESGDL1), el comportamiento del flujo de potencia sufre variaciones debido a que, bajo estas condiciones de la red, todo el flujo transportado por dicha línea en condiciones normales se pierde, provocando la salida total de la carga en las líneas Incienso – Guatemala 1, 2, 3, y 6, e Incienso – Ciudad Vieja, lo que conlleva a la no convergencia del flujo de carga en esta condición, esto para horas de demanda máxima y media.

Para horas de demanda mínima si se obtiene convergencia del flujo de carga, y los resultados obtenidos con la simulación de esta condición en la red, muestran que el flujo de potencia transportado por las líneas que parten de la subestación Incienso se pierde, provocando la salida total de la carga en dichas líneas, lo cual se puede observar en las tablas de resultados. Para el caso de las líneas de transmisión, barras, transformadores y pérdidas, en horas de demanda máxima y media, en donde no se obtiene convergencia del flujo de carga, los resultados son representados por N/A, lo que indica que no es posible saber el valor correspondiente.

Tabla XXXVI. Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG EHD Max

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	50.6	0	N/A	0.03	0	N/A	66.8	0	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
CQU-69	LVA-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

Continuación de la tabla XXXVI.

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	22.52	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	49.7	N/A	N/A
GER-69	GER-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	43.03	N/A	N/A	0	N/A	N/A	67.2	N/A	N/A
LIZ-691	LFL-69	15.93	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	21.3	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	30.44	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	39.2	N/A	N/A
CG5-694	INC-691	29.64	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A	38.3	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-36.29	-	N/A	0.06	-	N/A	47.3	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
CG2-69D	INC-691	-11.68	-	N/A	0.01	-	N/A	15.1	-	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	44.79	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	56.5	N/A	N/A
GRA-69	INC-692	22.55	-	N/A	0.03	-	N/A	29.1	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	47.25	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A	71.9	N/A	N/A
MIN-691	INC-693	36.4	-	N/A	0.1	-	N/A	62.9	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	41.85	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	65.7	N/A	N/A
ZAP-691	INC-691	32.81	-	N/A	0.08	-	N/A	58.2	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	41.54	N/A	N/A	0.17	N/A	N/A	62.7	N/A	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	2.36	-	N/A	0	-	N/A	4.2	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXXVII. Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG EHD Med

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	32.49	0	N/A	0.01	0	N/A	45.3	0	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
CQU-69	LVA-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	19.39	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	44.9	N/A	N/A
GER-69	GER-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	38.33	N/A	N/A	0	N/A	N/A	60.8	N/A	N/A
LIZ-691	LFL-69	14.4	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	19.5	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	23.75	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	35.2	N/A	N/A
CG5-694	INC-691	23.18	N/A	N/A	0.08	N/A	N/A	34.5	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-35.22	-	N/A	0.07	-	N/A	48.9	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
CG2-69D	INC-691	-20.17	-	N/A	0.02	-	N/A	27.6	-	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	32.92	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	44	N/A	N/A
GRA-69	INC-692	19.41	-	N/A	0.02	-	N/A	26.3	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	41.72	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A	67.4	N/A	N/A
MIN-691	INC-693	35.32	-	N/A	0.1	-	N/A	65	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

Continuación de la tabla XXXVII.

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	34.17	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	53.3	N/A	N/A
ZAP-691	INC-691	29.62	-	N/A	0.07	-	N/A	51.9	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	40.13	N/A	N/A	0.16	N/A	N/A	61.2	N/A	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	1.87	-	N/A	0	-	N/A	3.3	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXXVIII. Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG EHD Min

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	-7.35	0	N/A	0	0	0.0	12.2	0	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	-10.15	N/A	-	0.01	N/A	-	12.8	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-18.96	N/A	-	0.19	N/A	-	28	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	0	N/A	0	0	0.0	8.9	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	0	-	N/A	5.8	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	7.23	10.14	28.7	0.01	0	N/A	15.7	12.8	-22.7
GER-69	GER-691	-	2.9	N/A	-	0	N/A	-	3.7	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	18.01	16.93	-6.4	0	0	0.0	26.6	25.1	-6.0
LIZ-691	LFL-69	4.49	4.49	0.0	0	0	0.0	5.6	5.6	0.0

Continuación de la tabla XXXVIII.

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	-5.66	0	N/A	0.01	0	N/A	14.8	0.1	-14700.0
CG5-694	INC-691	-5.88	-	N/A	0.01	-	N/A	15	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-11.17	-	N/A	0.01	-	N/A	14.2	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	4.81	N/A	-	0	N/A	-	6	N/A
CG2-69D	INC-691	-7.1	-	N/A	0	-	N/A	8.9	-	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.21	N/A	-	0	N/A	-	0.9	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	14.32	7.04	-103.4	0	0	0.0	18	8.8	-104.5
GRA-69	INC-692	7.23	-	N/A	0	-	N/A	9.2	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	13.33	2.11	-531.8	0	0	0.0	20	3.1	-545.2
MIN-691	INC-693	11.17	-	N/A	0.01	-	N/A	18.8	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	7.68	2.02	-280.2	0	0	0.0	12.5	3	-316.7
ZAP-691	INC-691	5.63	-	N/A	0	-	N/A	11.1	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	15.03	4.04	-272.0	0.02	0	N/A	22.6	6	-276.7
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0.39	-	N/A	0	-	N/A	0.7	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

En relación con los resultados que se muestran en las tablas en el apéndice D, se puede comentar lo siguiente:

Las tablas de resultados de flujo de potencia reactiva asociada a las líneas monitoreadas, con las respectivas pérdidas en potencia reactiva, de la época húmeda en caso de la contingencia definida para la fase 2 del proyecto, en horas de demanda máxima, media y mínima, respectivamente, demuestran que son válidos los comentarios respecto al comportamiento de la potencia activa por los tramos monitoreados. Las tablas correspondientes a las barras, muestran las anomalías que se presentan en los niveles de voltaje [p.u.] de



las barras monitoreadas en el área de influencia, esto para las tres demandas, en dichas tablas también se presentan los ángulos asociados al nivel de voltaje de las barras en estudio para el caso base y caso contingencia.

En cuanto a las tablas de transformadores monitoreados, estas muestran la carga en los mismos y su respectivo factor de utilización, en horas de demanda máxima, media y mínima, respectivamente. En dichas tablas se puede observar la salida de los transformadores de la subestación Incienso, debido a la salida de la línea Guatemala Sur – Incienso 230 kV. En términos generales el factor de utilización en los transformadores de las subestaciones Guatemala Sur y Norte, varía en un mínimo porcentaje para el caso de demanda mínima, debido a lo explicado anteriormente.

Por otro lado, se muestran las tablas con las pérdidas totales del SNI y del área de influencia del proyecto (zona 2), respectivamente en caso base y caso contingencia, así como el ahorro de pérdidas que se genera en el sistema en caso de contingencia, el cual lo produce la zona 2, que está constituida por la red de TRELEC.

#### **4.6. Análisis de soluciones de contingencias**

Las tablas que muestran los resultados de flujo de carga, para la solución al caso de contingencia de la fase 2 para el 2016 del proyecto, tanto para época seca como para época húmeda, se muestran en el apéndice E y F. En esta sección se presenta en tablas de resultados únicamente un resumen de los flujos de potencia [MW] para ejemplificar la situación en las líneas de transmisión en caso de la contingencia definida y la solución propuesta.

#### **4.6.1. Época seca solución al caso de contingencia: marzo de 2016**

De acuerdo a lo analizado en el caso de contingencia para la época seca, con base en los resultados obtenidos, se plantea la siguiente posibilidad de solución:

Cerrar los interruptores de potencia de la subestación Incienso, los cuales conectan a las líneas Guatemala Norte – Guatemala 2, 3 y 6, y Centro – Guatemala 5, además de cerrar el interruptor de potencia de la subestación El Centro el cual conecta a la línea Incienso – Guatemala 3, con lo cual, el flujo de potencia que se aportaba por la línea Guatemala Sur – Incienso 230 kV en condiciones normales, ahora es transportado por las líneas indicadas anteriormente.

Los resultados obtenidos con la simulación de esta condición en la red, muestran el incremento de flujo de potencia en las líneas Guatemala Norte – Guatemala 2, 3 y 6, en comparación con el flujo que transportan en condiciones normales, pero con valores normales del factor de utilización en las mismas, y valores normales de voltaje en las barras monitoreadas, así como valores normales del factor de utilización en los transformadores de las subestaciones Guatemala Norte y Sur, esto en horas de demanda máxima, media y mínima. Lo anterior se muestra a detalle en el apéndice E.

Tabla XXXIX. Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG ESD Max

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	0	47.42	100.0	0	0.02	100.0	0	62.1	100.0
MON-692	MON-69	0	16.98	100.0	0	0.02	100.0	0	22.8	100.0
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	N/A	2.49	N/A	N/A	0	N/A	N/A	9.7	N/A
CQU-69	LVA-69	N/A	-34.8	N/A	N/A	0.65	N/A	N/A	52.3	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	0	11.38	100.0	0	0.01	100.0	0	14.7	100.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	0	-9.35	100.0	0	0.01	100.0	0	13.8	100.0
KAM-691	CEN-69	-	-30.53	N/A	-	0.06	N/A	-	40.5	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	18.45	100.0	0	0.02	100.0	0	23.8	100.0
CVI-692	OKM-69D	0	2.34	100.0	0	0	0.0	0	4.2	100.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	N/A	32.01	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	41.6	N/A
GER-69	GER-691	N/A	9.69	N/A	N/A	0	N/A	N/A	12.7	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	N/A	38.01	N/A	N/A	0	N/A	N/A	58.7	N/A
LIZ-691	LFL-69	N/A	15.76	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	20.9	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	N/A	24.73	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	33.1	N/A
CG5-694	INC-691	N/A	24.69	N/A	-	0.07	N/A	-	33.1	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	30.53	N/A	-	0.06	N/A	-	40.5	N/A
CG3-69D	INC-693	-	9.35	N/A	-	0.01	N/A	-	13.8	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	N/A	15.59	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	20.3	N/A
HIP-69D	HIP-69	N/A	0.74	N/A	N/A	0	N/A	N/A	3.4	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	N/A	33.05	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	42.9	N/A
GRA-69	INC-692	-	11.26	N/A	-	0.01	N/A	-	16.3	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	N/A	33.71	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	52.5	N/A
MIN-691	INC-692	-	23.29	N/A	-	0.04	N/A	-	41.3	N/A

Continuación de la tabla XXXIX.

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	N/A	52.65	N/A	N/A	0.07	N/A	N/A	79	N/A
ZAP-691	INC-691	-	43.42	N/A	-	0.13	N/A	-	73.7	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	N/A	12.28	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	18.5	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XL. **Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG ESD Med**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	0	44.52	100.0	0	0.02	100.0	0	60.3	100.0
MON-692	MON-69	0	15.09	100.0	0	0.02	100.0	0	21.1	100.0
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	N/A	-14.08	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	18.9	N/A
CQU-69	LVA-69	N/A	-34.8	N/A	N/A	0.63	N/A	N/A	51.5	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	0	19.62	100.0	0	0.02	100.0	0	26.8	100.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	0	-10.53	100.0	0	0.01	100.0	0	15.6	100.0
KAM-691	CEN-69	-	-33.05	N/A	-	0.08	N/A	-	45.8	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	20.8	100.0	0	0.02	100.0	0	26.8	100.0
CVI-692	OKM-69D	0	1.81	100.0	0	0	0.0	0	3.2	100.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	N/A	27.18	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	36.3	N/A
GER-69	GER-691	N/A	8.43	N/A	N/A	0	N/A	N/A	11.2	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	N/A	33.12	N/A	N/A	0	N/A	N/A	52.1	N/A
LIZ-691	LFL-69	N/A	13.88	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	18.8	N/A

Continuación de la tabla XL.

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	N/A	26.89	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	37.5	N/A
CG5-694	INC-691	N/A	26.84	N/A	-	0.09	N/A	-	37.5	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	33.05	N/A	-	0.08	N/A	-	45.8	N/A
CG3-69D	INC-693	-	10.53	N/A	-	0.01	N/A	-	15.6	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	N/A	12.11	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	16.6	N/A
HIP-69D	HIP-69	N/A	0.51	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.4	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	N/A	16.2	N/A	N/A	0	N/A	N/A	23.9	N/A
GRA-69	INC-692	-	3.44	N/A	-	0	N/A	-	8.1	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	N/A	15.34	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	27.7	N/A
MIN-691	INC-692	-	9.68	N/A	-	0.01	N/A	-	21.5	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	N/A	52.78	N/A	N/A	0.08	N/A	N/A	79.9	N/A
ZAP-691	INC-691	-	47.83	N/A	-	0.16	N/A	-	82	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	N/A	8.85	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	13.6	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XLI. **Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG ESD Min**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	0	20.31	100.0	0	0	0.0	0	25.4	100.0
MON-692	MON-69	0	6.24	100.0	0	0	0.0	0	7.9	100.0
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-10.39	3.33	412.0	0.01	0	N/A	13.1	4.4	-197.7
CQU-69	LVA-69	-19.42	-5.48	-254.4	0.2	0.02	900.0	28.8	8.4	-242.9
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	0	6.73	100.0	0	0	0.0	0	8.4	100.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

Continuación de la tabla XLI.

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	0	-8.58	100.0	0	0	0.0	0	11.7	100.0
KAM-691	CEN-69	-	-15.32	N/A	-	0.01	N/A	-	19.8	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	7.63	100.0	0	0	0.0	0	9.7	100.0
CVI-692	OKM-69D	0	0.4	100.0	0	0	0.0	0	0.7	100.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	10.38	10.38	0.0	0	0	0.0	13.1	13	-0.8
GER-69	GER-691	2.97	2.98	0.3	0	0	0.0	3.8	3.7	-2.7
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	17.3	14.55	-18.9	0	0	0.0	25.5	21.5	-18.6
LIZ-691	LFL-69	4.6	4.6	0.0	0	0	0.0	5.7	5.7	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	0	13.48	100.0	0	0.01	100.0	0.1	17.5	99.4
CG5-694	INC-691	-	13.47	N/A	-	0.02	N/A	-	17.6	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	15.32	N/A	-	0.01	N/A	-	19.8	N/A
CG3-69D	INC-693	-	8.58	N/A	0	0	0.0	0	11.7	100.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	4.92	4.92	0.0	0	0	0.0	6.1	6.1	0.0
HIP-69D	HIP-69	0.22	0.22	0.0	0	0	0.0	1	1	0.0
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	7.21	11.69	38.3	0	0	0.0	9	14.5	37.9
GRA-69	INC-692	-	4.45	N/A	-	0	N/A	-	5.5	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	2.16	11.45	81.1	0	0	0.0	3.2	16.9	81.1
MIN-691	INC-692	-	9.26	N/A	-	0.01	N/A	-	15.3	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	2.07	14.79	86.0	0	0.01	100.0	3.1	22.7	86.3
ZAP-691	INC-691	-	12.65	N/A	-	0.01	N/A	-	22.1	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	4.14	4.14	0.0	0	0	0.0	6.1	6.1	0.0
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

#### **4.6.2. Época húmeda solución al caso de contingencia: septiembre de 2016**

De acuerdo a lo analizado en el caso de contingencia para la época húmeda, con base en los resultados obtenidos, se plantea la siguiente posibilidad de solución:

Cerrar los interruptores de potencia de la subestación Incienso, los cuales conectan a las líneas Guatemala Norte – Guatemala 2, 3 y 6, y Centro – Guatemala 5, además de cerrar el interruptor de potencia de la subestación El Centro el cual conecta a la línea Incienso – Guatemala 3, con lo cual, el flujo de potencia transportado por la línea Guatemala Sur – Incienso 230 kV en condiciones normales, ahora es transportado por las líneas indicadas anteriormente.

Los resultados obtenidos con la simulación de esta condición en la red, muestran el incremento de flujo de potencia en las líneas Guatemala Norte – Guatemala 2, 3 y 6, en comparación con el flujo que transportan en condiciones normales, pero con valores normales del factor de utilización en las mismas, y valores normales de voltaje en las barras monitoreadas, así como valores normales del factor de utilización en los transformadores de las subestaciones Guatemala Norte y Sur, esto en horas de demanda máxima, media y mínima. Lo anterior se muestra a detalle en el apéndice F.

Tabla XLII. Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG EHD Max

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	0	48.19	100.0	0	0.02	100.0	0	63.4	100.0
MON-692	MON-69	0	17.14	100.0	0	0.02	100.0	0	23.1	100.0
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	N/A	2.25	N/A	N/A	0	N/A	N/A	11.6	N/A
CQU-69	LVA-69	N/A	-35.4	N/A	N/A	0.66	N/A	N/A	52.9	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	0	11.68	100.0	0	0.01	100.0	0	15.1	100.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	0	-6.92	100.0	0	0	0.0	0	9.5	100.0
KAM-691	CEN-69	-	-28.27	N/A	-	0.05	N/A	-	37	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	18.86	100.0	0	0.02	100.0	0	24.4	100.0
CVI-692	OKM-69D	0	2.36	100.0	0	0	0.0	0	4.2	100.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	N/A	32.3	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	41.7	N/A
GER-69	GER-691	N/A	9.77	N/A	N/A	0	N/A	N/A	12.7	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	N/A	39.59	N/A	N/A	0	N/A	N/A	61.6	N/A
LIZ-691	LFL-69	N/A	15.93	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	21.3	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	N/A	22.43	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	29.5	N/A
CG5-694	INC-691	N/A	22.39	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A	29.5	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	28.27	N/A	-	0.05	N/A	-	37	N/A
CG3-69D	INC-693	-	6.92	N/A	-	0	N/A	-	9.5	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	N/A	15.73	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	20.6	N/A
HIP-69D	HIP-69	N/A	0.74	N/A	N/A	0	N/A	N/A	3.4	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	N/A	33.21	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	43	N/A
GRA-69	INC-692	-	11.24	N/A	-	0.01	N/A	-	16.7	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	N/A	33.88	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	52.8	N/A
MIN-691	INC-692	-	23.37	N/A	-	0.04	N/A	-	41.6	N/A



Continuación de la tabla XLII.

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	N/A	59.19	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A	89.6	N/A
ZAP-691	INC-691	-	49.64	N/A	-	0.18	N/A	-	85.1	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	N/A	12.4	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	18.5	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XLIII. **Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG EHD Med**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	0	46.16	100.0	0	0.02	100.0	0	62.8	100.0
MON-692	MON-69	0	15.6	100.0	0	0.02	100.0	0	22	100.0
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	N/A	-13.4	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	17.9	N/A
CQU-69	LVA-69	N/A	-34.81	N/A	N/A	0.63	N/A	N/A	51.6	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	0	20.17	100.0	0	0.02	100.0	0	27.7	100.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	0	-9.33	100.0	0	0.01	100.0	0	15.9	100.0
KAM-691	CEN-69	-	-32.62	N/A	-	0.08	N/A	-	46.7	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	21.73	100.0	0	0.02	100.0	0	28.1	100.0
CVI-692	OKM-69D	0	1.87	100.0	0	0	0.0	0	3.3	100.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	N/A	28.12	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	37.7	N/A
GER-69	GER-691	N/A	8.73	N/A	N/A	0	N/A	N/A	11.6	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	N/A	33.83	N/A	N/A	0	N/A	N/A	53.3	N/A
LIZ-691	LFL-69	N/A	14.4	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	19.5	N/A

Continuación de la tabla XLIII.

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5											
CEN-69	CG5-694	N/A	26.24	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	38.2	N/A	
CG5-694	INC-691	N/A	26.19	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A	38.2	N/A	
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3											
CEN-69	KAM-691	-	32.62	N/A	-	0.08	N/A	-	46.7	N/A	
CG3-69D	INC-693	-	9.33	N/A	-	0.01	N/A	-	15.9	N/A	
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2											
CEN-69	KAM-692	N/A	12.53	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	17.2	N/A	
HIP-69D	HIP-69	N/A	0.53	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.5	N/A	
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6											
GNO-691	GG6-693	N/A	17.31	N/A	N/A	0	N/A	N/A	25.3	N/A	
GRA-69	INC-692	-	4.08	N/A	-	0	N/A	-	8.5	N/A	
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3											
GNO-691	APA-691	N/A	16.52	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	29.4	N/A	
MIN-691	INC-692	-	10.67	N/A	-	0.01	N/A	-	22.9	N/A	
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2											
GNO-692	APA-692	N/A	58.12	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A	87.2	N/A	
ZAP-691	INC-691	-	52.85	N/A	-	0.2	N/A	-	90.1	N/A	
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2											
GNO-692	GNG-694	N/A	9.16	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	14.1	N/A	
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A	

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XLIV. **Resumen de flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG EHD Min**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización			
Procedencia	Destino	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]	
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO											
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6											
INC-691	INC-69D	0	20.03	100.0	0	0	0.0	0	25.2	100.0	
MON-692	MON-69	0	6.09	100.0	0	0	0.0	0	7.7	100.0	
LÍNEA INCIENSO - MINERVA											
INC-692	GRA-691	-10.15	-27.21	62.7	0.01	0.04	75.0	12.8	34.7	63.1	
CQU-69	LVA-69	-18.96	-36.8	48.5	0.19	0.69	72.5	28	54	48.1	
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2											
INC-691	CG2-69D	0	7.1	100.0	0	0	0.0	0	8.9	100.0	
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A	

Continuación de la tabla XLIV.

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	0	-3.86	100.0	0	0	0.0	0	7.7	100.0
KAM-691	CEN-69	-	-10.44	N/A	-	0.01	N/A	-	14.6	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	8.02	100.0	0	0	0.0	0	10.2	100.0
CVI-692	OKM-69D	0	0.39	100.0	0	0	0.0	0	0.7	100.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	10.14	10.14	0.0	0	0	0.0	12.8	12.8	0.0
GER-69	GER-691	2.9	2.91	0.3	0	0	0.0	3.7	3.7	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	16.93	15.14	-11.8	0	0	0.0	25.1	22.4	-12.1
LIZ-691	LFL-69	4.49	4.49	0.0	0	0	0.0	5.6	5.6	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	0	8.64	100.0	0	0.01	100.0	0.1	12.5	99.2
CG5-694	INC-691	-	8.63	N/A	-	0.01	N/A	-	12.6	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	10.44	N/A	-	0.01	N/A	-	14.6	N/A
CG3-69D	INC-693	-	3.86	N/A	-	0	N/A	-	7.7	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	4.81	4.81	0.0	0	0	0.0	6	6	0.0
HIP-69D	HIP-69	0.21	0.21	0.0	0	0	0.0	0.9	0.9	0.0
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	7.04	-2.21	418.6	0	0	0.0	8.8	4.1	-114.6
GRA-69	INC-692	-	-9.26	N/A	-	0	N/A	-	12	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	2.11	-5.64	137.4	0	0	0.0	3.1	9.7	68.0
MIN-691	INC-692	-	-7.77	N/A	-	0	N/A	-	14	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	2.02	24.94	91.9	0	0.02	100.0	3	37.8	92.1
ZAP-691	INC-691	-	22.71	N/A	-	0.04	N/A	-	39	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	4.04	4.04	0.0	0	0	0.0	6	6	0.0
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).



## **5. ESTUDIO ECONÓMICO**

El estudio económico consiste en hacer una evaluación del proyecto, considerando todos los gastos incurridos y los ingresos que se den durante la vida útil del mismo. El objetivo principal es establecer si el proyecto es rentable y que además pueda generar un excedente que le permita ser autosostenible.

El estudio económico es la parte decisiva dentro de la formulación y evaluación de un proyecto, ya que el análisis que se hace sobre las distintas etapas y el resultado que se obtiene, permitirán determinar si el proyecto en estudio llena las expectativas que se tienen planificadas.

### **5.1. Costos de inversión**

Tomando en cuenta los trabajos a realizar en el área de influencia eléctrica, para las dos fases del proyecto de ampliación de la subestación Incienso 69 kV, se presenta la tabla XLV donde se incluye el resumen de los mismos y el costo total del proyecto, dichos trabajos fueron explicados a detalle en el capítulo 3.

El costo total del proyecto comprende el costo de obra civil, interruptores, todo tipo de materiales y accesorios y mano de obra.

**Tabla XLV. Resumen de trabajos a realizar y costo total del proyecto de ampliación**

Trabajos a realizar en la red para 2015 y 2016
<b>Fase 1: 2015</b>
Ampliación subestación Minerva 69/13,8 kV, configuración barra simple.
Construcción de dos tramos de línea de 0,2 km cada una, con conductor 740,8 AAAC Flint, los cuales conectarán a la subestación Minerva en Pi ( $\pi$ ) con la línea Centro-Guatemala 5.
Ampliación y readecuación subestación Roosevelt, tres campos de 69 kV, configuración barra simple.
Ampliación subestación Monserrat Transformación 69/13,8 kV, tres campos de 69 kV, aislada en gas SF6 (GIS), 28 MVA, configuración barra simple.
Ampliación subestación Incienso a nivel de maniobras de 69 kV, aisladas en gas SF6 (GIS), doble barra.
Construcción de línea de transmisión 69 kV Roosevelt – Denimatrix de 0,7 km, con conductor 1/0 ACSR.
Ampliación de la línea de 69 kV Monserrat - Roosevelt de 4,5 km, con conductor 740,8 Flint.
Ampliación de las líneas Centro - Guatemala 2, 3, 5 y 6, de longitud aproximada de 7,3 km, con conductor 740 MCM Flint, entre las subestaciones El Centro e Incienso.
Construcción de tramo de línea nueva en doble circuito, alimentador Naranjo, de longitud aproximada de 0,85 km, con un conductor 477 Hawk.
Construcción de tramo de línea, alimentador Mixco por la calzada Roosevelt, de longitud aproximada de 0,65 km, con un conductor 477 Hawk.
Construcción de tramo de línea, alimentador Roosevelt por la calzada Mateo Flores y San Juan, con longitud aproximada de 0,45 km, con conductor 477 Hawk.
Construcción de tramo de línea, alimentador gran usuario Híper Paiz, de longitud aproximada de 0,35 km, con conductor 1/0 Al Raven.
Trabajos de adecuación de línea existente Centro - Guatemala 2, asociados a la subestación Kaminal 69/13,8 kV
Ampliación a la capacidad de transporte, doble circuito, derivación El Sitio hacia la subestación El Sitio, con una longitud aproximada de 2 km, con conductor 740 MCM.
<b>Fase 2: 2016</b>
Subestación Incienso 230/69 kV, cinco campos de 230 kV, configuración interruptor y medio, aisladas en gas SF6.
Ampliación subestación Guatemala Sur 230/69 kV, un campo de 230 kV.
Construcción de línea de transmisión Incienso – Guatemala Sur 230 kV, de longitud aproximada de 16 km, con conductor 1250 MCM AAAC.
Ampliación subestación Gerona, dos campos 69 kV, configuración barra simple.
Ampliación subestación Ciudad Vieja aislada en gas SF6 (GIS), tres campos 69 kV, configuración barra simple.
Ampliación subestación San Juan de Dios 69 kV aislada en gas SF6 (GIS), tres campos de 69 kV.
Construcción de línea de transmisión Incienso – Derivación San Juan de Dios de longitud aproximada de 1,4 km, primer tramo para formar la línea Incienso- Sitio 69 kV con conductor 740 Flint. Ampliación a la capacidad de transporte línea de 69 kV, Derivación San Juan de Dios – Subestación Sitio, de longitud aproximada de 1,5 km, con conductor 740 MCM.
Construcción de línea de transmisión San Juan de Dios – Gerona 69 kV de longitud aproximada de 3,75 km, con conductor 740,8 Flint.
Ampliación a la capacidad de transporte de las líneas de transmisión asociadas a la subestación San Juan de Dios 69/13,8 kV de longitud aproximada de 3,75 km, con conductor 740,8 Flint.
Ampliación a la capacidad de transporte de la línea Incienso – San Juan de Dios doble circuito de longitud aproximada de 2 km, con conductor 740,8 Flint.
Ampliación de la subestación Kaminal en 69 kV, tres campos de 69 kV, configuración barra simple.
Construcción de línea alimentador del gran usuario Híper Paiz 69 kV, de longitud aproximada de 0,4 km, con conductor 1/0 ACSR.
<b>Costo total del proyecto de ampliación Q 320 000 000,00</b>

Fuente: elaboración propia.

## **5.2. Costos de operación y mantenimiento**

Se considera como costo de operación los costos de personal, materiales y transporte, que cubren la operación del centro de control, y de las subestaciones en la que se incluye las labores de conexión y desconexión de los circuitos o líneas de transmisión.

Es considerado como costo de mantenimiento los costos que cubren el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de las líneas de transmisión y las subestaciones y el centro de control, los cuales incluyen el costo de personal supervisor, la mano de obra directa, materiales, repuestos, herramientas, equipos y vehículos necesarios para la ejecución de las actividades de mantenimiento. Se considera que los costos de supervisión del mantenimiento de las subestaciones, líneas de transmisión y centro de control es ejecutado por personal de la empresa y la mano de obra directa es ejecutada por terceros.

## **5.3. Valoración de los beneficios**

Los beneficios a valorar consisten en la eficiencia, confiabilidad del sistema, versatilidad y seguridad de operación; así como también, en evitar los altos costos de la energía no suministrada por interrupciones al servicio y por falta de capacidad.

El costo de las interrupciones para el período 2014 fue de Q 2 703 440,87, para las líneas Centro – Guatemala 2, 3, 5 y 6, según información de la Unidad de Calidad del Servicio de EEGSA, los cuales se valoran a 10 veces el valor de energía no suministrada.

Las pérdidas de potencia y energía se valoran con el precio medio de compra de la potencia (Q 136,44 /kW-mes) y precio medio de la energía en el mercado de oportunidad (Q 0,89 /kWh), según corresponde.

#### **5.4. Evaluación económica**

La evaluación económica de un proyecto consiste en determinar si dicho proyecto se puede realizar o no, analizando las diferentes variables que intervienen en él. Esta evaluación se lleva a cabo por medio de varios métodos dentro de los cuales se puede mencionar el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR), los cuales proporcionan datos concretos que le permiten al analista y a los inversionistas conocer los riesgos y tomar la decisión correcta. A continuación se presentan los métodos indicados.

##### **5.4.1. Valor actual neto (VAN)**

Este método consiste en evaluar los ingresos y egresos de un proyecto en igualdad de condiciones, esto quiere decir que tanto unos como otros se trasladan al momento cero y se procede a hacer la suma algebraica de los mismos, teniendo signo positivos los primeros y signo negativo los segundos. Si el resultado es negativo el proyecto no es factible y si el resultado es positivo el proyecto es factible. Es muy poco probable que el resultado sea cero, en cuyo caso se toma el proyecto como bueno.

##### **5.4.2. Tasa interna de retorno (TIR)**

El dato que se obtiene por este método se puede tomar como el indicador de la rentabilidad de un proyecto, ya que el valor que se obtiene está indicado en porcentaje y corresponde al punto donde el VAN es igual a cero.



El resultado que se obtiene se compara con las tasas de interés del mercado, para tener un punto de referencia que permita determinar si el proyecto es bueno o malo, desde el punto de vista de los inversionistas.

El cálculo de la TIR se hace por interpolación, tomando en cuenta los valores del VAN en donde se produce el cambio de signo.

#### **5.4.3. Relación beneficio - costo (B/C)**

Es la relación entre el valor presente de todos los ingresos del proyecto sobre el valor presente de todos los egresos del proyecto, para determinar cuáles son los beneficios por cada quetzal que se sacrifica en el proyecto.

El análisis de beneficio-costos es una técnica importante dentro del ámbito de la teoría de la decisión. Pretende determinar la conveniencia de un proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados, directa e indirectamente de dicho proyecto. Este método se aplica a obras sociales, proyectos colectivos o individuales, empresas privadas, planes de negocios, entre otros, prestando atención a la importancia y cuantificación de sus consecuencias sociales y/o económicas.

$$B/C = \text{valor presente de ingresos} / \text{valor presente de egresos}$$

El criterio de evaluación B/C, es el índice de utilización frecuente en estudios de grandes proyectos públicos de inversión, se apoya en el método del valor presente neto. Se calcula de la siguiente manera:

- Valor presente de los ingresos asociados con el proyecto en cuestión.
- Valor presente en los egresos del proyecto.
- Se establece una relación entre el VAN de los ingresos y el VAN de los egresos.

Cuando se utiliza esta herramienta de evaluación en proyectos privados de inversión, se hace la siguiente interpretación:

B/C > 1: los beneficios son superiores a los sacrificios. El proyecto es viable porque genera aportes económicos y sociales a la comunidad, independientemente de que el VAN sea negativo o igual a cero, porque el impacto de la inversión es social y no toma en cuenta la rentabilidad.

B/C = 1: los beneficios son iguales a los costos. Es indiferente realizar o no la inversión desde el punto de vista financiero. El proyecto es auto sostenible, concepto que se aplica a los proyectos sociales para que su desarrollo sea ideal.

Tabla XLVI. **Evaluación económica del proyecto de ampliación**

<b>Información</b>	
Tasa de crecimiento anual	4,45 %
Tasa de actualización anual de capital	9,93 %
Costo de la potencia	136,44 Q/kW.mes
Costo de la energía	0,89 Q/kWh
Ahorro de pérdidas en AT durante el pico	3 022 kW
Ahorro anual de pérdidas de energía	11 718,33 MWh
Costo anual de sanciones por subestación	30 000,00 Q
Costo anual de mantenimiento	1 012 418,92 Q
Costo del proyecto	320 000 000,00 Q

Continuación de la tabla XLVI.

Cálculos								
Año	Demanda líneas CG-2,3,5 y 6 MW	Ahorro de pérdidas de		Ahorro pérdidas Q	Costo promedio ENS por Interrupciones Q	Ahorro total de costos Q	* Costos de operación y mantenimiento Q	Flujo neto año Q
		Potencia kW	Energía MWh					
2016	125,26	3 022,00	11 718,33					
2017	130,83	3 296,94	12 784,46	16 776 188,13	27 034 408,74	43 810 596,87	-1 042 418,92	42 768 177,94
2018	136,66	3 596,90	13 947,59	18 302 489,92	27 034 408,74	45 336 898,66	-1 042 418,92	44 294 479,73
2019	142,74	3 924,15	15 216,55	19 967 655,03	27 034 408,74	47 002 063,77	-1 042 418,92	45 959 644,84
2020	149,09	4 281,17	16 600,96	21 784 317,27	27 034 408,74	48 818 726,01	-1 042 418,92	47 776 307,09
2021	155,72	4 670,67	18 111,31	23 766 259,90	27 034 408,74	50 800 668,64	-1 042 418,92	49 758 249,72
2022	162,65	5 095,61	19 759,09	25 928 520,17	27 034 408,74	52 962 928,91	-1 042 418,92	51 920 509,99
2023	169,89	5 559,20	21 556,77	28 287 503,42	27 034 408,74	55 321 912,16	-1 042 418,92	54 279 493,23
2024	177,45	6 064,98	23 518,01	30 861 107,55	27 034 408,74	57 895 516,29	-1 042 418,92	56 853 097,37
2025	185,35	6 616,78	25 657,69	33 668 858,83	27 034 408,74	60 703 267,57	-1 042 418,92	59 660 848,65
2026	193,60	7 218,77	27 992,03	36 732 060,02	27 034 408,74	63 766 468,76	-1 042 418,92	62 724 049,84
2027	202,21	7 875,54	30 538,75	40 073 952,03	27 034 408,74	67 108 360,77	-1 042 418,92	66 065 941,84
2028	211,21	8 592,06	33 317,18	43 719 890,20	27 034 408,74	70 754 298,94	-1 042 418,92	69 711 880,02
2029	220,61	9 373,76	36 348,38	47 697 536,74	27 034 408,74	74 731 945,48	-1 042 418,92	73 689 526,56
2030	230,43	10 226,59	39 655,37	52 037 070,56	27 034 408,74	79 071 479,30	-1 042 418,92	78 029 060,38
2031	240,68	11 157,01	43 263,22	56 771 416,25	27 034 408,74	83 805 824,99	-1 042 418,92	82 763 406,07
2032	251,39	12 172,08	47 199,32	61 936 493,89	27 034 408,74	88 970 902,63	-1 042 418,92	87 928 483,71
2033	262,58	13 279,50	51 493,53	67 571 491,59	27 034 408,74	94 605 900,33	-1 042 418,92	93 563 481,41
2034	274,26	14 487,67	56 178,42	73 719 162,79	27 034 408,74	100 753 571,53	-1 042 418,92	99 711 152,61
2035	286,47	15 805,76	61 289,55	80 426 150,65	27 034 408,74	107 460 559,39	-1 042 418,92	106 418 140,47
2036	299,21	17 243,77	66 865,69	87 743 341,94	27 034 408,74	114 777 750,68	-1 042 418,92	113 735 331,76
2037	312,53	18 812,61	72 949,14	95 726 253,13	27 034 408,74	122 760 661,87	-1 042 418,92	121 718 242,94
2038	326,44	18 812,61	72 949,14	95 726 253,13	27 034 408,74	122 760 661,87	-1 042 418,92	121 718 242,94
2039	326,44	18 812,61	72 949,14	95 726 253,13	27 034 408,74	122 760 661,87	-1 042 418,92	121 718 242,94
2040	326,44	18 812,61	72 949,14	95 726 253,13	27 034 408,74	122 760 661,87	-1 042 418,92	121 718 242,94
2041	326,44	18 812,61	72 949,14	95 726 253,13	27 034 408,74	122 760 661,87	-1 042 418,92	121 718 242,94
2042	326,44	18 812,61	72 949,14	95 726 253,13	27 034 408,74	122 760 661,87	-1 042 418,92	121 718 242,94
2043	326,44	18 812,61	72 949,14	95 726 253,13	27 034 408,74	122 760 661,87	-1 042 418,92	121 718 242,94
2044	326,44	18 812,61	72 949,14	95 726 253,13	27 034 408,74	122 760 661,87	-1 042 418,92	121 718 242,94
2045	326,44	18 812,61	72 949,14	95 726 253,13	27 034 408,74	122 760 661,87	-1 042 418,92	121 718 242,94
2046	326,44	18 812,61	72 949,14	95 726 253,13	27 034 408,74	122 760 661,87	-1 042 418,92	121 718 242,94

\* Incluye costo anual de sanciones por faltas a la calidad.

Resultados para 30 años	
VAN	Q 299 517 673,45
RBC	1,91
TIR	17 %

Fuente: elaboración propia.

Dónde:

Demanda líneas CG – 2, 3, 5 y 6 para el 2016

$$= \sum \text{Flujo de potencia [MW] en el 2016} \\ \text{en las líneas CG – 2, 3, 5 y 6}$$

Demanda líneas CG – 2, 3, 5 y 6 para el 2017

- Si (Demanda líneas del 2016) > 320  
Demanda líneas CG – 2, 3, 5 y 6 para el 2017  
= (Demanda líneas del 2016)
- Si (Demanda líneas del 2016) < 320  
Demanda líneas CG – 2, 3, 5 y 6 para el 2017  
= (Demanda líneas del 2016)  
\* ( 1 + tasa de crecimiento anual)

La fórmula anterior es aplicada a partir del 2016 al 2046. Donde 320 se refiere a la capacidad total de las cuatro líneas Centro - Guatemala 2, 3, 5 y 6, debido a que con la inclusión del proyecto cada una tiene una capacidad de 80 MVA.

Ahorro de pérdidas de Energía

$$= (\text{Ahorro de pérdidas de Potencia} * \text{Costo de la potencia} * 12) \\ + (\text{Ahorro de pérdidas de Energía} * \text{Costo de la energía} * 1000)$$

Ahorro total de costos

$$= (\text{Ahorro de pérdidas}) + (\text{Costo promedio ENS/interrupciones})$$

Costo en Q de operación y mantenimiento para el 2016

= Costo del proyecto

Costo en Q de operación y mantenimiento del 2017 al 2046

= (Costo anual de sanciones por subestación)

+ (costo anual de mantenimiento)

Flujo neto año

= (Ahorro total de costos)

+ (Costo en Q de operación y mantenimiento)

## **5.5. Factibilidad económica**

La factibilidad económica se comprueba con el resultado del VAN y de la TIR, al comparar el costo de hacer el proyecto con el valor presente del ahorro de pérdidas y el costo de la energía no suministrada, considerando que el valor anual del ahorro de pérdidas crece a razón del 9,1 por ciento anual, debido a que su crecimiento es proporcional al cuadrado del crecimiento de la demanda. Los valores anuales del ahorro de pérdidas se actualizan con una tasa de 9,93 por ciento, durante un período de 30 años.

Los cálculos presentados en la tabla XLVI, indican que hacer el proyecto representa un beneficio neto en valores presentes de Q 299 517 673,45, lo cual equivale a una relación beneficio costo de 1,91 y a una tasa interna de retorno de 17 por ciento.



## CONCLUSIONES

1. La configuración de red que actualmente se tiene en el área de influencia analizada, demuestra que en condiciones normales de operación, a través de las líneas de transmisión de 69 kV se alimentan 16 subestaciones de transformación de 69/13,8 kV y 6 grandes usuarios de 69 kV, cuya demanda es cubierta por las subestaciones de potencia Guatemala Norte y Sur, siendo la subestación Guatemala Norte la que cubre un 56,66 por ciento de la misma, y la subestación Guatemala Sur el 43,34 por ciento restante. Por lo anterior, se refleja mayor factor de utilización en las líneas de transmisión de 69 kV, que parten de la subestación Guatemala Norte hacia la subestación Incienso.
2. El análisis y pronóstico de la demanda en el área de influencia de la subestación Incienso 69 kV para un período de 30 años, evidencia que ante el crecimiento de la misma, las líneas de transmisión de 69 kV Guatemala Norte – Guatemala 2, 3, 6 y Centro – Guatemala 2, 3, 5 y 6, no cuentan con la capacidad de transporte necesaria para la operación normal y ante casos de contingencias; de igual forma, los transformadores de las subestaciones de potencia Guatemala Norte y Sur, no cuentan con la capacidad de transformación requerida, dando como resultado que no se pueda contar ante el crecimiento de la demanda con, capacidad de transmisión y transformación, seguridad operativa, continuidad y confiabilidad de la red de transporte de 69 kV, en operación normal y ante casos de contingencias.

3. Con la incorporación del proyecto de ampliación de la subestación de operación Incienso de 69 kV a una subestación de potencia de 230 kV, el cual considera la readecuación de líneas y subestaciones de 69 kV en el área de influencia, permitirá para el 2016, en condiciones normales de operación, a través de los 12 circuitos de transmisión 69 kV y de las 11 subestaciones de transformación 69/13,8 kV que se alimentarán, satisfacer una demanda de aproximadamente 135 MW, que beneficiará a más de 170 000 usuarios del servicio de energía eléctrica.
4. De acuerdo a los resultados de flujos de carga, se demuestra que el incremento de la capacidad de transformación 230/69 kV y de la capacidad de transmisión 69 kV, permite descargar no solo a las subestaciones de potencia Guatemala Sur en 61 MVA y a Guatemala Norte en 73 MW, sino también descargar a las líneas de 69 kV, lo cual amplía el horizonte de operación de la red transporte en estudio.
5. Para el 2016, con la incorporación del proyecto, y de acuerdo a los resultados de pérdidas obtenido en el estudio eléctrico, se obtiene un ahorro de pérdidas de potencia de 3,02 MW en el SNI y 2,53 MW en la zona 2, en horas de demanda máxima, logrando así un ahorro de energía de 11 718,33 MWh; demostrando así que el ahorro de pérdidas en el SIN es considerable, y el cual es generado por la zona 2, la cual está constituida por la red de TRELEC.



6. El análisis técnico de la incorporación del proyecto de ampliación de la subestación Incienso en el SNI, muestra que el proyecto no causará efectos negativos a ningún elemento de la red y que será de beneficio a la misma, porque le incrementará confiabilidad al sistema de transporte, tanto en versatilidad de operación, en las líneas y capacidad instalada. Además de reducir pérdidas de potencia y energía, aumentando la confiabilidad de operación y garantizando la continuidad del suministro a los usuarios, reduciendo al mínimo las interrupciones del servicio de energía eléctrica, en el área de influencia.
7. El análisis económico realizado, brinda un beneficio económico en valores presentes netos de Q 299 517 589,00, lo cual equivale a una relación beneficio costo de 1,91 y a una tasa interna de retorno de 17 por ciento, calculado a un período de 30 años y a una tasa de interés del 9,93 por ciento; dicha tasa de interés utilizada es definida por la CNEE, para que los costos asociados al proyecto sean reconocidos y a su vez TRELEC pueda recuperarlos mediante el ingreso que otorga el Costo Anual de Transporte (CAT), que autoriza la CNEE.
8. Es viable técnica y económicamente, la ampliación de la subestación de operación Incienso de 69 kV a una subestación de potencia de 230 kV.



## RECOMENDACIONES

1. Presentar a la Empresa Transportista Eléctrica Centroamericana (TRELEC), el presente trabajo de graduación, con el fin dar a conocer los resultados obtenidos a la CNEE; seguidamente realizar los estudios requeridos por la CNEE y así obtener la aprobación para su implementación.
2. Que TRELEC considere implementar todos los proyectos involucrados en el estudio de ampliación de la subestación Incienso, el cual contempla la readecuación de líneas de transmisión y subestaciones de 69 kV en el área de influencia eléctrica.
3. Considerar a futuro, la ampliación de los tramos de línea que poseen conductor 477 Hawk, los cuales se encuentran entre tramos de línea de conductor 740,8 Flint, conjuntamente con la implementación del proyecto de ampliación de la subestación Incienso 69 kV, debido a que tener un conductor de menos capacidad entre otros de capacidad mayor, limita la disponibilidad de transporte de flujo de potencia a través de toda la línea.
4. Organizar con el Centro de Operación e Información (COI), los descargos necesarios para la implementación del proyecto de ampliación de la subestación Incienso, ya que las nuevas reconfiguraciones entre circuitos de transmisión, representan tanto las salidas de las subestaciones en el área, como de las líneas de transmisión involucradas en el proyecto.

5. Considerar a futuro, la ampliación de las líneas de transmisión de 69 kV, Guatemala Norte – Guatemala 2, 3, y 6 entre las subestaciones Guatemala Norte e Incienso, así como la ampliación del enlace de 69 kV entre las subestaciones Guatemala Sur y El Centro; de esta forma se lograría disponer de la mayor capacidad de transmisión a nivel de 69 kV entre las subestaciones Guatemala Sur, El Centro, Incienso y Guatemala Norte, ante el crecimiento de la demanda en el área de influencia eléctrica de dichas subestaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Administrador del Mercado Mayorista. [en línea] <<http://www.amm.gob.gt>> [Consulta: agosto de 2014].
2. Comisión Nacional de Energía Eléctrica. [en línea] <<http://www.cnee.gob.gt>> [Consulta: agosto de 2014].
3. \_\_\_\_\_. *Compendio de Normas Técnicas emitidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica*, Guatemala: CNEE, 2087. 287 p.
4. *Company Ningbo Ville Enterprise*. [en línea] <<http://www.cnville.com>> [Consulta: agosto de 2014].
5. CORTEZ CHANCHAVAC, Jorge Armando. *Estudio de prefactibilidad para suministro de energía eléctrica en la ciudad universitaria a través del mercado mayorista*. Trabajo de graduación de Ingeniería Eléctrica, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 144 p.
6. Empresa Eléctrica de Guatemala. [en línea] <<http://www.eegsa.com>> [Consulta: agosto de 2014].
7. \_\_\_\_\_. *Power System Analysis Framework versión 3.2 R.1.5 (PSAF) V 3.2. Programa diseñado para analizar flujos de potencia*. Guatemala: EEGSA.

8. \_\_\_\_\_ . *Sistemas Gráficos Eléctricos (SIGRE)*. Versión 1X, Programa diseñado para información de la red de Transporte y Distribución propiedad de TRELEC y EEGSA. Guatemala: EEGSA.
9. ENRÍQUEZ HARPER, Gilberto. *Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión*. 4a ed. México: Limusa, 2007. 533 p.
10. *Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional*. [en línea] <<http://www.frsf.utn.edu.ar>> [Consulta: agosto de 2014].
11. *Grupo ABB*. [en línea] <<http://www.abb.com>> [Consulta: agosto de 2014].
12. *Grupo Artech*. [en línea] <<http://www.artech.com>> [Consulta: agosto de 2014].
13. MEJILLA VILLEGAS, S. A. *Subestaciones de alta y extra alta tensión*. 2a ed. Colombia: Impresiones Gráficas Ltda, 2003. 1254 p.
14. RAÚLL, José M. *Diseño de subestaciones eléctricas*. 2a ed. México: UNAM, Facultad de Ingeniería, 2000. 558 p.
15. VIQUEIRA, Jacinto, L. *Redes eléctricas*. Tomo I. México: UNAM, Facultad de Ingeniería, 2004. 233 p.

## APÉNDICE

### A. Resultados de flujos de carga año 2 del proyecto, fase 2: 2016 época seca

Tabla I. Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 ESD Max

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	133.16	N/A	-	0.38	N/A	-	32.2	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	50.02	47.4	-5.5	0.03	0.02	-50.0	65.9	61.7	-6.8
INC-69D	NAR-693	49.99	47.37	-5.5	0.07	0.06	-16.7	78.4	73.5	-6.7
NAR-693	NAR-691	49.93	47.32	-5.5	0.03	0.03	0.0	65.9	61.8	-6.6
NAR-691	NAR-69	49.9	47.3	-5.5	0.01	0.01	0.0	65.9	61.8	-6.6
NAR-69	NAR-692	42.62	40.01	-6.5	0	0	0.0	56.6	52.4	-8.0
NAR-692	NAR-694	42.61	40.01	-6.5	0.02	0.02	0.0	56.6	52.4	-8.0
NAR-694	CG5-693	42.59	39.99	-6.5	0.05	0.04	-25.0	67.4	62.4	-8.0
CG5-693	CG5-692	42.54	39.95	-6.5	0.15	0.13	-15.4	56.7	52.4	-8.2
CG5-692	CG5-691	42.39	39.81	-6.5	0.03	0.02	-50.0	67.5	62.4	-8.2
CG5-691	KOR-69D	42.36	39.79	-6.5	0.09	0.08	-12.5	67.5	62.4	-8.2
KOR-69D	ROO-694	42.27	39.71	-6.4	0.01	0.01	0.0	67.5	62.5	-8.0
ROO-694	ROO-692	42.26	39.7	-6.4	0.02	0.02	0.0	67.5	62.5	-8.0
ROO-692	ROO-69	42.22	39.67	-6.4	0	0	0.0	67.5	62.4	-8.2
ROO-69	KOR-69D1	1.75	1.75	0.0	0	0	0.0	8.1	8.1	0.0
KOR-69D1	KOR-69	1.75	1.75	0.0	0	0	0.0	7.3	7.3	0.0
ROO-69	ROO-691	19.54	16.99	-15.0	0	0	0.0	27	22.6	-19.5
ROO-691	MON-692	19.53	16.99	-14.9	0.01	0.01	0.0	27	22.6	-19.5
MON-692	MON-69	19.52	16.98	-15.0	0.03	0.02	-50.0	27	22.6	-19.5
MON-69	MON-69D	2.53	-	N/A	0	-	N/A	6.2	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-8.38	-	N/A	0.01	-	N/A	13	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	13.38	-	N/A	0.11	-	N/A	27.4	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-21.77	-	N/A	0.02	-	N/A	34.4	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-34.8	-	N/A	0.69	-	N/A	53.7	-	N/A
MON-69D	MON-695	10.91	-	N/A	0	-	N/A	17.3	-	N/A
MON-695	MON-694	10.9	-	N/A	0.01	-	N/A	17.4	-	N/A
MON-694	MIN-69	10.89	-	N/A	0	-	N/A	14.6	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	2.48	N/A	-	0	N/A	-	11.8	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	2.48	N/A	-	0.01	N/A	-	14.2	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	2.47	N/A	-	0	N/A	-	12	N/A
MIN-69	MON-694	-	-8.42	N/A	-	0	N/A	-	13.6	N/A
MON-694	MON-695	-	-8.43	N/A	-	0.01	N/A	-	16.3	N/A
MON-695	MON-69D	-	-8.43	N/A	-	0	N/A	-	16.2	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-8.44	N/A	-	0.01	N/A	-	16.3	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	13.37	N/A	-	0.1	N/A	-	26.8	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-21.83	N/A	-	0.01	N/A	-	33.3	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-34.8	N/A	-	0.64	N/A	-	51.9	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	11.38	N/A	-	0.01	N/A	-	14.6	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	11.37	N/A	-	0.01	N/A	-	14.6	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	11.36	N/A	-	0.01	N/A	-	19.4	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	11.36	N/A	-	0.01	N/A	-	25	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	21.08	N/A	-	0.02	N/A	-	27.3	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	21.06	N/A	-	0.02	N/A	-	27.3	N/A
ESI-692	ESI-691	-	21.03	N/A	-	0	N/A	-	27.3	N/A
ESI-691	ESI-69	-	21.05	N/A	-	0	N/A	-	27.3	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	18.44	100.0	0	0.01	100.0	0	23.6	100.0
SJD-692	SJD-691	-	18.42	N/A	-	0	N/A	-	23.6	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	18.43	N/A	-	0	N/A	-	23.6	N/A
SJD-694	GER-693	-	18.43	N/A	-	0.03	N/A	-	23.6	N/A
GER-693	CVI-69	-	18.4	N/A	-	0.02	N/A	-	28.1	N/A
CVI-69	CVI-691	-	18.38	N/A	-	0	N/A	-	23.6	N/A
CVI-691	CVI-692	-	2.34	N/A	-	0	N/A	-	3	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	2.34	N/A	-	0	N/A	-	4.1	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	22.32	32.01	30.3	0.05	0.05	0.0	49.7	41.3	-20.3
SJD-69	GER-692	-	9.7	N/A	-	0.01	N/A	-	12.5	N/A
GER-692	GER-69	-	9.69	N/A	-	0	N/A	-	14.9	N/A
GER-69	GER-691	-	9.68	N/A	-	0	N/A	-	12.6	N/A



LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	41.41	43.23	4.2	0	0	0.0	63.5	66.4	4.4
CEN-692	CG6-692	24.6	24.6	0.0	0.04	0.04	0.0	31.8	31.8	0.0
CG6-692	CG6-691	24.56	24.56	0.0	0.01	0.01	0.0	37.9	37.9	0.0
CG6-691	ROO-693	24.55	24.55	0.0	0.03	0.03	0.0	37.9	37.9	0.0
ROO-693	MON-693	24.52	24.52	0.0	0.04	0.04	0.0	37.9	37.9	0.0
MON-693	TIN-69D	24.48	24.48	0.0	0.02	0.02	0.0	37.9	37.9	0.0
TIN-69D	MIX-69B	24.47	24.46	0.0	0.02	0.02	0.0	31.9	31.9	0.0
MIX-69B	TIN-69D1	24.44	24.44	0.0	0.02	0.02	0.0	31.9	31.9	0.0
TIN-69D1	TIN-69	24.43	24.42	0.0	0.01	0.01	0.0	31.9	31.9	0.0
TIN-69	TIN-691	24.42	24.41	0.0	0	0	0.0	31.9	31.9	0.0
TIN-691	TIN-692	1.16	1.16	0.0	0	0	0.0	3	3	0.0
TIN-692	IND-69	1.16	1.16	0.0	0	0	0.0	2.5	2.5	0.0
IND-69	LIZ-69	1.16	1.16	0.0	0	0	0.0	2.5	2.5	0.0
TIN-691	LIZ-691	15.73	15.73	0.0	0.01	0.01	0.0	20.6	20.6	0.0
LIZ-691	LFL-69	15.73	15.72	-0.1	0.01	0.01	0.0	20.6	20.6	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	34.75	0	N/A	0.07	0	N/A	45.5	0.1	-45400.0
CG5-694	HIP-69	0.74	-	N/A	0	-	N/A	3.3	-	N/A
CG5-694	INC-691	33.93	-	N/A	0.13	-	N/A	44.6	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	14.83	-	N/A	0	-	N/A	19.7	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-14.84	-	N/A	0.01	-	N/A	19.7	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	-14.85	-	N/A	0.01	-	N/A	19.7	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	21.07	-	N/A	0.02	-	N/A	27.6	-	N/A
ESI-692	ESI-691	21.04	-	N/A	0	-	N/A	27.6	-	N/A
ESI-691	ESI-69	21.04	-	N/A	0	-	N/A	27.6	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-35.97	-	N/A	0.06	-	N/A	47.3	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	15.58	N/A	-	0.02	N/A	-	20	N/A
KAM-692	KAM-69	-	15.56	N/A	-	0	N/A	-	20.1	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	11.37	-	N/A	0.01	-	N/A	14.6	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	11.36	-	N/A	0.01	-	N/A	19.4	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	11.36	-	N/A	0.01	-	N/A	24.9	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-11.38	-	N/A	0.01	-	N/A	14.6	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	0.74	N/A	-	0	N/A	-	3.3	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.74	N/A	-	0	N/A	-	3.3	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	44.41	21.57	-105.9	0.01	0	N/A	56.5	27.3	-107.0
GG6-693	GNG-695	44.4	21.57	-105.8	0.14	0.03	-366.7	67.3	32.4	-107.7
GNG-695	CEM-69	44.26	21.54	-105.5	0.29	0.07	-314.3	67.3	32.5	-107.1
CEM-69	NOR-691	39.23	16.73	-134.5	0	0	0.0	60.2	25.4	-137.0
NOR-691	NOR-69	39.23	16.73	-134.5	0.02	0	N/A	60.2	25.4	-137.0
NOR-69	ZAP-693	27.33	4.86	-462.3	0.05	0	N/A	42	7.3	-475.3
ZAP-693	ZAP-692	4.85	4.85	0.0	0	0	0.0	19.6	19.4	-1.0
ZAP-692	ZAP-69	4.85	4.85	0.0	0	0	0.0	19.6	19.5	-0.5
ZAP-693	MIN-692	22.42	0	N/A	0.07	0	N/A	34.6	0	N/A
MIN-692	GRA-69	22.35	0	N/A	0	0	0.0	34.7	0	N/A
GRA-69	INC-692	22.35	-	N/A	0.03	-	N/A	29.1	-	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	46.83	10.11	-363.2	0.06	0	N/A	72	15.5	-364.5
APA-691	GG3-692	46.77	10.11	-362.6	0.11	0.01	-1000.0	72	15.5	-364.5
GG3-692	GG3-691	46.65	10.1	-361.9	0.21	0.01	-2000.0	80.4	17.4	-362.1
GG3-691	LNI-69	10.1	10.09	-0.1	0	0	0.0	15.7	15.6	-0.6
GG3-691	MIN-691	36.35	0	N/A	0.28	0	N/A	62.9	0.2	-31350.0
MIN-691	INC-693	36.07	-	N/A	0.1	-	N/A	62.9	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	36.45	8.49	-329.3	0.04	0	N/A	55.8	13.3	-319.5
APA-692	APA-69	7.77	7.77	0.0	0	0	0.0	12.5	12.4	-0.8
APA-692	GG2-693	28.63	0.71	-3932.4	0.04	0	N/A	43.5	1.1	-3854.5
GG2-693	GG2-692	28.6	0.71	-3928.2	0.08	0	N/A	48.6	1.2	-3950.0
GG2-692	GG2-691	28.52	0.71	-3916.9	0.03	0	N/A	48.7	1.2	-3958.3
GG2-691	BZA-69D	28.49	0.71	-3912.7	0.06	0	N/A	48.7	1.2	-3958.3
BZA-69D	BZA-69	0.71	0.71	0.0	0	0	0.0	2.8	2.8	0.0
BZA-69D	ZAP-691	27.72	0	N/A	0.08	0	N/A	47.5	0.1	-47400.0
ZAP-691	INC-691	27.64	-	N/A	0.05	-	N/A	47.5	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	40.9	12.28	-233.1	0.16	0.01	-1500.0	61.5	18.3	-236.1
GNG-694	GNG-691	40.74	12.26	-232.3	0.04	0	N/A	61.5	18.3	-236.1
GNG-691	MIL-69	0.21	0.21	0.0	0	0	0.0	0.4	0.4	0.0
MIL-69	MIL-691	0.21	0.21	0.0	0	0	0.0	0.5	0.5	0.0
GNG-691	GG3-695	40.48	12.05	-235.9	0.15	0.01	-1400.0	75.9	22.4	-238.8
GG3-695	GG3-694	1.45	1.45	0.0	0	0	0.0	3.1	3.1	0.0
GG3-694	KER-69	1.45	1.45	0.0	0	0	0.0	5.8	5.7	-1.8
GG3-695	CDO-692	38.89	10.59	-267.2	0.11	0.01	-1000.0	84.7	22.8	-271.5
CDO-692	CDO-693	28.2	0	N/A	0	0	0.0	42.9	0.1	-42800.0
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	28.19	-	N/A	0.09	-	N/A	42.9	-	N/A
GER-69	GER-691	9.68	-	N/A	0	-	N/A	17.2	-	N/A
GER-69	CVI-69	18.41	-	N/A	0.03	-	N/A	28	-	N/A
CVI-69	CVI-691	16.05	-	N/A	0	-	N/A	28.1	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	2.34	-	N/A	0	-	N/A	4.1	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla II. **Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 ESD Med**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
<b>LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO</b>										
GSU-231	INC-231	-	120.75	N/A	-	0.36	N/A	-	31.3	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6</b>										
INC-691	INC-69D	30.14	44.48	32.2	0.01	0.02	50.0	42.3	58.8	28.1
INC-69D	NAR-693	30.13	44.46	32.2	0.03	0.05	40.0	50.3	70	28.1
NAR-693	NAR-691	30.1	44.41	32.2	0.01	0.02	50.0	42.3	58.8	28.1
NAR-691	NAR-69	30.09	44.38	32.2	0	0	0.0	42.3	58.8	28.1
NAR-69	NAR-692	25.54	39.83	35.9	0	0	0.0	36.4	52.9	31.2
NAR-692	NAR-694	25.54	39.83	35.9	0.01	0.02	50.0	36.4	52.9	31.2
NAR-694	CG5-693	25.53	39.81	35.9	0.02	0.04	50.0	43.4	63	31.1
CG5-693	CG5-692	25.51	39.77	35.9	0.06	0.13	53.8	36.4	52.9	31.2
CG5-692	CG5-691	25.45	39.63	35.8	0.01	0.02	50.0	43.4	63	31.1
CG5-691	KOR-69D	25.43	39.61	35.8	0.04	0.08	50.0	43.4	63	31.1
KOR-69D	ROO-694	25.4	39.53	35.7	0.01	0.01	0.0	43.4	63	31.1
ROO-694	ROO-692	25.39	39.52	35.8	0.01	0.02	50.0	43.4	63.1	31.2
ROO-692	ROO-69	25.37	39.5	35.8	0	0	0.0	43.4	63.1	31.2
ROO-69	KOR-69D1	2.43	2.43	0.0	0	0	0.0	11.3	11.1	-1.8
KOR-69D1	KOR-69	2.43	2.43	0.0	0	0	0.0	10.2	10	-2.0
ROO-69	ROO-691	0.96	15.09	93.6	0	0	0.0	6.7	20.6	67.5
ROO-691	MON-692	0.96	15.09	93.6	0	0.01	100.0	6.7	20.6	67.5
MON-692	MON-69	0.96	15.08	93.6	0	0.02	100.0	6.8	20.6	67.0
MON-69	MON-69D	-14.11	-	N/A	0	-	N/A	21.9	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-21.23	-	N/A	0.06	-	N/A	33	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	6.49	-	N/A	0.02	-	N/A	12.7	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-27.75	-	N/A	0.02	-	N/A	43.2	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-34.82	-	N/A	0.68	-	N/A	53.3	-	N/A
MON-69D	MON-695	7.07	-	N/A	0	-	N/A	11.3	-	N/A
MON-695	MON-694	7.06	-	N/A	0.01	-	N/A	11.3	-	N/A
MON-694	MIN-69	7.06	-	N/A	0	-	N/A	9.5	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	-14.08	N/A	-	0.01	N/A	-	18.9	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	-14.11	N/A	-	0.02	N/A	-	22.5	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	-14.11	N/A	-	0	N/A	-	19	N/A
MIN-69	MON-694	-	-21.16	N/A	-	0	N/A	-	27.1	N/A
MON-694	MON-695	-	-21.21	N/A	-	0.05	N/A	-	32.3	N/A
MON-695	MON-69D	-	-21.21	N/A	-	0	N/A	-	32.2	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-21.27	N/A	-	0.06	N/A	-	32.3	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	6.49	N/A	-	0.02	N/A	-	12.4	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-27.78	N/A	-	0.02	N/A	-	41.9	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-34.8	N/A	-	0.63	N/A	-	51.4	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	19.61	N/A	-	0.02	N/A	-	26.1	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	19.59	N/A	-	0.02	N/A	-	26.1	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	19.58	N/A	-	0.02	N/A	-	34.8	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	19.56	N/A	-	0.02	N/A	-	44.6	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	22.38	N/A	-	0.02	N/A	-	29.8	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	22.36	N/A	-	0.02	N/A	-	29.8	N/A
ESI-692	ESI-691	-	22.34	N/A	-	0	N/A	-	29.8	N/A
ESI-691	ESI-69	-	22.34	N/A	-	0	N/A	-	29.8	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	20.79	100.0	0	0.02	100.0	0	26.2	100.0
SJD-692	SJD-691	-	20.77	N/A	-	0	N/A	-	26.2	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	20.77	N/A	-	0	N/A	-	26.2	N/A
SJD-694	GER-693	-	20.77	N/A	-	0.04	N/A	-	26.2	N/A
GER-693	CVI-69	-	20.74	N/A	-	0.02	N/A	-	31.2	N/A
CVI-69	CVI-691	-	20.72	N/A	-	0	N/A	-	26.2	N/A
CVI-691	CVI-692	-	1.81	N/A	-	0	N/A	-	2.3	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	1.81	N/A	-	0	N/A	-	3.1	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	18.75	27.18	31.0	0.04	0.04	0.0	43.7	36.3	-20.4
SJD-69	GER-692	-	8.44	N/A	-	0.01	N/A	-	11.1	N/A
GER-692	GER-69	-	8.44	N/A	-	0	N/A	-	13.3	N/A
GER-69	GER-691	-	8.43	N/A	-	0	N/A	-	11.2	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	37.6	38.78	3.0	0	0	0.0	59.3	61.5	3.6
CEN-692	CG6-692	21.46	21.46	0.0	0.03	0.03	0.0	28.6	28.7	0.3
CG6-692	CG6-691	21.42	21.43	0.0	0.01	0.01	0.0	34.1	34.2	0.3
CG6-691	ROO-693	21.41	21.42	0.0	0.02	0.02	0.0	34.1	34.2	0.3
ROO-693	MON-693	21.39	21.39	0.0	0.03	0.03	0.0	34.1	34.2	0.3
MON-693	TIN-69D	21.36	21.36	0.0	0.01	0.01	0.0	34.1	34.2	0.3
TIN-69D	MIX-69B	21.35	21.35	0.0	0.02	0.02	0.0	28.7	28.7	0.0
MIX-69B	TIN-69D1	21.33	21.33	0.0	0.02	0.02	0.0	28.7	28.8	0.3
TIN-69D1	TIN-69	21.32	21.32	0.0	0.01	0.01	0.0	28.7	28.8	0.3
TIN-69	TIN-691	21.31	21.31	0.0	0	0	0.0	28.7	28.8	0.3
TIN-691	TIN-692	1.92	1.92	0.0	0	0	0.0	5.1	5.2	1.9
TIN-692	IND-69	1.92	1.92	0.0	0	0	0.0	4.4	4.4	0.0
IND-69	LIZ-69	1.92	1.92	0.0	0	0	0.0	4.4	4.4	0.0
TIN-691	LIZ-691	13.88	13.88	0.0	0	0	0.0	18.7	18.8	0.5
LIZ-691	LFL-69	13.88	13.88	0.0	0.01	0.01	0.0	18.7	18.8	0.5
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	24.73	0	N/A	0.04	0	N/A	34.8	0.1	-34700.0
CG5-694	HIP-69	0.51	-	N/A	0	-	N/A	2.4	-	N/A
CG5-694	INC-691	24.18	-	N/A	0.07	-	N/A	34.2	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	11.6	-	N/A	0	-	N/A	16.4	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-11.6	-	N/A	0	-	N/A	16.4	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	-11.61	-	N/A	0.01	-	N/A	16.4	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	22.38	-	N/A	0.03	-	N/A	31.1	-	N/A
ESI-692	ESI-691	22.35	-	N/A	0	-	N/A	31.1	-	N/A
ESI-691	ESI-69	22.36	-	N/A	0	-	N/A	31.1	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-34.04	-	N/A	0.06	-	N/A	47.5	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	12.11	N/A	-	0.01	N/A	-	16.6	N/A
KAM-692	KAM-69	-	12.1	N/A	-	0	N/A	-	16.6	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	19.6	-	N/A	0.02	-	N/A	26.7	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	19.58	-	N/A	0.02	-	N/A	35.5	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	19.56	-	N/A	0.02	-	N/A	45.6	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-19.62	-	N/A	0.02	-	N/A	26.6	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	0.51	N/A	-	0	N/A	-	2.4	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.51	N/A	-	0	N/A	-	2.4	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	31.8	12.71	-150.2	0.01	0	N/A	42.7	17	-151.2
GG6-693	GNG-695	31.79	12.7	-150.3	0.08	0.01	-700.0	50.9	20.2	-152.0
GNG-695	CEM-69	31.71	12.7	-149.7	0.16	0.03	-433.3	50.9	20.3	-150.7
CEM-69	NOR-691	28.76	9.88	-191.1	0	0	0.0	46.6	16	-191.3
NOR-691	NOR-69	28.76	9.88	-191.1	0.01	0	N/A	46.6	16	-191.3
NOR-69	ZAP-693	19.35	0.5	-3770.0	0.03	0	N/A	31.6	1.6	-1875.0
ZAP-693	ZAP-692	0.49	0.52	5.8	0	0	0.0	4.7	4.8	2.1
ZAP-692	ZAP-69	0.5	0.5	0.0	0	0	0.0	4.8	4.7	-2.1
ZAP-693	MIN-692	18.82	0	N/A	0.05	0	N/A	30.4	0	N/A
MIN-692	GRA-69	18.77	0	N/A	0	0	0.0	30.4	0	N/A
GRA-69	INC-692	18.77	-	N/A	0.02	-	N/A	25.6	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	40.31	5.57	-623.7	0.05	0	N/A	65.4	8.8	-643.2
APA-691	GG3-692	40.25	5.57	-622.6	0.09	0	N/A	65.4	8.8	-643.2
GG3-692	GG3-691	40.17	5.56	-622.5	0.18	0	N/A	73.1	9.9	-638.4
GG3-691	LNI-69	5.56	5.56	0.0	0	0	0.0	9.1	8.9	-2.2
GG3-691	MIN-691	34.42	0	N/A	0.28	0	N/A	63	0.2	-31400.0
MIN-691	INC-693	34.14	-	N/A	0.1	-	N/A	63.1	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	30.05	4.04	-643.8	0.03	0	N/A	48	6.6	-627.3
APA-692	APA-69	3.42	3.42	0.0	0	0	0.0	5.9	5.9	0.0
APA-692	GG2-693	26.6	0.62	-4190.3	0.04	0	N/A	42.2	0.9	-4588.9
GG2-693	GG2-692	26.56	0.62	-4183.9	0.07	0	N/A	47.2	1	-4620.0
GG2-692	GG2-691	26.48	0.62	-4171.0	0.02	0	N/A	47.2	1	-4620.0
GG2-691	BZA-69D	26.47	0.62	-4169.4	0.06	0	N/A	47.2	1	-4620.0
BZA-69D	BZA-69	0.62	0.62	0.0	0	0	0.0	2.5	2.5	0.0
BZA-69D	ZAP-691	25.79	0	N/A	0.07	0	N/A	46.2	0.1	-46100.0
ZAP-691	INC-691	25.71	-	N/A	0.05	-	N/A	46.2	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	38.56	8.85	-335.7	0.14	0.01	-1300.0	58.6	13.6	-330.9
GNG-694	GNG-691	38.41	8.84	-334.5	0.04	0	N/A	58.6	13.6	-330.9
GNG-691	MIL-69	0.37	0.37	0.0	0	0	0.0	0.7	0.7	0.0
MIL-69	MIL-691	0.37	0.37	0.0	0	0	0.0	0.9	0.9	0.0
GNG-691	GG3-695	38.01	8.48	-348.2	0.14	0.01	-1300.0	72	16.2	-344.4
GG3-695	GG3-694	1.19	1.19	0.0	0	0	0.0	2.6	2.6	0.0
GG3-694	KER-69	1.19	1.19	0.0	0	0	0.0	4.9	4.8	-2.1
GG3-695	CDO-692	36.69	7.28	-404.0	0.1	0	N/A	80.7	16.2	-398.1
CDO-692	CDO-693	29.3	0	N/A	0.01	0	N/A	44.8	0.1	-44700.0
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	29.3	-	N/A	0.1	-	N/A	44.8	-	N/A
GER-69	GER-691	8.44	-	N/A	0	-	N/A	15.3	-	N/A
GER-69	CVI-69	20.76	-	N/A	0.04	-	N/A	31.7	-	N/A
CVI-69	CVI-691	18.92	-	N/A	0	-	N/A	33.3	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	1.81	-	N/A	0	-	N/A	3.2	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla III. **Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 ESD Min**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
<b>LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO</b>										
GSU-231	INC-231	-	55.14	N/A	-	0.06	N/A	-	12.3	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6</b>										
INC-691	INC-69D	23.67	20.31	-16.5	0.01	0	N/A	29.4	25.7	-14.4
INC-69D	NAR-693	23.66	20.31	-16.5	0.01	0.01	0.0	35	30.6	-14.4
NAR-693	NAR-691	23.65	20.29	-16.6	0.01	0	N/A	29.4	25.7	-14.4
NAR-691	NAR-69	23.64	20.29	-16.5	0	0	0.0	29.4	25.7	-14.4
NAR-69	NAR-692	21.12	17.76	-18.9	0	0	0.0	26.3	22.5	-16.9
NAR-692	NAR-694	21.11	17.76	-18.9	0	0	0.0	26.3	22.5	-16.9
NAR-694	CG5-693	21.11	17.76	-18.9	0.01	0.01	0.0	31.3	26.8	-16.8
CG5-693	CG5-692	21.1	17.75	-18.9	0.03	0.02	-50.0	26.3	22.5	-16.9
CG5-692	CG5-691	21.07	17.73	-18.8	0.01	0	N/A	31.3	26.8	-16.8
CG5-691	KOR-69D	21.06	17.72	-18.8	0.02	0.01	-100.0	31.3	26.8	-16.8
KOR-69D	ROO-694	21.04	17.71	-18.8	0	0	0.0	31.3	26.8	-16.8
ROO-694	ROO-692	21.04	17.7	-18.9	0	0	0.0	31.3	26.8	-16.8
ROO-692	ROO-69	21.03	17.7	-18.8	0	0	0.0	31.3	26.8	-16.8
ROO-69	KOR-69D1	1.41	1.41	0.0	0	0	0.0	6.3	6.4	1.6
KOR-69D1	KOR-69	1.41	1.41	0.0	0	0	0.0	5.7	5.7	0.0
ROO-69	ROO-691	9.57	6.24	-53.4	0	0	0.0	12.1	8	-51.3
ROO-691	MON-692	9.57	6.24	-53.4	0	0	0.0	12.1	8	-51.3
MON-692	MON-69	9.57	6.24	-53.4	0.01	0	N/A	12.1	8	-51.3
MON-69	MON-69D	3.33	-	N/A	0	-	N/A	5.9	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	1.03	-	N/A	0	-	N/A	4.2	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	3.52	-	N/A	0.01	-	N/A	6.5	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-2.5	-	N/A	0	-	N/A	5.3	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-5.48	-	N/A	0.02	-	N/A	8.9	-	N/A
MON-69D	MON-695	2.3	-	N/A	0	-	N/A	3.5	-	N/A
MON-695	MON-694	2.3	-	N/A	0	-	N/A	3.5	-	N/A
MON-694	MIN-69	2.3	-	N/A	0	-	N/A	2.9	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	3.33	N/A	-	0	N/A	-	5.1	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	3.33	N/A	-	0	N/A	-	6.1	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	3.33	N/A	-	0	N/A	-	5	N/A
MIN-69	MON-694	-	1.03	N/A	-	0	N/A	-	3.8	N/A
MON-694	MON-695	-	1.03	N/A	-	0	N/A	-	4.4	N/A
MON-695	MON-69D	-	1.03	N/A	-	0	N/A	-	4.4	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	1.03	N/A	-	0	N/A	-	4.4	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	3.52	N/A	-	0.01	N/A	-	6.5	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-2.5	N/A	-	0	N/A	-	5.5	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-5.48	N/A	-	0.02	N/A	-	9	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	6.73	N/A	-	0	N/A	-	8.5	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	6.73	N/A	-	0	N/A	-	8.5	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	6.73	N/A	-	0	N/A	-	11.3	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	6.72	N/A	-	0	N/A	-	14.6	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	6.72	N/A	-	0	N/A	-	8.5	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	6.72	N/A	-	0	N/A	-	8.5	N/A
ESI-692	ESI-691	-	6.7	N/A	-	0	N/A	-	8.5	N/A
ESI-691	ESI-69	-	6.72	N/A	-	0	N/A	-	8.5	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	7.63	100.0	0	0	0.0	0	9.8	100.0
SJD-692	SJD-691	-	7.63	N/A	-	0	N/A	-	9.8	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	7.61	N/A	-	0	N/A	-	9.8	N/A
SJD-694	GER-693	-	7.62	N/A	-	0	N/A	-	9.8	N/A
GER-693	CVI-69	-	7.62	N/A	-	0	N/A	-	11.7	N/A
CVI-69	CVI-691	-	7.62	N/A	-	0	N/A	-	9.8	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0.4	N/A	-	0	N/A	-	0.5	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0.4	N/A	-	0	N/A	-	0.7	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	7.4	10.37	28.6	0.01	0	N/A	15.9	13	-22.3
SJD-69	GER-692	-	2.97	N/A	-	0	N/A	-	3.7	N/A
GER-692	GER-69	-	2.97	N/A	-	0	N/A	-	4.5	N/A
GER-69	GER-691	-	2.97	N/A	-	0	N/A	-	3.7	N/A



LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	15.73	17.3	9.1	0	0	0.0	23.2	25.5	9.0
CEN-692	CG6-692	7.34	7.34	0.0	0	0	0.0	9.1	9.1	0.0
CG6-692	CG6-691	7.34	7.34	0.0	0	0	0.0	10.8	10.8	0.0
CG6-691	ROO-693	7.34	7.34	0.0	0	0	0.0	10.8	10.8	0.0
ROO-693	MON-693	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	10.9	10.8	-0.9
MON-693	TIN-69D	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	10.9	10.8	-0.9
TIN-69D	MIX-69B	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	9.1	9.1	0.0
MIX-69B	TIN-69D1	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	9.1	9.1	0.0
TIN-69D1	TIN-69	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	9.1	9.1	0.0
TIN-69	TIN-691	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	9.1	9.1	0.0
TIN-691	TIN-692	0.74	0.74	0.0	0	0	0.0	1.9	1.9	0.0
TIN-692	IND-69	0.75	0.75	0.0	0	0	0.0	1.6	1.6	0.0
IND-69	LIZ-69	0.75	0.75	0.0	0	0	0.0	1.6	1.6	0.0
TIN-691	LIZ-691	4.6	4.6	0.0	0	0	0.0	5.7	5.7	0.0
LIZ-691	LFL-69	4.6	4.6	0.0	0	0	0.0	5.7	5.7	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	21.02	0	N/A	0.02	0	N/A	26.1	0.1	-26000.0
CG5-694	HIP-69	0.22	-	N/A	0	-	N/A	1	-	N/A
CG5-694	INC-691	20.78	-	N/A	0.04	-	N/A	25.8	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	4.7	-	N/A	0	-	N/A	5.9	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-4.7	-	N/A	0	-	N/A	5.9	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	-4.71	-	N/A	0	-	N/A	5.9	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	6.72	-	N/A	0	-	N/A	8.4	-	N/A
ESI-692	ESI-691	6.71	-	N/A	0	-	N/A	8.4	-	N/A
ESI-691	ESI-69	6.71	-	N/A	0	-	N/A	8.4	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-11.43	-	N/A	0.01	-	N/A	14.3	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	4.92	N/A	-	0	N/A	-	6.1	N/A
KAM-692	KAM-69	-	4.92	N/A	-	0	N/A	-	6.1	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	6.73	-	N/A	0	-	N/A	8.4	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	6.73	-	N/A	0	-	N/A	11.2	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	6.72	-	N/A	0	-	N/A	14.4	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-6.73	-	N/A	0	-	N/A	8.4	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	0.22	N/A	-	0	N/A	-	1	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.22	N/A	-	0	N/A	-	1	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	14.66	7.21	-103.3	0	0	0.0	18.3	8.9	-105.6
GG6-693	GNG-695	14.66	7.21	-103.3	0.01	0	N/A	21.7	10.6	-104.7
GNG-695	CEM-69	14.65	7.21	-103.2	0.03	0.01	-200.0	21.8	10.6	-105.7
CEM-69	NOR-691	13.43	6.02	-123.1	0	0	0.0	20	8.9	-124.7
NOR-691	NOR-69	13.43	6.02	-123.1	0	0	0.0	20	8.9	-124.7
NOR-69	ZAP-693	10.29	2.88	-257.3	0.01	0	N/A	15.3	4.2	-264.3
ZAP-693	ZAP-692	2.88	2.84	-1.4	0	0	0.0	11.3	11.1	-1.8
ZAP-692	ZAP-69	2.88	2.88	0.0	0	0	0.0	11.3	11.3	0.0
ZAP-693	MIN-692	7.41	0	N/A	0.01	0	N/A	11.1	0	N/A
MIN-692	GRA-69	7.4	0	N/A	0	0	0.0	11.1	0	N/A
GRA-69	INC-692	7.4	-	N/A	0	-	N/A	9.3	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	13.65	2.16	-531.9	0.01	0	N/A	20.3	3.2	-534.4
APA-691	GG3-692	13.65	2.16	-531.9	0.01	0	N/A	20.3	3.2	-534.4
GG3-692	GG3-691	13.64	2.16	-531.5	0.02	0	N/A	22.7	3.6	-530.6
GG3-691	LNI-69	2.16	2.16	0.0	0	0	0.0	3.2	3.2	0.0
GG3-691	MIN-691	11.46	0	N/A	0.03	0	N/A	19.1	0.2	-9450.0
MIN-691	INC-693	11.44	-	N/A	0.01	-	N/A	19.1	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	11.78	2.07	-469.1	0	0	0.0	17.4	3.1	-461.3
APA-692	APA-69	1.76	1.76	0.0	0	0	0.0	2.6	2.6	0.0
APA-692	GG2-693	10.01	0.31	-3129.0	0	0	0.0	14.8	0.5	-2860.0
GG2-693	GG2-692	10.01	0.31	-3129.0	0.01	0	N/A	16.5	0.5	-3200.0
GG2-692	GG2-691	10	0.31	-3125.8	0	0	0.0	16.5	0.5	-3200.0
GG2-691	BZA-69D	10	0.31	-3125.8	0.01	0	N/A	16.5	0.5	-3200.0
BZA-69D	BZA-69	0.31	0.31	0.0	0	0	0.0	1.2	1.2	0.0
BZA-69D	ZAP-691	9.68	0	N/A	0.01	0	N/A	16	0.1	-15900.0
ZAP-691	INC-691	9.67	-	N/A	0.01	-	N/A	16	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	14.8	4.14	-257.5	0.02	0	N/A	22	6.1	-260.7
GNG-694	GNG-691	14.79	4.14	-257.2	0.01	0	N/A	22	6.1	-260.7
GNG-691	MIL-69	0.12	0.12	0.0	0	0	0.0	0.3	0.3	0.0
MIL-69	MIL-691	0.12	0.12	0.0	0	0	0.0	0.3	0.3	0.0
GNG-691	GG3-695	14.66	4.01	-265.6	0.02	0	N/A	27.1	7.4	-266.2
GG3-695	GG3-694	0.92	0.92	0.0	0	0	0.0	1.9	2	5.0
GG3-694	KER-69	0.92	0.92	0.0	0	0	0.0	3.6	3.6	0.0
GG3-695	CDO-692	13.72	3.1	-342.6	0.01	0	N/A	29.4	6.6	-345.5
CDO-692	CDO-693	10.61	0	N/A	0	0	0.0	15.9	0.1	-15800.0
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	10.61	-	N/A	0.01	-	N/A	15.9	-	N/A
GER-69	GER-691	2.98	-	N/A	0	-	N/A	5.1	-	N/A
GER-69	CVI-69	7.63	-	N/A	0.01	-	N/A	11.6	-	N/A
CVI-69	CVI-691	7.22	-	N/A	0	-	N/A	12.6	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0.4	-	N/A	0	-	N/A	0.7	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla IV. **Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 ESD Max**

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CB [MVAR]	CP [MVAR]	Δ [%]	CB [MVAR]	CP [MVAR]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO							
GSU-231	INC-231	-	41.12	N/A	-	-0.52	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6							
INC-691	INC-69D	13.6	10.16	-33.9	0.1	0.09	-11.1
INC-69D	NAR-693	13.5	10.07	-34.1	0.2	0.17	-17.6
NAR-693	NAR-691	13.3	9.9	-34.3	0.11	0.1	-10.0
NAR-691	NAR-69	13.19	9.81	-34.5	0.02	0.02	0.0
NAR-69	NAR-692	12.32	8.93	-38.0	0.02	0.01	-100.0
NAR-692	NAR-694	12.3	8.92	-37.9	0.08	0.07	-14.3
NAR-694	CG5-693	12.22	8.85	-38.1	0.14	0.12	-16.7
CG5-693	CG5-692	12.08	8.73	-38.4	0.57	0.48	-18.8
CG5-692	CG5-691	11.51	8.25	-39.5	0.07	0.06	-16.7
CG5-691	KOR-69D	11.44	8.19	-39.7	0.25	0.21	-19.0
KOR-69D	ROO-694	11.18	7.98	-40.1	0.04	0.03	-33.3
ROO-694	ROO-692	11.14	7.94	-40.3	0.06	0.05	-20.0
ROO-692	ROO-69	11.04	7.86	-40.5	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0.01	0.01	0.0	-0.01	-0.01	0.0
KOR-69D1	KOR-69	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
ROO-69	ROO-691	7.13	3.95	-80.5	0.01	0	N/A
ROO-691	MON-692	7.12	3.94	-80.7	0.03	0.01	-200.0
MON-692	MON-69	7.1	3.93	-80.7	0.07	0.03	-133.3
MON-69	MON-69D	3.12	-	N/A	-0.01	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	0.68	-	N/A	-0.05	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	4.89	-	N/A	0.04	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	4.2	-	N/A	0.03	-	N/A
CQU-69	LVA-69	8.31	-	N/A	1.84	-	N/A
MON-69D	MON-695	2.46	-	N/A	0	-	N/A
MON-695	MON-694	2.45	-	N/A	-0.02	-	N/A
MON-694	MIN-69	2.46	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0.07	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	-0.06	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A

LÍNEA INCIENSO - MINERVA							
INC-692	GRA-691	-	9	N/A	-	-0.02	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	9.03	N/A	-	-0.04	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	9.07	N/A	-	0	N/A
MIN-69	MON-694	-	6.57	N/A	-	0	N/A
MON-694	MON-695	-	6.57	N/A	-	-0.03	N/A
MON-695	MON-69D	-	6.59	N/A	-	0	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	6.6	N/A	-	-0.03	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	4.81	N/A	-	0.02	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	1.83	N/A	-	0.03	N/A
CQU-69	LVA-69	-	2.11	N/A	-	1.69	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	-	1.4	N/A	-	-0.01	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	1.46	N/A	-	-0.01	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	1.47	N/A	-	-0.01	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	1.48	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0.02	N/A	-	-0.03	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0.01	N/A	-	-0.01	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	-	3.61	N/A	-	0.05	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	3.61	N/A	-	0.05	N/A
ESI-692	ESI-691	-	3.53	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	3.59	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0.02	N/A	-	-0.03	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	-0.02	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	1.89	100.0	-0.02	0.03	166.7
SJD-692	SJD-691	-	1.84	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	1.87	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	1.86	N/A	-	0.05	N/A
GER-693	CVI-69	-	1.81	N/A	-	0.02	N/A
CVI-69	CVI-691	-	1.79	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0.34	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0.34	N/A	-	-0.02	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	-0.03	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	4.06	5.93	31.5	0.06	0.15	60.0
SJD-69	GER-692	-	1.84	N/A	-	-0.04	N/A
GER-692	GER-69	-	1.87	N/A	-	-0.01	N/A
GER-69	GER-691	-	1.89	N/A	-	0	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	9.57	10.28	6.9	0	0	0.0
CEN-692	CG6-692	6.11	6.11	0.0	0.11	0.11	0.0
CG6-692	CG6-691	6	6	0.0	0.03	0.03	0.0
CG6-691	ROO-693	5.97	5.97	0.0	0.07	0.07	0.0
ROO-693	MON-693	5.91	5.91	0.0	0.09	0.09	0.0
MON-693	TIN-69D	5.82	5.82	0.0	0.03	0.03	0.0
TIN-69D	MIX-69B	5.79	5.79	0.0	0.06	0.06	0.0
MIX-69B	TIN-69D1	5.73	5.73	0.0	0.06	0.06	0.0
TIN-69D1	TIN-69	5.67	5.67	0.0	0.02	0.02	0.0
TIN-69	TIN-691	5.65	5.65	0.0	0	0	0.0
TIN-691	TIN-692	0.02	0.02	0.0	0	0	0.0
TIN-692	IND-69	0.01	0.01	0.0	-0.01	-0.01	0.0
IND-69	LIZ-69	0.02	0.02	0.0	0	0	0.0
TIN-691	LIZ-691	3.9	3.9	0.0	0.01	0.01	0.0
LIZ-691	LFL-69	3.89	3.89	0.0	0.01	0.01	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	10.32	0	N/A	0.25	-0.05	600.0
CG5-694	HIP-69	0.03	-	N/A	-0.01	-	N/A
CG5-694	INC-691	10.03	-	N/A	0.44	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	3.47	-	N/A	0	-	N/A
KAM-691	CG3-692	3.47	-	N/A	0	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	3.48	-	N/A	0.01	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	3.67	-	N/A	0.05	-	N/A
ESI-692	ESI-691	3.61	-	N/A	0	-	N/A
ESI-691	ESI-69	3.61	-	N/A	0	-	N/A
CG3-69D	INC-693	7.37	-	N/A	0.22	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	-	3.44	N/A	-	0.01	N/A
KAM-692	KAM-69	-	3.43	N/A	-	0	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0.01	-	N/A	-0.01	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0.02	-	N/A	-0.03	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	1.45	-	N/A	-0.01	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	1.46	-	N/A	-0.01	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	1.48	-	N/A	0	-	N/A
CG2-69D	INC-691	1.39	-	N/A	-0.01	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	0.02	N/A	-	-0.01	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.03	N/A	-	-0.01	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	8.2	2.57	-219.1	0.04	0.01	-300.0
GG6-693	GNG-695	8.16	2.56	-218.8	0.4	0.06	-566.7
GNG-695	CEM-69	7.77	2.5	-210.8	0.79	0.11	-618.2
CEM-69	NOR-691	6.94	2.36	-194.1	0.01	0	N/A
NOR-691	NOR-69	6.95	2.36	-194.5	0.06	0	N/A
NOR-69	ZAP-693	4.91	0.4	-1127.5	0.12	-0.04	400.0
ZAP-693	ZAP-692	0.52	0.52	0.0	0	0	0.0
ZAP-692	ZAP-69	0.53	0.53	0.0	-0.01	-0.01	0.0
ZAP-693	MIN-692	4.27	0.01	-42600.0	0.13	-0.09	244.4
MIN-692	GRA-69	4.14	0	N/A	0.01	-0.01	200.0
GRA-69	INC-692	4.13	-	N/A	0.07	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	11.87	2.39	-396.7	0.19	-0.01	2000.0
APA-691	GG3-692	11.68	2.4	-386.7	0.32	-0.01	3300.0
GG3-692	GG3-691	11.36	2.41	-371.4	0.54	-0.02	2800.0
GG3-691	LNI-69	2.55	2.54	-0.4	0	0	0.0
GG3-691	MIN-691	8.27	0	N/A	0.68	-0.1	780.0
MIN-691	INC-693	7.59	-	N/A	0.23	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	9.44	3.04	-210.5	0.1	-0.01	1100.0
APA-692	APA-69	3.18	3.17	-0.3	-0.01	-0.01	0.0
APA-692	GG2-693	6.16	0.1	-6060.0	0.09	-0.03	400.0
GG2-693	GG2-692	6.07	0.05	-12040.0	0.17	-0.05	440.0
GG2-692	GG2-691	5.9	0.03	-19566.7	0.06	-0.02	400.0
GG2-691	BZA-69D	5.84	0	N/A	0.13	-0.04	425.0
BZA-69D	BZA-69	0.05	0.05	0.0	-0.01	-0.01	0.0
BZA-69D	ZAP-691	5.65	0	N/A	0.17	-0.05	440.0
ZAP-691	INC-691	5.49	-	N/A	0.12	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	6.8	1.61	-322.4	0.51	0	N/A
GNG-694	GNG-691	6.29	1.61	-290.7	0.12	0	N/A
GNG-691	MIL-69	0.02	0.02	0.0	-0.02	-0.02	0.0
MIL-69	MIL-691	0.03	0.03	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GNG-691	GG3-695	6.21	1.66	-274.1	0.32	-0.01	3300.0
GG3-695	GG3-694	0.03	0.03	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GG3-694	KER-69	0.04	0.04	0.0	-0.02	-0.02	0.0
GG3-695	CDO-692	5.87	1.64	-257.9	0.18	-0.01	1900.0
CDO-692	CDO-693	3.94	0.08	-4825.0	0.01	0	N/A
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	-0.07	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	3.93	-	N/A	0.22	-	N/A
GER-69	GER-691	1.89	-	N/A	0	-	N/A
GER-69	CVI-69	1.83	-	N/A	0.04	-	N/A
CVI-69	CVI-691	1.45	-	N/A	0	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0.34	-	N/A	-0.02	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla V. **Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 ESD Med**

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CB [MVAR]	CP [MVAR]	Δ [%]	CB [MVAR]	CP [MVAR]	Δ [%]
<b>LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO</b>							
GSU-231	INC-231	-	56.16	N/A	-	-0.56	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6</b>							
INC-691	INC-69D	13.76	14.95	8.0	0.04	0.08	50.0
INC-69D	NAR-693	13.72	14.87	7.7	0.07	0.15	53.3
NAR-693	NAR-691	13.65	14.72	7.3	0.04	0.09	55.6
NAR-691	NAR-69	13.62	14.63	6.9	0.01	0.02	50.0
NAR-69	NAR-692	12.49	13.5	7.5	0.01	0.01	0.0
NAR-692	NAR-694	12.48	13.49	7.5	0.03	0.07	57.1
NAR-694	CG5-693	12.45	13.42	7.2	0.05	0.12	58.3
CG5-693	CG5-692	12.4	13.3	6.8	0.2	0.49	59.2
CG5-692	CG5-691	12.21	12.81	4.7	0.03	0.06	50.0
CG5-691	KOR-69D	12.18	12.75	4.5	0.09	0.22	59.1
KOR-69D	ROO-694	12.09	12.53	3.5	0.01	0.04	75.0
ROO-694	ROO-692	12.08	12.49	3.3	0.02	0.05	60.0
ROO-692	ROO-69	12.03	12.46	3.5	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0.13	0.13	0.0	-0.01	-0.01	0.0
KOR-69D1	KOR-69	0.14	0.14	0.0	-0.01	-0.01	0.0
ROO-69	ROO-691	5.07	5.54	8.5	-0.01	0	N/A
ROO-691	MON-692	5.08	5.54	8.3	-0.02	0.01	300.0
MON-692	MON-69	5.1	5.54	7.9	-0.04	0.02	300.0
MON-69	MON-69D	0.41	-	N/A	0	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	2.45	-	N/A	0.12	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	1.53	-	N/A	-0.15	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	4.04	-	N/A	0.06	-	N/A
CQU-69	LVA-69	7.56	-	N/A	1.8	-	N/A
MON-69D	MON-695	1.93	-	N/A	0	-	N/A
MON-695	MON-694	1.91	-	N/A	-0.04	-	N/A
MON-694	MIN-69	1.96	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0.07	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	-0.06	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A

LÍNEA INCIENSO - MINERVA							
INC-692	GRA-691	-	4.92	N/A	-	0	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	4.91	N/A	-	0.01	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	4.91	N/A	-	0	N/A
MIN-69	MON-694	-	2.9	N/A	-	0	N/A
MON-694	MON-695	-	2.9	N/A	-	0.09	N/A
MON-695	MON-69D	-	2.82	N/A	-	0	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	2.81	N/A	-	0.1	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	1.51	N/A	-	-0.17	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	1.2	N/A	-	0.05	N/A
CQU-69	LVA-69	-	2.2	N/A	-	1.64	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	-	6.99	N/A	-	0.04	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	7	N/A	-	0.04	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	6.97	N/A	-	0.03	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	6.94	N/A	-	0.02	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0.02	N/A	-	-0.03	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0.01	N/A	-	-0.01	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	-	8.05	N/A	-	0.06	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	8.04	N/A	-	0.06	N/A
ESI-692	ESI-691	-	7.97	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	7.97	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0.02	N/A	-	-0.03	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	-0.02	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	2.27	100.0	-0.02	0.04	150.0
SJD-692	SJD-691	-	2.21	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	2.21	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	2.23	N/A	-	0.07	N/A
GER-693	CVI-69	-	2.16	N/A	-	0.03	N/A
CVI-69	CVI-691	-	2.12	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0.02	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	-0.02	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	-0.03	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	6.6	8.92	26.0	0.04	0.11	63.6
SJD-69	GER-692	-	2.3	N/A	-	-0.04	N/A
GER-692	GER-69	-	2.34	N/A	-	-0.02	N/A
GER-69	GER-691	-	2.36	N/A	-	0	N/A



LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	12.14	12.89	5.8	0	0	0.0
CEN-692	CG6-692	7.31	7.33	0.3	0.08	0.08	0.0
CG6-692	CG6-691	7.23	7.24	0.1	0.02	0.02	0.0
CG6-691	ROO-693	7.21	7.22	0.1	0.05	0.05	0.0
ROO-693	MON-693	7.16	7.17	0.1	0.06	0.06	0.0
MON-693	TIN-69D	7.1	7.11	0.1	0.02	0.02	0.0
TIN-69D	MIX-69B	7.08	7.09	0.1	0.04	0.04	0.0
MIX-69B	TIN-69D1	7.04	7.04	0.0	0.04	0.04	0.0
TIN-69D1	TIN-69	6.99	7	0.1	0.01	0.01	0.0
TIN-69	TIN-691	6.98	6.99	0.1	0	0	0.0
TIN-691	TIN-692	0.56	0.56	0.0	0	0	0.0
TIN-692	IND-69	0.56	0.56	0.0	-0.01	-0.01	0.0
IND-69	LIZ-69	0.57	0.57	0.0	0	0	0.0
TIN-691	LIZ-691	4.59	4.6	0.2	0	0	0.0
LIZ-691	LFL-69	4.59	4.59	0.0	0	0	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	12.27	0	N/A	0.13	-0.05	360.0
CG5-694	HIP-69	0.17	-	N/A	-0.01	-	N/A
CG5-694	INC-691	11.97	-	N/A	0.22	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	4.86	-	N/A	0	-	N/A
KAM-691	CG3-692	4.86	-	N/A	0	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	4.86	-	N/A	0	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	8.27	-	N/A	0.07	-	N/A
ESI-692	ESI-691	8.18	-	N/A	0	-	N/A
ESI-691	ESI-69	8.24	-	N/A	0	-	N/A
CG3-69D	INC-693	13.34	-	N/A	0.22	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	-	4.97	N/A	-	-0.01	N/A
KAM-692	KAM-69	-	4.98	N/A	-	0	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0.01	-	N/A	-0.01	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0.02	-	N/A	-0.03	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	7.1	-	N/A	0.04	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	7.06	-	N/A	0.03	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	7.02	-	N/A	0.02	-	N/A
CG2-69D	INC-691	7.09	-	N/A	0.04	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	0.16	N/A	-	-0.01	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.17	N/A	-	-0.01	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	12.37	4.73	-161.5	0.02	0	N/A
GG6-693	GNG-695	12.34	4.74	-160.3	0.21	0	N/A
GNG-695	CEM-69	12.13	4.74	-155.9	0.41	-0.01	4200.0
CEM-69	NOR-691	10.98	4	-174.5	0	0	0.0
NOR-691	NOR-69	10.97	4.01	-173.6	0.03	0	N/A
NOR-69	ZAP-693	7.85	0.93	-744.1	0.05	-0.04	225.0
ZAP-693	ZAP-692	1.05	1.08	2.8	0	0	0.0
ZAP-692	ZAP-69	1.06	1.06	0.0	-0.02	-0.02	0.0
ZAP-693	MIN-692	6.73	0.01	-67200.0	0.08	-0.09	188.9
MIN-692	GRA-69	6.65	0	N/A	0.01	-0.01	200.0
GRA-69	INC-692	6.65	-	N/A	0.04	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	17.33	2.03	-753.7	0.15	-0.01	1600.0
APA-691	GG3-692	17.18	2.04	-742.2	0.26	-0.03	966.7
GG3-692	GG3-691	16.91	2.07	-716.9	0.44	-0.04	1200.0
GG3-691	LNI-69	2.22	2.21	-0.5	0	0	0.0
GG3-691	MIN-691	14.25	0	N/A	0.68	-0.1	780.0
MIN-691	INC-693	13.57	-	N/A	0.23	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	11.93	1.9	-527.9	0.07	-0.02	450.0
APA-692	APA-69	2.01	2	-0.5	-0.01	-0.01	0.0
APA-692	GG2-693	9.86	0.06	-16333.3	0.09	-0.03	400.0
GG2-693	GG2-692	9.77	0.01	-97600.0	0.16	-0.05	420.0
GG2-692	GG2-691	9.61	-0.01	96200.0	0.05	-0.02	350.0
GG2-691	BZA-69D	9.56	0	N/A	0.12	-0.04	400.0
BZA-69D	BZA-69	0.1	0.1	0.0	-0.01	-0.01	0.0
BZA-69D	ZAP-691	9.34	0	N/A	0.15	-0.05	400.0
ZAP-691	INC-691	9.19	-	N/A	0.11	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	8.49	2.45	-246.5	0.46	-0.03	1633.3
GNG-694	GNG-691	8.03	2.48	-223.8	0.11	-0.01	1200.0
GNG-691	MIL-69	0.09	0.08	-12.5	-0.02	-0.02	0.0
MIL-69	MIL-691	0.16	0.16	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GNG-691	GG3-695	7.84	2.41	-225.3	0.28	-0.02	1500.0
GG3-695	GG3-694	0.29	0.29	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GG3-694	KER-69	0.3	0.3	0.0	-0.02	-0.02	0.0
GG3-695	CDO-692	7.27	2.14	-239.7	0.16	-0.02	900.0
CDO-692	CDO-693	4.86	0.08	-5975.0	0.01	0	N/A
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	-0.07	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	4.85	-	N/A	0.25	-	N/A
GER-69	GER-691	2.36	-	N/A	0	-	N/A
GER-69	CVI-69	2.25	-	N/A	0.07	-	N/A
CVI-69	CVI-691	2.2	-	N/A	0	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0	-	N/A	-0.02	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla VI. **Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 ESD Min**

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CB [MVAR]	CP [MVAR]	Δ [%]	CB [MVAR]	CP [MVAR]	Δ [%]
<b>LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO</b>							
GSU-231	INC-231	-	1.62	N/A	-	-2.94	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6</b>							
INC-691	INC-69D	0.04	2.05	98.0	0.01	0.01	0.0
INC-69D	NAR-693	0.08	2.04	96.1	0.03	0.02	-50.0
NAR-693	NAR-691	0.09	2.03	95.6	0.01	0.01	0.0
NAR-691	NAR-69	0.09	2.02	95.5	0	0	0.0
NAR-69	NAR-692	0.3	1.8	83.3	0	0	0.0
NAR-692	NAR-694	0.32	1.8	82.2	0.01	0	N/A
NAR-694	CG5-693	0.34	1.8	81.1	0.02	0.01	-100.0
CG5-693	CG5-692	0.4	1.79	77.7	0.07	0.03	-133.3
CG5-692	CG5-691	0.41	1.75	76.6	0.01	0	N/A
CG5-691	KOR-69D	0.44	1.75	74.9	0.03	0.01	-200.0
KOR-69D	ROO-694	0.44	1.73	74.6	0	0	0.0
ROO-694	ROO-692	0.46	1.73	73.4	0.01	0	N/A
ROO-692	ROO-69	0.47	1.73	72.8	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0.04	0.04	0.0	-0.01	-0.01	0.0
KOR-69D1	KOR-69	0.06	0.06	0.0	-0.01	-0.01	0.0
ROO-69	ROO-691	1.35	0.82	-64.6	0	-0.01	100.0
ROO-691	MON-692	1.33	0.83	-60.2	-0.01	-0.02	50.0
MON-692	MON-69	1.3	0.85	-52.9	-0.03	-0.04	25.0
MON-69	MON-69D	2.17	-	N/A	-0.01	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	2.52	-	N/A	-0.08	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	0.04	-	N/A	-0.21	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	2.54	-	N/A	-0.02	-	N/A
CQU-69	LVA-69	2.45	-	N/A	-0.29	-	N/A
MON-69D	MON-695	0.41	-	N/A	0	-	N/A
MON-695	MON-694	0.42	-	N/A	-0.06	-	N/A
MON-694	MIN-69	0.5	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0.08	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	-0.07	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A

LÍNEA INCIENSO - MINERVA							
INC-692	GRA-691	-	2.33	N/A	-	-0.04	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	2.27	N/A	-	-0.06	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	2.26	N/A	-	0	N/A
MIN-69	MON-694	-	2.83	N/A	-	0	N/A
MON-694	MON-695	-	2.76	N/A	-	-0.06	N/A
MON-695	MON-69D	-	2.75	N/A	-	0	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	2.68	N/A	-	-0.08	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	0.04	N/A	-	-0.21	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	2.7	N/A	-	-0.02	N/A
CQU-69	LVA-69	-	2.62	N/A	-	-0.29	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	-	0.56	N/A	-	-0.03	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	0.64	N/A	-	-0.03	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	0.67	N/A	-	-0.02	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	0.69	N/A	-	-0.01	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0.02	N/A	-	-0.03	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0.01	N/A	-	-0.01	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	-	0.44	N/A	-	-0.03	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	0.52	N/A	-	-0.03	N/A
ESI-692	ESI-691	-	0.51	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	0.57	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0.02	N/A	-	-0.03	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	-0.02	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	1.51	100.0	-0.02	-0.03	33.3
SJD-692	SJD-691	-	1.56	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	1.49	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	1.54	N/A	-	-0.05	N/A
GER-693	CVI-69	-	1.59	N/A	-	-0.02	N/A
CVI-69	CVI-691	-	1.61	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0.02	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0.02	N/A	-	-0.02	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	-0.03	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	0.63	0.78	19.2	-0.02	-0.02	0.0
SJD-69	GER-692	-	0.14	N/A	-	-0.07	N/A
GER-692	GER-69	-	0.21	N/A	-	-0.03	N/A
GER-69	GER-691	-	0.24	N/A	-	0	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	0.73	0.73	0.0	0	0	0.0
CEN-692	CG6-692	0.28	0.28	0.0	-0.04	-0.04	0.0
CG6-692	CG6-691	0.32	0.32	0.0	-0.01	-0.01	0.0
CG6-691	ROO-693	0.33	0.33	0.0	-0.02	-0.02	0.0
ROO-693	MON-693	0.36	0.35	-2.9	-0.03	-0.03	0.0
MON-693	TIN-69D	0.39	0.38	-2.6	-0.01	-0.01	0.0
TIN-69D	MIX-69B	0.4	0.4	0.0	-0.02	-0.02	0.0
MIX-69B	TIN-69D1	0.42	0.42	0.0	-0.02	-0.02	0.0
TIN-69D1	TIN-69	0.44	0.44	0.0	-0.01	-0.01	0.0
TIN-69	TIN-691	0.46	0.45	-2.2	0	0	0.0
TIN-691	TIN-692	0.01	0.01	0.0	0	0	0.0
TIN-692	IND-69	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
IND-69	LIZ-69	0	0.01	100.0	0	0	0.0
TIN-691	LIZ-691	0.3	0.3	0.0	-0.02	-0.02	0.0
LIZ-691	LFL-69	0.32	0.32	0.0	-0.04	-0.04	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	0.2	0	N/A	0.05	-0.05	200.0
CG5-694	HIP-69	0.01	-	N/A	-0.01	-	N/A
CG5-694	INC-691	0.29	-	N/A	0.08	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	0.47	-	N/A	0	-	N/A
KAM-691	CG3-692	0.46	-	N/A	-0.02	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	0.43	-	N/A	-0.02	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	0.52	-	N/A	-0.03	-	N/A
ESI-692	ESI-691	0.53	-	N/A	0	-	N/A
ESI-691	ESI-69	0.53	-	N/A	0	-	N/A
CG3-69D	INC-693	0.94	-	N/A	-0.01	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	-	0.43	N/A	-	-0.05	N/A
KAM-692	KAM-69	-	0.47	N/A	-	0	N/A
KAM-692	TIK-69D	0.01	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0	-	N/A	-0.01	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0.02	-	N/A	-0.03	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	0.64	-	N/A	-0.03	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	0.67	-	N/A	-0.02	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	0.69	-	N/A	-0.01	-	N/A
CG2-69D	INC-691	0.55	-	N/A	-0.03	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	0	N/A	-	-0.01	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.01	N/A	-	-0.01	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	0.93	0.17	-447.1	0	0	0.0
GG6-693	GNG-695	0.94	0.18	-422.2	0	-0.03	100.0
GNG-695	CEM-69	0.94	0.21	-347.6	0	-0.07	100.0
CEM-69	NOR-691	0.9	0.25	-260.0	0	0	0.0
NOR-691	NOR-69	0.91	0.25	-264.0	0	-0.01	100.0
NOR-69	ZAP-693	0.65	0.01	-6400.0	-0.02	-0.04	50.0
ZAP-693	ZAP-692	0.14	0.11	-27.3	0	0	0.0
ZAP-692	ZAP-69	0.14	0.14	0.0	-0.02	-0.02	0.0
ZAP-693	MIN-692	0.53	0.01	-5200.0	-0.07	-0.09	22.2
MIN-692	GRA-69	0.6	0	N/A	0	-0.01	100.0
GRA-69	INC-692	0.6	-	N/A	-0.03	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	1.13	0.04	-2725.0	0	-0.02	100.0
APA-691	GG3-692	1.13	0.06	-1783.3	0	-0.03	100.0
GG3-692	GG3-691	1.14	0.09	-1166.7	0	-0.05	100.0
GG3-691	LNI-69	0.25	0.25	0.0	0	0	0.0
GG3-691	MIN-691	0.89	0	N/A	-0.03	-0.11	72.7
MIN-691	INC-693	0.93	-	N/A	-0.01	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	0.89	0.02	-4350.0	-0.01	-0.02	50.0
APA-692	APA-69	0.21	0.21	0.0	-0.01	-0.01	0.0
APA-692	GG2-693	0.69	0.14	-392.9	-0.01	-0.03	66.7
GG2-693	GG2-692	0.71	0.09	-688.9	-0.02	-0.05	60.0
GG2-692	GG2-691	0.73	0.08	-812.5	-0.01	-0.02	50.0
GG2-691	BZA-69D	0.74	0.04	-1750.0	-0.02	-0.04	50.0
BZA-69D	BZA-69	0.01	0.01	0.0	-0.01	-0.01	0.0
BZA-69D	ZAP-691	0.74	0	N/A	-0.03	-0.05	40.0
ZAP-691	INC-691	0.77	-	N/A	-0.02	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	1.93	0.01	-19200.0	0.02	-0.05	140.0
GNG-694	GNG-691	1.91	0	N/A	0	-0.01	100.0
GNG-691	MIL-69	0.07	0.07	0.0	-0.02	-0.02	0.0
MIL-69	MIL-691	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GNG-691	GG3-695	2.01	0.09	-2133.3	0.01	-0.04	125.0
GG3-695	GG3-694	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GG3-694	KER-69	0.01	0.01	0.0	-0.02	-0.02	0.0
GG3-695	CDO-692	2	0.14	-1328.6	0	-0.02	100.0
CDO-692	CDO-693	1.77	0.08	-2112.5	0	0	0.0
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	-0.07	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	1.77	-	N/A	-0.03	-	N/A
GER-69	GER-691	0.25	-	N/A	0	-	N/A
GER-69	CVI-69	1.57	-	N/A	-0.04	-	N/A
CVI-69	CVI-691	1.59	-	N/A	0	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0.02	-	N/A	-0.02	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla VII. **Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 ESD Max**

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CB [MW]	CP [MW]	$\Delta$ [%]	CB [%]	CP [%]	$\Delta$ [%]
GSU 230/69 (1)	82.83	74.21	-11.6	57.2	55.3	-3.4
GSU 230/69 (2)	119.46	108.66	-9.9	73.3	69.7	-5.2
GSU 230/69 (3)	41.41	40.68	-1.8	50.9	50.2	-1.4
GNO 230/69 (1)	70.61	41.63	-69.6	47.7	27.8	-71.6
GNO 230/69 (2)	74.51	43.93	-69.6	50.4	29.3	-72.0
GNO 230/69 (3)	93.07	42.69	-118.0	64.8	29.1	-122.7
INC 230/69 (1)	-	98.29	N/A	-	67.7	N/A
INC 230/69 (2)	-	34.49	N/A	-	25.4	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla VIII. **Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 ESD Med**

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CB [MW]	CP [MW]	$\Delta$ [%]	CB [%]	CP [%]	$\Delta$ [%]
GSU 230/69 (1)	73.91	65.66	-12.6	50.7	44.8	-13.2
GSU 230/69 (2)	106.69	93.27	-14.4	70.3	57.2	-22.9
GSU 230/69 (3)	28.47	27.92	-2.0	34.7	34.1	-1.8
GNO 230/69 (1)	53.85	27.65	-94.8	37.4	18.5	-102.2
GNO 230/69 (2)	56.82	29.18	-94.7	39.5	19.5	-102.6
GNO 230/69 (3)	79.53	30.64	-159.6	57.2	21.9	-161.2
INC 230/69 (1)	-	107.27	N/A	-	76.9	N/A
INC 230/69 (2)	-	13.11	N/A	-	12.9	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla IX. **Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 ESD Min**

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CB [MW]	CP [MW]	$\Delta$ [%]	CB [%]	CP [%]	$\Delta$ [%]
GSU 230/69 (1)	41.58	35.75	-16.3	45.2	43.3	-4.4
GSU 230/69 (2)	61.65	53.03	-16.3	50.9	48	-6.0
GSU 230/69 (3)	14.34	14.09	-1.8	14.5	14.4	-0.7
GNO 230/69 (1)	22.78	13.57	-67.9	17	11.3	-50.4
GNO 230/69 (2)	24.07	14.34	-67.9	17.5	11.4	-53.5
GNO 230/69 (3)	45.6	27.02	-68.8	30.8	18	-71.1
INC 230/69 (1)	-	41.38	N/A	-	27.9	N/A
INC 230/69 (2)	-	13.7	N/A	-	9.2	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla X. **Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 ESD Max**

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo
		CB [p.u.]	CB [°]	CP [p.u.]	CP [°]	$\Delta$ [%]	$\Delta$ [%]
1109	GSU-231	1.000	-9.2	0.999	-9.5	-0.1	3.2
1156	GSU-692	1.005	-12.7	1.005	-12.9	0.0	1.6
INC231	INC-231	-	-	0.991	-10.4	N/A	N/A
INC232	INC-232	-	-	0.991	-10.4	N/A	N/A
1152	GNO-691	1.007	-13.2	1.004	-11.4	-0.3	-15.8
1153	GNO-692	1.011	-13.9	1.013	-11.3	0.2	-23.0
12009	APA-69	1.009	-14.1	1.013	-11.4	0.4	-23.7
12020	BZA-69	0.998	-15.1	1.013	-11.4	1.5	-32.5
12132	LNI-69	0.993	-14.4	1.001	-11.7	0.8	-23.1
12133	NOR-69	0.991	-14.9	0.997	-12.3	0.6	-21.1
12198	ZAP-69	0.987	-15.2	0.996	-12.3	0.9	-23.6
12025	CEM-69	0.992	-14.8	0.998	-12.2	0.6	-21.3
12091	INC-691	0.991	-15.8	0.989	-15.2	-0.2	-3.9
12092	INC-692	0.981	-16	0.994	-12.1	1.3	-32.2
1204	CEN-69	1.003	-14.6	1.003	-14.4	0.0	-1.4
12027	CEN-692	1.003	-14.6	1.003	-14.4	0.0	-1.4
12163	SJD-69	0.978	-16.2	0.991	-12.4	1.3	-30.6
12057	ESI-69	0.973	-16.4	0.986	-15.6	1.3	-5.1
12100	LCA-69	0.988	-16.2	0.986	-15.5	-0.2	-4.5
12095	KAM-69	0.973	-16.4	1.001	-14.6	2.8	-12.3
12089	HIP-69	0.999	-15	1.001	-14.6	0.2	-2.7
12286	NAR-69	0.986	-16.3	0.985	-15.6	-0.1	-4.5
12153	ROO-69	0.970	-17.9	0.971	-17.1	0.1	-4.7



12258	KOR-69	0.970	-17.9	0.971	-17.2	0.1	-4.1
MIX69B	MIX-69B	0.992	-15.8	0.991	-15.6	-0.1	-1.3
12186	TIN-69	0.989	-16	0.989	-15.8	0.0	-1.3
12093	IND-69	0.989	-16	0.989	-15.8	0.0	-1.3
12103	LIZ-69	0.989	-16	0.989	-15.8	0.0	-1.3
12102	LFL-69	0.987	-16.3	0.987	-16.1	0.0	-1.2
12127	MON-69	0.965	-18.3	0.968	-17.5	0.3	-4.6
12119	MIN-69	0.963	-18.5	0.988	-12.1	2.5	-52.9
12240	SJS-69	0.953	-18.9	0.973	-12.4	2.1	-52.4
12049	CQU-69	0.967	-18	0.986	-11.5	1.9	-56.5
1249	LVA-69	0.998	-14.8	1.006	-8.2	0.8	-80.5
12022	CDO-691	0.994	-14.3	0.992	-12.6	-0.2	-13.5
12023	CDO-692	0.995	-15.6	1.009	-11.8	1.4	-32.2
12263	GER-691	0.990	-16.2	0.989	-12.7	-0.1	-27.6
12262	CVI-691	0.988	-16.5	0.984	-15.9	-0.4	-3.8
12267	OKM-69D	0.988	-16.5	0.984	-15.9	-0.4	-3.8

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XI. **Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 ESD Med**

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo
		CB [p.u.]	CB [°]	CP [p.u.]	CP [°]	Δ [%]	Δ [%]
1109	GSU-231	0.985	-9.2	0.984	-9.6	-0.1	4.2
1156	GSU-692	1.002	-11.7	1.002	-12	0.0	2.5
INC231	INC-231	-	-	0.974	-10.5	N/A	N/A
INC232	INC-232	-	-	0.974	-10.5	N/A	N/A
1152	GNO-691	1.006	-12.2	1.006	-10.7	0.0	-14.0
1153	GNO-692	1.010	-13.2	1.014	-10.8	0.4	-22.2
12009	APA-69	1.008	-13.3	1.014	-10.8	0.6	-23.1
12020	BZA-69	0.995	-14.2	1.014	-10.8	1.9	-31.5
12132	LNI-69	0.990	-13.2	1.004	-10.9	1.4	-21.1
12133	NOR-69	0.990	-13.3	1.000	-11.2	1.0	-18.8
12198	ZAP-69	0.987	-13.5	1.000	-11.2	1.3	-20.5
12025	CEM-69	0.991	-13.3	1.000	-11.2	0.9	-18.8
12091	INC-691	0.987	-14.8	1.006	-15.4	1.9	3.9
12092	INC-692	0.979	-14.2	0.992	-11.1	1.3	-27.9
1204	CEN-69	0.999	-14	0.996	-13.9	-0.3	-0.7
12027	CEN-692	0.999	-14	0.996	-13.9	-0.3	-0.7
12163	SJD-69	0.976	-14.3	0.990	-11.4	1.4	-25.4
12057	ESI-69	0.964	-15	1.001	-15.9	3.7	5.7
12100	LCA-69	0.979	-15.4	0.998	-16	1.9	3.8
12095	KAM-69	0.965	-14.9	0.994	-14.1	2.9	-5.7
12089	HIP-69	0.994	-14.3	0.994	-14.1	0.0	-1.4
12286	NAR-69	0.983	-15.1	1.001	-15.8	1.8	4.4
12153	ROO-69	0.969	-16	0.985	-17.3	1.6	7.5

12258	KOR-69	0.969	-16	0.984	-17.3	1.5	7.5
MIX69B	MIX-69B	0.987	-15	0.984	-14.9	-0.3	-0.7
12186	TIN-69	0.985	-15.2	0.982	-15.1	-0.3	-0.7
12093	IND-69	0.984	-15.2	0.982	-15.1	-0.2	-0.7
12103	LIZ-69	0.984	-15.2	0.982	-15.1	-0.2	-0.7
12102	LFL-69	0.982	-15.4	0.980	-15.4	-0.2	0.0
12127	MON-69	0.967	-16	0.981	-17.6	1.4	9.1
12119	MIN-69	0.966	-16.1	0.992	-10.7	2.6	-50.5
12240	SJS-69	0.966	-15.8	0.990	-10.1	2.4	-56.4
12049	CQU-69	0.972	-15.3	0.996	-9.6	2.4	-59.4
1249	LVA-69	1.002	-12.1	1.016	-6.3	1.4	-92.1
12022	CDO-691	0.995	-13	0.996	-11.5	0.1	-13.0
12023	CDO-692	0.994	-14.7	1.010	-11.1	1.6	-32.4
12263	GER-691	0.988	-15.3	0.987	-11.6	-0.1	-31.9
12262	CVI-691	0.986	-15.6	1.001	-16.2	1.5	3.7
12267	OKM-69D	0.986	-15.6	1.001	-16.2	1.5	3.7

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XII. **Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 ESD Min**

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo
		CB [p.u.]	CB [°]	CP [p.u.]	CP [°]	Δ [%]	Δ [%]
1109	GSU-231	1.034	-3.7	1.036	-3.9	0.2	5.1
1156	GSU-692	1.015	-4.9	1.017	-5.1	0.2	3.9
INC231	INC-231	-	-	1.034	-4.2	N/A	N/A
INC232	INC-232	-	-	1.034	-4.2	N/A	N/A
1152	GNO-691	1.014	-5.6	1.017	-5.1	0.3	-9.8
1153	GNO-692	1.018	-6.6	1.011	-5.7	-0.7	-15.8
12009	APA-69	1.018	-6.7	1.010	-5.7	-0.8	-17.5
12020	BZA-69	1.015	-7	1.010	-5.7	-0.5	-22.8
12132	LNI-69	1.011	-6	1.017	-5.2	0.6	-15.4
12133	NOR-69	1.010	-6.2	1.016	-5.4	0.6	-14.8
12198	ZAP-69	1.008	-6.3	1.015	-5.4	0.7	-16.7
12025	CEM-69	1.010	-6.2	1.016	-5.4	0.6	-14.8
12091	INC-691	1.013	-7.3	1.000	-6.2	-1.3	-17.7
12092	INC-692	1.007	-6.6	1.005	-4.9	-0.2	-34.7
1204	CEN-69	1.016	-6.5	1.019	-6.2	0.3	-4.8
12027	CEN-692	1.016	-6.5	1.019	-6.2	0.3	-4.8
12163	SJD-69	1.006	-6.6	1.005	-5	-0.1	-32.0
12057	ESI-69	1.006	-6.6	0.999	-6.3	-0.7	-4.8
12100	LCA-69	1.011	-7.5	0.998	-6.4	-1.3	-17.2
12095	KAM-69	1.006	-6.6	1.019	-6.3	1.3	-4.8
12089	HIP-69	1.015	-6.8	1.019	-6.3	0.4	-7.9
12286	NAR-69	1.012	-7.5	0.998	-6.4	-1.4	-17.2
12153	ROO-69	1.008	-8.3	0.994	-7.1	-1.4	-16.9

12258	KOR-69	1.008	-8.3	0.994	-7.1	-1.4	-16.9
MIX69B	MIX-69B	1.014	-6.9	1.017	-6.6	0.3	-4.5
12186	TIN-69	1.014	-6.9	1.016	-6.6	0.2	-4.5
12093	IND-69	1.013	-6.9	1.016	-6.6	0.3	-4.5
12103	LIZ-69	1.013	-6.9	1.016	-6.6	0.3	-4.5
12102	LFL-69	1.013	-7	1.016	-6.7	0.3	-4.5
12127	MON-69	1.008	-8.5	0.993	-7.2	-1.5	-18.1
12119	MIN-69	1.007	-8.6	1.006	-5	-0.1	-72.0
12240	SJS-69	1.007	-8.8	1.006	-5.3	-0.1	-66.0
12049	CQU-69	1.009	-8.6	1.008	-5.1	-0.1	-68.6
1249	LVA-69	1.016	-8.1	1.016	-4.7	0.0	-72.3
12022	CDO-691	1.011	-6	1.014	-5.5	0.3	-9.1
12023	CDO-692	1.013	-7.2	1.009	-5.9	-0.4	-22.0
12263	GER-691	1.011	-7.4	1.004	-5.1	-0.7	-45.1
12262	CVI-691	1.010	-7.5	0.997	-6.5	-1.3	-15.4
12267	OKM-69D	1.010	-7.5	0.997	-6.5	-1.3	-15.4

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XIII. **Ahorro de pérdidas de potencia [MW] en el SNI al incluir el nuevo proyecto año 2 ESD Max, ESD Med y ESD Min**

Época seca	Pérdidas MW		
	CB	CP	Ahorro
Máxima	78.796	75.774	3.022
Media	47.239	45.412	1.827
Mínima	17.247	16.68	0.567

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XIV. **Ahorro de pérdidas de potencia [MW] en la zona 2 al incluir el nuevo proyecto año 2 ESD Max, ESD Med y ESD Min**

Época seca	Pérdidas MW		
	CB	CP	Ahorro
Máxima	21.521	18.995	2.526
Media	16.213	14.568	1.645
Mínima	6.313	5.901	0.412

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

**B. Resultados de flujos de carga año 2 del proyecto, fase 2: 2016 época húmeda**

**Tabla XV. Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 EHD Max**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	134.97	N/A	-	0.4	N/A	-	33	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	50.6	48.18	-5.0	0.03	0.02	-50.0	66.8	62.7	-6.5
INC-69D	NAR-693	50.57	48.16	-5.0	0.07	0.06	-16.7	79.5	74.7	-6.4
NAR-693	NAR-691	50.5	48.1	-5.0	0.03	0.03	0.0	66.8	62.7	-6.5
NAR-691	NAR-69	50.47	48.07	-5.0	0.01	0.01	0.0	66.8	62.7	-6.5
NAR-69	NAR-692	42.79	40.39	-5.9	0	0	0.0	56.9	52.9	-7.6
NAR-692	NAR-694	42.78	40.38	-5.9	0.02	0.02	0.0	56.9	52.9	-7.6
NAR-694	CG5-693	42.76	40.37	-5.9	0.05	0.04	-25.0	67.7	63	-7.5
CG5-693	CG5-692	42.71	40.32	-5.9	0.15	0.13	-15.4	56.9	52.9	-7.6
CG5-692	CG5-691	42.56	40.19	-5.9	0.03	0.02	-50.0	67.7	63	-7.5
CG5-691	KOR-69D	42.53	40.17	-5.9	0.09	0.08	-12.5	67.7	63	-7.5
KOR-69D	ROO-694	42.44	40.09	-5.9	0.02	0.01	-100.0	67.7	63	-7.5
ROO-694	ROO-692	42.43	40.07	-5.9	0.02	0.02	0.0	67.7	63	-7.5
ROO-692	ROO-69	42.41	40.06	-5.9	0	0	0.0	67.8	63	-7.6
ROO-69	KOR-69D1	1.77	1.77	0.0	0	0	0.0	8.3	8.2	-1.2
KOR-69D1	KOR-69	1.77	1.77	0.0	0	0	0.0	7.5	7.4	-1.4
ROO-69	ROO-691	19.5	17.15	-13.7	0	0	0.0	26.4	22.8	-15.8
ROO-691	MON-692	19.49	17.15	-13.6	0.01	0.01	0.0	26.4	22.8	-15.8
MON-692	MON-69	19.48	17.14	-13.7	0.03	0.02	-50.0	26.4	22.8	-15.8
MON-69	MON-69D	2.34	-	N/A	0	-	N/A	3.9	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-8.67	-	N/A	0.01	-	N/A	13.8	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	13.51	-	N/A	0.11	-	N/A	27.9	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-22.2	-	N/A	0.02	-	N/A	36.2	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-35.4	-	N/A	0.74	-	N/A	55.8	-	N/A
MON-69D	MON-695	11	-	N/A	0	-	N/A	17.7	-	N/A
MON-695	MON-694	11	-	N/A	0.01	-	N/A	17.7	-	N/A
MON-694	MIN-69	10.99	-	N/A	0	-	N/A	14.9	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	2.26	N/A	-	0	N/A	-	8.8	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	2.26	N/A	-	0.01	N/A	-	10.5	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	2.25	N/A	-	0	N/A	-	8.9	N/A
MIN-69	MON-694	-	-8.73	N/A	-	0	N/A	-	12.4	N/A
MON-694	MON-695	-	-8.74	N/A	-	0.01	N/A	-	14.8	N/A
MON-695	MON-69D	-	-8.74	N/A	-	0	N/A	-	14.7	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-8.75	N/A	-	0.01	N/A	-	14.8	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	13.5	N/A	-	0.1	N/A	-	27.3	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-22.27	N/A	-	0.02	N/A	-	34.2	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-35.4	N/A	-	0.68	N/A	-	53.4	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	11.68	N/A	-	0.01	N/A	-	15	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	11.67	N/A	-	0.01	N/A	-	15	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	11.66	N/A	-	0.01	N/A	-	19.9	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	11.66	N/A	-	0.01	N/A	-	25.6	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	21.28	N/A	-	0.02	N/A	-	27.5	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	21.26	N/A	-	0.02	N/A	-	27.5	N/A
ESI-692	ESI-691	-	21.24	N/A	-	0	N/A	-	27.5	N/A
ESI-691	ESI-69	-	21.24	N/A	-	0	N/A	-	27.5	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	18.86	100.0	0	0.02	100.0	0	24.1	100.0
SJD-692	SJD-691	-	18.85	N/A	-	0	N/A	-	24.1	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	18.84	N/A	-	0	N/A	-	24.1	N/A
SJD-694	GER-693	-	18.85	N/A	-	0.03	N/A	-	24.1	N/A
GER-693	CVI-69	-	18.82	N/A	-	0.02	N/A	-	28.7	N/A
CVI-69	CVI-691	-	18.8	N/A	-	0	N/A	-	24.1	N/A
CVI-691	CVI-692	-	2.36	N/A	-	0	N/A	-	3	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	2.36	N/A	-	0	N/A	-	4.2	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	22.52	32.31	30.3	0.05	0.05	0.0	49.7	42.2	-17.8
SJD-69	GER-692	-	9.79	N/A	-	0.01	N/A	-	12.8	N/A
GER-692	GER-69	-	9.78	N/A	-	0	N/A	-	15.3	N/A
GER-69	GER-691	-	9.78	N/A	-	0	N/A	-	12.9	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	43.03	44.46	3.2	0	0	0.0	67.2	69.2	2.9
CEN-692	CG6-692	24.9	24.9	0.0	0.04	0.04	0.0	32.8	32.7	-0.3
CG6-692	CG6-691	24.86	24.86	0.0	0.01	0.01	0.0	39.1	39	-0.3
CG6-691	ROO-693	24.85	24.85	0.0	0.03	0.03	0.0	39.1	39	-0.3
ROO-693	MON-693	24.81	24.81	0.0	0.04	0.04	0.0	39.1	39	-0.3
MON-693	TIN-69D	24.77	24.77	0.0	0.02	0.02	0.0	39.1	39	-0.3
TIN-69D	MIX-69B	24.76	24.76	0.0	0.02	0.02	0.0	32.9	32.8	-0.3
MIX-69B	TIN-69D1	24.73	24.73	0.0	0.02	0.02	0.0	32.9	32.8	-0.3
TIN-69D1	TIN-69	24.72	24.72	0.0	0.01	0.01	0.0	32.9	32.8	-0.3
TIN-69	TIN-691	24.7	24.71	0.0	0	0	0.0	32.9	32.8	-0.3
TIN-691	TIN-692	1.18	1.17	-0.9	0	0	0.0	3.1	3.1	0.0
TIN-692	IND-69	1.17	1.17	0.0	0	0	0.0	2.6	2.6	0.0
IND-69	LIZ-69	1.17	1.17	0.0	0	0	0.0	2.6	2.6	0.0
TIN-691	LIZ-691	15.94	15.94	0.0	0.01	0.01	0.0	21.3	21.3	0.0
LIZ-691	LFL-69	15.93	15.93	0.0	0.02	0.02	0.0	21.3	21.3	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	30.44	0	N/A	0.05	0	N/A	39.2	0.1	-39100.0
CG5-694	HIP-69	0.74	-	N/A	0	-	N/A	3.4	-	N/A
CG5-694	INC-691	29.64	-	N/A	0.09	-	N/A	38.3	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	14.97	-	N/A	0	-	N/A	19.7	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-14.98	-	N/A	0.01	-	N/A	19.7	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	-14.98	-	N/A	0.01	-	N/A	19.7	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	21.25	-	N/A	0.02	-	N/A	27.6	-	N/A
ESI-692	ESI-691	21.24	-	N/A	0	-	N/A	27.6	-	N/A
ESI-691	ESI-69	21.22	-	N/A	0	-	N/A	27.6	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-36.29	-	N/A	0.06	-	N/A	47.3	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	15.73	N/A	-	0.02	N/A	-	20.5	N/A
KAM-692	KAM-69	-	15.71	N/A	-	0	N/A	-	20.6	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	11.67	-	N/A	0.01	-	N/A	15.2	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	11.66	-	N/A	0.01	-	N/A	20.2	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	11.66	-	N/A	0.01	-	N/A	25.9	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-11.68	-	N/A	0.01	-	N/A	15.1	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	0.74	N/A	-	0	N/A	-	3.4	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.74	N/A	-	0	N/A	-	3.4	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	44.79	21.78	-105.6	0.01	0	N/A	56.5	27.5	-105.5
GG6-693	GNG-695	44.78	21.78	-105.6	0.14	0.03	-366.7	67.2	32.7	-105.5
GNG-695	CEM-69	44.65	21.74	-105.4	0.29	0.07	-314.3	67.2	32.7	-105.5
CEM-69	NOR-691	39.57	16.89	-134.3	0	0	0.0	60.2	25.6	-135.2
NOR-691	NOR-69	39.57	16.89	-134.3	0.02	0	N/A	60.2	25.6	-135.2
NOR-69	ZAP-693	27.57	4.9	-462.7	0.05	0	N/A	42	7.4	-467.6
ZAP-693	ZAP-692	4.92	4.9	-0.4	0	0	0.0	19.7	19.6	-0.5
ZAP-692	ZAP-69	4.9	4.9	0.0	0	0	0.0	19.6	19.6	0.0
ZAP-693	MIN-692	22.62	0	N/A	0.07	0	N/A	34.6	0	N/A
MIN-692	GRA-69	22.55	0	N/A	0	0	0.0	34.6	0	N/A
GRA-69	INC-692	22.55	-	N/A	0.03	-	N/A	29.1	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	47.25	10.21	-362.8	0.06	0	N/A	71.9	15.6	-360.9
APA-691	GG3-692	47.18	10.2	-362.5	0.11	0.01	-1000.0	71.9	15.6	-360.9
GG3-692	GG3-691	47.07	10.2	-361.5	0.21	0.01	-2000.0	80.4	17.5	-359.4
GG3-691	LNI-69	10.19	10.19	0.0	0	0	0.0	15.7	15.7	0.0
GG3-691	MIN-691	36.67	0	N/A	0.28	0	N/A	62.8	0.2	-31300.0
MIN-691	INC-693	36.4	-	N/A	0.1	-	N/A	62.9	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	41.85	8.57	-388.3	0.05	0	N/A	65.7	13.5	-386.7
APA-692	APA-69	7.85	7.85	0.0	0	0	0.0	12.7	12.6	-0.8
APA-692	GG2-693	33.95	0.72	-4615.3	0.06	0	N/A	53.1	1.1	-4727.3
GG2-693	GG2-692	33.89	0.72	-4606.9	0.12	0	N/A	59.4	1.2	-4850.0
GG2-692	GG2-691	33.78	0.72	-4591.7	0.04	0	N/A	59.4	1.2	-4850.0
GG2-691	BZA-69D	33.74	0.72	-4586.1	0.09	0	N/A	59.4	1.2	-4850.0
BZA-69D	BZA-69	0.72	0.72	0.0	0	0	0.0	2.9	2.8	-3.6
BZA-69D	ZAP-691	32.93	0	N/A	0.12	0	N/A	58.2	0.1	-58100.0
ZAP-691	INC-691	32.81	-	N/A	0.08	-	N/A	58.2	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	41.54	12.4	-235.0	0.17	0.01	-1600.0	62.7	18.5	-238.9
GNG-694	GNG-691	41.38	12.38	-234.2	0.05	0	N/A	62.7	18.5	-238.9
GNG-691	MIL-69	0.21	0.21	0.0	0	0	0.0	0.4	0.4	0.0
MIL-69	MIL-691	0.21	0.21	0.0	0	0	0.0	0.5	0.5	0.0
GNG-691	GG3-695	41.12	12.16	-238.2	0.16	0.01	-1500.0	77.4	22.6	-242.5
GG3-695	GG3-694	1.46	1.46	0.0	0	0	0.0	3.2	3.1	-3.2
GG3-694	KER-69	1.47	1.46	-0.7	0	0	0.0	5.9	5.8	-1.7
GG3-695	CDO-692	39.49	10.69	-269.4	0.11	0.01	-1000.0	86.4	23.1	-274.0
CDO-692	CDO-693	28.7	0	N/A	0	0	0.0	43.9	0.1	-43800.0
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	28.7	-	N/A	0.1	-	N/A	43.9	-	N/A
GER-69	GER-691	9.77	-	N/A	0	-	N/A	17.4	-	N/A
GER-69	CVI-69	18.83	-	N/A	0.03	-	N/A	28.8	-	N/A
CVI-69	CVI-691	16.44	-	N/A	0	-	N/A	28.9	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	2.36	-	N/A	0	-	N/A	4.2	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XVI. Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 EHD Med

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	126.32	N/A	-	0.41	N/A	-	33.3	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	32.49	46.13	29.6	0.01	0.02	50.0	45.3	61.4	26.2
INC-69D	NAR-693	32.48	46.11	29.6	0.03	0.06	50.0	53.9	73.1	26.3
NAR-693	NAR-691	32.44	46.06	29.6	0.01	0.03	66.7	45.3	61.4	26.2
NAR-691	NAR-69	32.43	46.03	29.5	0	0.01	100.0	45.3	61.4	26.2
NAR-69	NAR-692	27.63	41.22	33.0	0	0	0.0	39.1	55.2	29.2
NAR-692	NAR-694	27.63	41.22	33.0	0.01	0.02	50.0	39.1	55.2	29.2
NAR-694	CG5-693	27.62	41.2	33.0	0.02	0.05	60.0	46.5	65.7	29.2
CG5-693	CG5-692	27.59	41.15	33.0	0.07	0.15	53.3	39.1	55.2	29.2
CG5-692	CG5-691	27.52	41	32.9	0.01	0.02	50.0	46.6	65.7	29.1
CG5-691	KOR-69D	27.51	40.98	32.9	0.04	0.09	55.6	46.6	65.7	29.1
KOR-69D	ROO-694	27.47	40.89	32.8	0.01	0.01	0.0	46.6	65.7	29.1
ROO-694	ROO-692	27.46	40.88	32.8	0.01	0.02	50.0	46.6	65.7	29.1
ROO-692	ROO-69	27.45	40.86	32.8	0	0	0.0	46.6	65.7	29.1
ROO-69	KOR-69D1	2.51	2.51	0.0	0	0	0.0	11.7	11.6	-0.9
KOR-69D1	KOR-69	2.51	2.51	0.0	0	0	0.0	10.5	10.4	-1.0
ROO-69	ROO-691	2.19	15.61	86.0	0	0	0.0	6.9	21.4	67.8
ROO-691	MON-692	2.19	15.61	86.0	0	0.01	100.0	6.9	21.4	67.8
MON-692	MON-69	2.19	15.6	86.0	0	0.02	100.0	7	21.5	67.4
MON-69	MON-69D	-13.4	-	N/A	0	-	N/A	20.9	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-20.76	-	N/A	0.06	-	N/A	32.5	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	6.72	-	N/A	0.02	-	N/A	13.2	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-27.5	-	N/A	0.02	-	N/A	43.2	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-34.8	-	N/A	0.68	-	N/A	53.6	-	N/A
MON-69D	MON-695	7.3	-	N/A	0	-	N/A	11.7	-	N/A
MON-695	MON-694	7.3	-	N/A	0.01	-	N/A	11.8	-	N/A
MON-694	MIN-69	7.3	-	N/A	0	-	N/A	9.9	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A



LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	-13.4	N/A	-	0.01	N/A	-	18	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	-13.42	N/A	-	0.02	N/A	-	21.4	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	-13.43	N/A	-	0	N/A	-	18	N/A
MIN-69	MON-694	-	-20.72	N/A	-	0	N/A	-	26.6	N/A
MON-694	MON-695	-	-20.77	N/A	-	0.05	N/A	-	31.6	N/A
MON-695	MON-69D	-	-20.76	N/A	-	0	N/A	-	31.5	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-20.83	N/A	-	0.06	N/A	-	31.6	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	6.71	N/A	-	0.02	N/A	-	12.9	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-27.56	N/A	-	0.02	N/A	-	41.6	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-34.81	N/A	-	0.63	N/A	-	51.6	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	20.16	N/A	-	0.02	N/A	-	27.1	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	20.14	N/A	-	0.02	N/A	-	27.1	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	20.12	N/A	-	0.02	N/A	-	36	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	20.1	N/A	-	0.02	N/A	-	46.3	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	23.16	N/A	-	0.03	N/A	-	31.1	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	23.13	N/A	-	0.03	N/A	-	31.1	N/A
ESI-692	ESI-691	-	23.11	N/A	-	0	N/A	-	31.1	N/A
ESI-691	ESI-69	-	23.11	N/A	-	0	N/A	-	31.1	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	21.73	100.0	0	0.02	100.0	0	27.5	100.0
SJD-692	SJD-691	-	21.7	N/A	-	0	N/A	-	27.5	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	21.71	N/A	-	0	N/A	-	27.5	N/A
SJD-694	GER-693	-	21.71	N/A	-	0.04	N/A	-	27.5	N/A
GER-693	CVI-69	-	21.67	N/A	-	0.02	N/A	-	32.8	N/A
CVI-69	CVI-691	-	21.64	N/A	-	0	N/A	-	27.5	N/A
CVI-691	CVI-692	-	1.87	N/A	-	0	N/A	-	2.4	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	1.87	N/A	-	0	N/A	-	3.2	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	19.39	28.12	31.0	0.04	0.04	0.0	44.9	37.7	-19.1
SJD-69	GER-692	-	8.74	N/A	-	0.01	N/A	-	11.6	N/A
GER-692	GER-69	-	8.73	N/A	-	0	N/A	-	13.8	N/A
GER-69	GER-691	-	8.73	N/A	-	0	N/A	-	11.6	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	38.33	39.33	2.5	0	0	0.0	60.8	62.4	2.6
CEN-692	CG6-692	22.25	22.23	-0.1	0.04	0.04	0.0	29.7	29.6	-0.3
CG6-692	CG6-691	22.21	22.19	-0.1	0.01	0.01	0.0	35.4	35.2	-0.6
CG6-691	ROO-693	22.2	22.18	-0.1	0.03	0.03	0.0	35.4	35.2	-0.6
ROO-693	MON-693	22.17	22.15	-0.1	0.03	0.03	0.0	35.5	35.3	-0.6
MON-693	TIN-69D	22.14	22.12	-0.1	0.01	0.01	0.0	35.5	35.3	-0.6
TIN-69D	MIX-69B	22.13	22.11	-0.1	0.02	0.02	0.0	29.8	29.6	-0.7
MIX-69B	TIN-69D1	22.11	22.09	-0.1	0.02	0.02	0.0	29.8	29.7	-0.3
TIN-69D1	TIN-69	22.1	22.08	-0.1	0.01	0.01	0.0	29.8	29.7	-0.3
TIN-69	TIN-691	22.09	22.07	-0.1	0	0	0.0	29.8	29.7	-0.3
TIN-691	TIN-692	1.98	1.98	0.0	0	0	0.0	5.3	5.3	0.0
TIN-692	IND-69	1.98	1.98	0.0	0	0	0.0	4.5	4.5	0.0
IND-69	LIZ-69	1.98	1.98	0.0	0	0	0.0	4.5	4.5	0.0
TIN-691	LIZ-691	14.41	14.39	-0.1	0.01	0.01	0.0	19.5	19.4	-0.5
LIZ-691	LFL-69	14.4	14.39	-0.1	0.01	0.01	0.0	19.5	19.4	-0.5
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	23.75	0	N/A	0.04	0	N/A	35.2	0.1	-35100.0
CG5-694	HIP-69	0.53	-	N/A	0	-	N/A	2.5	-	N/A
CG5-694	INC-691	23.18	-	N/A	0.08	-	N/A	34.5	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	12	-	N/A	0	-	N/A	16.9	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-12	-	N/A	0	-	N/A	16.9	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	-12.01	-	N/A	0.01	-	N/A	16.9	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	23.15	-	N/A	0.03	-	N/A	32	-	N/A
ESI-692	ESI-691	23.11	-	N/A	0	-	N/A	32	-	N/A
ESI-691	ESI-69	23.13	-	N/A	0	-	N/A	32.1	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-35.22	-	N/A	0.07	-	N/A	48.9	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	12.53	N/A	-	0.01	N/A	-	17	N/A
KAM-692	KAM-69	-	12.52	N/A	-	0	N/A	-	17.1	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	20.15	-	N/A	0.02	-	N/A	27.6	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	20.13	-	N/A	0.02	-	N/A	36.7	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	20.1	-	N/A	0.02	-	N/A	47.2	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-20.17	-	N/A	0.02	-	N/A	27.6	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	0.53	N/A	-	0	N/A	-	2.5	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.53	N/A	-	0	N/A	-	2.5	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	32.92	13.16	-150.2	0.01	0	N/A	44	17.5	-151.4
GG6-693	GNG-695	32.91	13.16	-150.1	0.08	0.01	-700.0	52.4	20.9	-150.7
GNG-695	CEM-69	32.82	13.15	-149.6	0.17	0.03	-466.7	52.4	20.9	-150.7
CEM-69	NOR-691	29.77	10.24	-190.7	0	0	0.0	48	16.5	-190.9
NOR-691	NOR-69	29.77	10.24	-190.7	0.01	0	N/A	48	16.5	-190.9
NOR-69	ZAP-693	20.02	0.52	-3750.0	0.03	0	N/A	32.6	1.6	-1937.5
ZAP-693	ZAP-692	0.5	0.51	2.0	0	0	0.0	4.8	4.8	0.0
ZAP-692	ZAP-69	0.51	0.52	1.9	0	0	0.0	4.9	4.9	0.0
ZAP-693	MIN-692	19.48	0	N/A	0.06	0	N/A	31.3	0	N/A
MIN-692	GRA-69	19.42	0	N/A	0	0	0.0	31.3	0	N/A
GRA-69	INC-692	19.41	-	N/A	0.02	-	N/A	26.3	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	41.72	5.76	-624.3	0.06	0	N/A	67.4	9.1	-640.7
APA-691	GG3-692	41.66	5.76	-623.3	0.1	0	N/A	67.4	9.1	-640.7
GG3-692	GG3-691	41.57	5.75	-623.0	0.19	0	N/A	75.3	10.2	-638.2
GG3-691	LNI-69	5.76	5.75	-0.2	0	0	0.0	9.3	9.2	-1.1
GG3-691	MIN-691	35.62	0	N/A	0.3	0	N/A	64.9	0.2	-32350.0
MIN-691	INC-693	35.32	-	N/A	0.1	-	N/A	65	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	34.17	4.18	-717.5	0.03	0	N/A	53.3	6.9	-672.5
APA-692	APA-69	3.54	3.54	0.0	0	0	0.0	6.1	6.1	0.0
APA-692	GG2-693	30.6	0.64	-4681.3	0.04	0	N/A	47.4	1	-4640.0
GG2-693	GG2-692	30.55	0.64	-4673.4	0.09	0	N/A	53	1.1	-4718.2
GG2-692	GG2-691	30.46	0.64	-4659.4	0.03	0	N/A	53	1.1	-4718.2
GG2-691	BZA-69D	30.43	0.64	-4654.7	0.07	0	N/A	53	1.1	-4718.2
BZA-69D	BZA-69	0.64	0.64	0.0	0	0	0.0	2.6	2.6	0.0
BZA-69D	ZAP-691	29.71	0	N/A	0.09	0	N/A	51.9	0.1	-51800.0
ZAP-691	INC-691	29.62	-	N/A	0.07	-	N/A	51.9	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	40.13	9.16	-338.1	0.16	0.01	-1500.0	61.2	14.1	-334.0
GNG-694	GNG-691	39.97	9.15	-336.8	0.04	0	N/A	61.2	14.2	-331.0
GNG-691	MIL-69	0.38	0.38	0.0	0	0	0.0	0.7	0.7	0.0
MIL-69	MIL-691	0.38	0.38	0.0	0	0	0.0	0.9	0.9	0.0
GNG-691	GG3-695	39.56	8.77	-351.1	0.15	0.01	-1400.0	75.2	16.9	-345.0
GG3-695	GG3-694	1.23	1.23	0.0	0	0	0.0	2.7	2.7	0.0
GG3-694	KER-69	1.23	1.23	0.0	0	0	0.0	5.1	5	-2.0
GG3-695	CDO-692	38.17	7.53	-406.9	0.1	0	N/A	84.3	16.8	-401.8
CDO-692	CDO-693	30.54	0	N/A	0.01	0	N/A	46.9	0.1	-46800.0
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	30.54	-	N/A	0.11	-	N/A	46.9	-	N/A
GER-69	GER-691	8.73	-	N/A	0	-	N/A	15.9	-	N/A
GER-69	CVI-69	21.69	-	N/A	0.04	-	N/A	33.3	-	N/A
CVI-69	CVI-691	19.78	-	N/A	0	-	N/A	34.9	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	1.87	-	N/A	0	-	N/A	3.3	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XVII. **Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 EHD Min**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CP [MW]	Δ [%]	CB [%]	CP [%]	Δ [%]
<b>LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO</b>										
GSU-231	INC-231	-	24.69	N/A	-	0.01	N/A	-	6	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6</b>										
INC-691	INC-69D	-7.35	20.04	136.7	0	0	0.0	12.2	25.6	52.3
INC-69D	NAR-693	-7.35	20.03	136.7	0	0.01	100.0	14.6	30.5	52.1
NAR-693	NAR-691	-7.36	20.02	136.8	0	0	0.0	12.2	25.6	52.3
NAR-691	NAR-69	-7.36	20.02	136.8	0	0	0.0	12.2	25.6	52.3
NAR-69	NAR-692	-10.03	17.35	157.8	0	0	0.0	14.8	22.2	33.3
NAR-692	NAR-694	-10.03	17.35	157.8	0	0	0.0	14.8	22.2	33.3
NAR-694	CG5-693	-10.03	17.35	157.8	0	0.01	100.0	17.6	26.5	33.6
CG5-693	CG5-692	-10.04	17.34	157.9	0.01	0.02	50.0	14.8	22.2	33.3
CG5-692	CG5-691	-10.04	17.32	158.0	0	0	0.0	17.6	26.5	33.6
CG5-691	KOR-69D	-10.05	17.31	158.1	0.01	0.01	0.0	17.7	26.5	33.2
KOR-69D	ROO-694	-10.05	17.3	158.1	0	0	0.0	17.7	26.5	33.2
ROO-694	ROO-692	-10.05	17.3	158.1	0	0	0.0	17.7	26.5	33.2
ROO-692	ROO-69	-10.06	17.28	158.2	0	0	0.0	17.7	26.5	33.2
ROO-69	KOR-69D1	1.38	1.38	0.0	0	0	0.0	6.2	6.3	1.6
KOR-69D1	KOR-69	1.38	1.38	0.0	0	0	0.0	5.5	5.7	3.5
ROO-69	ROO-691	-21.25	6.1	448.4	0	0	0.0	27.4	7.9	-246.8
ROO-691	MON-692	-21.26	6.09	449.1	0.01	0	N/A	27.5	7.9	-248.1
MON-692	MON-69	-21.29	6.09	449.6	0.03	0	N/A	27.5	7.9	-248.1
MON-69	MON-69D	-27.39	-	N/A	0.01	-	N/A	41.3	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-29.75	-	N/A	0.11	-	N/A	44.5	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	3.44	-	N/A	0.01	-	N/A	6.3	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-33.22	-	N/A	0.03	-	N/A	49.6	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-36.8	-	N/A	0.69	-	N/A	53.9	-	N/A
MON-69D	MON-695	2.24	-	N/A	0	-	N/A	3.4	-	N/A
MON-695	MON-694	2.24	-	N/A	0	-	N/A	3.4	-	N/A
MON-694	MIN-69	2.24	-	N/A	0	-	N/A	2.9	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	-27.22	N/A	-	0.04	N/A	-	34.7	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	-27.29	N/A	-	0.08	N/A	-	41.4	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	-27.3	N/A	-	0	N/A	-	34.8	N/A
MIN-69	MON-694	-	-29.54	N/A	-	0	N/A	-	37.4	N/A
MON-694	MON-695	-	-29.63	N/A	-	0.09	N/A	-	44.6	N/A
MON-695	MON-69D	-	-29.63	N/A	-	0	N/A	-	44.4	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-29.75	N/A	-	0.11	N/A	-	44.6	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	3.44	N/A	-	0.01	N/A	-	6.3	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-33.22	N/A	-	0.03	N/A	-	49.7	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-36.8	N/A	-	0.69	N/A	-	53.9	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	7.1	N/A	-	0	N/A	-	9.1	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	7.1	N/A	-	0	N/A	-	9.1	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	7.1	N/A	-	0	N/A	-	12.1	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	7.09	N/A	-	0	N/A	-	15.5	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	6.56	N/A	-	0	N/A	-	8.4	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	6.56	N/A	-	0	N/A	-	8.4	N/A
ESI-692	ESI-691	-	6.56	N/A	-	0	N/A	-	8.4	N/A
ESI-691	ESI-69	-	6.56	N/A	-	0	N/A	-	8.4	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	8.02	100.0	0	0	0.0	0	10.4	100.0
SJD-692	SJD-691	-	8.01	N/A	-	0	N/A	-	10.4	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	8.02	N/A	-	0	N/A	-	10.4	N/A
SJD-694	GER-693	-	8.01	N/A	-	0.01	N/A	-	10.4	N/A
GER-693	CVI-69	-	8.01	N/A	-	0	N/A	-	12.4	N/A
CVI-69	CVI-691	-	8.01	N/A	-	0	N/A	-	10.5	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0.39	N/A	-	0	N/A	-	0.5	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0.39	N/A	-	0	N/A	-	0.7	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	7.23	10.14	28.7	0.01	0	N/A	15.7	12.8	-22.7
SJD-69	GER-692	-	2.91	N/A	-	0	N/A	-	3.7	N/A
GER-692	GER-69	-	2.91	N/A	-	0	N/A	-	4.4	N/A
GER-69	GER-691	-	2.9	N/A	-	0	N/A	-	3.7	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	18.01	16.93	-6.4	0	0	0.0	26.6	25.3	-5.1
CEN-692	CG6-692	7.17	7.17	0.0	0	0	0.0	8.9	9	1.1
CG6-692	CG6-691	7.17	7.17	0.0	0	0	0.0	10.6	10.7	0.9
CG6-691	ROO-693	7.17	7.17	0.0	0	0	0.0	10.6	10.7	0.9
ROO-693	MON-693	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	10.6	10.7	0.9
MON-693	TIN-69D	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	10.6	10.7	0.9
TIN-69D	MIX-69B	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	8.9	9	1.1
MIX-69B	TIN-69D1	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	8.9	9	1.1
TIN-69D1	TIN-69	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	8.9	9	1.1
TIN-69	TIN-691	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	8.9	9	1.1
TIN-691	TIN-692	0.73	0.73	0.0	0	0	0.0	1.8	1.8	0.0
TIN-692	IND-69	0.73	0.73	0.0	0	0	0.0	1.5	1.6	6.3
IND-69	LIZ-69	0.73	0.73	0.0	0	0	0.0	1.6	1.6	0.0
TIN-691	LIZ-691	4.49	4.49	0.0	0	0	0.0	5.6	5.7	1.8
LIZ-691	LFL-69	4.49	4.49	0.0	0	0	0.0	5.6	5.7	1.8
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	-5.66	0	N/A	0.01	0	N/A	14.8	0.1	-14700.0
CG5-694	HIP-69	0.21	-	N/A	0	-	N/A	0.9	-	N/A
CG5-694	INC-691	-5.88	-	N/A	0.01	-	N/A	15	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	4.6	-	N/A	0	-	N/A	5.8	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-4.59	-	N/A	0	-	N/A	5.8	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	-4.6	-	N/A	0	-	N/A	5.8	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	6.56	-	N/A	0	-	N/A	8.3	-	N/A
ESI-692	ESI-691	6.56	-	N/A	0	-	N/A	8.3	-	N/A
ESI-691	ESI-69	6.56	-	N/A	0	-	N/A	8.3	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-11.17	-	N/A	0.01	-	N/A	14.2	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	4.81	N/A	-	0	N/A	-	6	N/A
KAM-692	KAM-69	-	4.81	N/A	-	0	N/A	-	6.1	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	7.1	-	N/A	0	-	N/A	8.9	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	7.1	-	N/A	0	-	N/A	11.8	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	7.09	-	N/A	0	-	N/A	15.2	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-7.1	-	N/A	0	-	N/A	8.9	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	0.21	N/A	-	0	N/A	-	1	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.21	N/A	-	0	N/A	0.9	1	10.0

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	14.32	7.04	-103.4	0	0	0.0	18	8.8	-104.5
GG6-693	GNG-695	14.32	7.04	-103.4	0.01	0	N/A	21.5	10.5	-104.8
GNG-695	CEM-69	14.31	7.04	-103.3	0.03	0.01	-200.0	21.5	10.5	-104.8
CEM-69	NOR-691	13.12	5.88	-123.1	0	0	0.0	19.7	8.8	-123.9
NOR-691	NOR-69	13.12	5.88	-123.1	0	0	0.0	19.7	8.8	-123.9
NOR-69	ZAP-693	10.06	2.81	-258.0	0.01	0	N/A	15.1	4.2	-259.5
ZAP-693	ZAP-692	2.79	2.84	1.8	0	0	0.0	11.1	11.3	1.8
ZAP-692	ZAP-69	2.81	2.81	0.0	0	0	0.0	11.2	11.1	-0.9
ZAP-693	MIN-692	7.24	0	N/A	0.01	0	N/A	10.9	0	N/A
MIN-692	GRA-69	7.23	0	N/A	0	0	0.0	10.9	0	N/A
GRA-69	INC-692	7.23	-	N/A	0	-	N/A	9.2	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	13.33	2.11	-531.8	0	0	0.0	20	3.2	-525.0
APA-691	GG3-692	13.33	2.11	-531.8	0.01	0	N/A	20	3.2	-525.0
GG3-692	GG3-691	13.32	2.11	-531.3	0.02	0	N/A	22.4	3.5	-540.0
GG3-691	LNI-69	2.11	2.11	0.0	0	0	0.0	3.2	3.2	0.0
GG3-691	MIN-691	11.19	0	N/A	0.03	0	N/A	18.8	0.2	-9300.0
MIN-691	INC-693	11.17	-	N/A	0.01	-	N/A	18.8	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	7.68	2.03	-278.3	0	0	0.0	12.5	3	-316.7
APA-692	APA-69	1.72	1.72	0.0	0	0	0.0	2.6	2.6	0.0
APA-692	GG2-693	5.95	0.31	-1819.4	0	0	0.0	10.4	0.5	-1980.0
GG2-693	GG2-692	5.95	0.31	-1819.4	0	0	0.0	11.6	0.5	-2220.0
GG2-692	GG2-691	5.95	0.31	-1819.4	0	0	0.0	11.5	0.5	-2200.0
GG2-691	BZA-69D	5.94	0.31	-1816.1	0	0	0.0	11.5	0.5	-2200.0
BZA-69D	BZA-69	0.3	0.31	3.2	0	0	0.0	1.2	1.2	0.0
BZA-69D	ZAP-691	5.64	0	N/A	0	0	0.0	11.1	0.1	-11000.0
ZAP-691	INC-691	5.63	-	N/A	0	-	N/A	11.1	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	15.03	4.05	-271.1	0.02	0	N/A	22.6	6	-276.7
GNG-694	GNG-691	15.02	4.04	-271.8	0.01	0	N/A	22.6	6	-276.7
GNG-691	MIL-69	0.12	0.12	0.0	0	0	0.0	0.3	0.3	0.0
MIL-69	MIL-691	0.12	0.12	0.0	0	0	0.0	0.3	0.3	0.0
GNG-691	GG3-695	14.89	3.92	-279.8	0.02	0	N/A	27.8	7.2	-286.1
GG3-695	GG3-694	0.9	0.9	0.0	0	0	0.0	1.9	1.9	0.0
GG3-694	KER-69	0.9	0.9	0.0	0	0	0.0	3.5	3.5	0.0
GG3-695	CDO-692	13.97	3.03	-361.1	0.01	0	N/A	30.3	6.5	-366.2
CDO-692	CDO-693	10.93	0	N/A	0	0	0.0	16.6	0.1	-16500.0
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	10.93	-	N/A	0.01	-	N/A	16.6	-	N/A
GER-69	GER-691	2.91	-	N/A	0	-	N/A	5	-	N/A
GER-69	CVI-69	8.02	-	N/A	0.01	-	N/A	12.3	-	N/A
CVI-69	CVI-691	7.62	-	N/A	0	-	N/A	13.5	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0.39	-	N/A	0	-	N/A	0.7	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XVIII. **Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 EHD Max**

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CB [MVAR]	CP [MVAR]	Δ [%]	CB [MVAR]	CP [MVAR]	Δ [%]
<b>LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO</b>							
GSU-231	INC-231	-	39.53	N/A	-	-0.31	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6</b>							
INC-691	INC-69D	11.66	10.38	-12.3	0.1	0.09	-11.1
INC-69D	NAR-693	11.56	10.29	-12.3	0.2	0.18	-11.1
NAR-693	NAR-691	11.36	10.11	-12.4	0.12	0.1	-20.0
NAR-691	NAR-69	11.23	10.01	-12.2	0.02	0.02	0.0
NAR-69	NAR-692	10.28	9.06	-13.5	0.02	0.01	-100.0
NAR-692	NAR-694	10.27	9.04	-13.6	0.08	0.07	-14.3
NAR-694	CG5-693	10.19	8.98	-13.5	0.14	0.12	-16.7
CG5-693	CG5-692	10.04	8.86	-13.3	0.57	0.49	-16.3
CG5-692	CG5-691	9.47	8.37	-13.1	0.08	0.06	-33.3
CG5-691	KOR-69D	9.39	8.3	-13.1	0.26	0.22	-18.2
KOR-69D	ROO-694	9.14	8.09	-13.0	0.04	0.04	0.0
ROO-694	ROO-692	9.09	8.05	-12.9	0.06	0.05	-20.0
ROO-692	ROO-69	9.05	8	-13.1	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0.01	0.01	0.0	-0.01	-0.01	0.0
KOR-69D1	KOR-69	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
ROO-69	ROO-691	4.97	4	-24.3	0.01	0	N/A
ROO-691	MON-692	4.96	4	-24.0	0.03	0.02	-50.0
MON-692	MON-69	4.93	3.98	-23.9	0.06	0.03	-100.0
MON-69	MON-69D	0.88	-	N/A	-0.01	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	1.57	-	N/A	-0.04	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	4.99	-	N/A	0.05	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	6.6	-	N/A	0.04	-	N/A
CQU-69	LVA-69	10.94	-	N/A	2.02	-	N/A
MON-69D	MON-695	2.5	-	N/A	0	-	N/A
MON-695	MON-694	2.5	-	N/A	-0.01	-	N/A
MON-694	MIN-69	2.52	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0.07	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	-0.06	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A



LÍNEA INCIENSO - MINERVA							
INC-692	GRA-691	-	6.47	N/A	-	-0.03	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	6.51	N/A	-	-0.05	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	6.56	N/A	-	0	N/A
MIN-69	MON-694	-	4.02	N/A	-	0	N/A
MON-694	MON-695	-	4.02	N/A	-	-0.03	N/A
MON-695	MON-69D	-	4.05	N/A	-	0	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	4.05	N/A	-	-0.04	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	4.91	N/A	-	0.03	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	0.85	N/A	-	0.03	N/A
CQU-69	LVA-69	-	4.93	N/A	-	1.81	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	-	1.48	N/A	-	-0.01	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	1.54	N/A	-	-0.01	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	1.55	N/A	-	-0.01	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	1.56	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0.02	N/A	-	-0.03	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0.01	N/A	-	-0.01	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	-	3.67	N/A	-	0.05	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	3.66	N/A	-	0.05	N/A
ESI-692	ESI-691	-	3.62	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	3.62	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0.02	N/A	-	-0.03	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	-0.02	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	1.83	100.0	-0.02	0.03	166.7
SJD-692	SJD-691	-	1.8	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	1.77	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	1.8	N/A	-	0.05	N/A
GER-693	CVI-69	-	1.75	N/A	-	0.02	N/A
CVI-69	CVI-691	-	1.72	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0.34	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0.34	N/A	-	-0.02	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	-0.03	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	4.07	6.1	33.3	0.06	0.16	62.5
SJD-69	GER-692	-	1.88	N/A	-	-0.03	N/A
GER-692	GER-69	-	1.92	N/A	-	-0.01	N/A
GER-69	GER-691	-	1.93	N/A	-	0	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	10.06	10.25	1.9	0	0	0.0
CEN-692	CG6-692	6.34	6.32	-0.3	0.13	0.13	0.0
CG6-692	CG6-691	6.21	6.19	-0.3	0.03	0.03	0.0
CG6-691	ROO-693	6.18	6.17	-0.2	0.07	0.07	0.0
ROO-693	MON-693	6.11	6.09	-0.3	0.1	0.09	-11.1
MON-693	TIN-69D	6.01	6	-0.2	0.04	0.04	0.0
TIN-69D	MIX-69B	5.98	5.96	-0.3	0.06	0.06	0.0
MIX-69B	TIN-69D1	5.91	5.9	-0.2	0.06	0.06	0.0
TIN-69D1	TIN-69	5.85	5.83	-0.3	0.02	0.02	0.0
TIN-69	TIN-691	5.82	5.81	-0.2	0	0	0.0
TIN-691	TIN-692	0.02	0.01	-100.0	0	0	0.0
TIN-692	IND-69	0.01	0.01	0.0	-0.01	-0.01	0.0
IND-69	LIZ-69	0.02	0.02	0.0	0	0	0.0
TIN-691	LIZ-691	4.04	4.03	-0.2	0.01	0.01	0.0
LIZ-691	LFL-69	4.03	4.02	-0.2	0.02	0.02	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	4.31	0	N/A	0.18	-0.05	460.0
CG5-694	HIP-69	0.03	-	N/A	-0.01	-	N/A
CG5-694	INC-691	4.1	-	N/A	0.3	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	3.49	-	N/A	0	-	N/A
KAM-691	CG3-692	3.49	-	N/A	0	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	3.5	-	N/A	0.01	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	3.68	-	N/A	0.05	-	N/A
ESI-692	ESI-691	3.65	-	N/A	0	-	N/A
ESI-691	ESI-69	3.59	-	N/A	0	-	N/A
CG3-69D	INC-693	7.39	-	N/A	0.21	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	-	3.52	N/A	-	0.02	N/A
KAM-692	KAM-69	-	3.5	N/A	-	0	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0.01	-	N/A	-0.01	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0.02	-	N/A	-0.03	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	1.56	-	N/A	-0.01	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	1.57	-	N/A	0	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	1.57	-	N/A	0	-	N/A
CG2-69D	INC-691	1.5	-	N/A	-0.01	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	0.02	N/A	-	-0.01	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.03	N/A	-	-0.01	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	8.22	2.6	-216.2	0.04	0.01	-300.0
GG6-693	GNG-695	8.18	2.59	-215.8	0.39	0.06	-550.0
GNG-695	CEM-69	7.79	2.54	-206.7	0.79	0.12	-558.3
CEM-69	NOR-691	6.97	2.39	-191.6	0.01	0	N/A
NOR-691	NOR-69	6.97	2.39	-191.6	0.06	0	N/A
NOR-69	ZAP-693	4.92	0.4	-1130.0	0.12	-0.04	400.0
ZAP-693	ZAP-692	0.55	0.53	-3.8	0	0	0.0
ZAP-692	ZAP-69	0.54	0.53	-1.9	-0.01	-0.01	0.0
ZAP-693	MIN-692	4.28	0.01	-42700.0	0.13	-0.09	244.4
MIN-692	GRA-69	4.15	0	N/A	0.01	-0.01	200.0
GRA-69	INC-692	4.14	-	N/A	0.07	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	11.91	2.42	-392.1	0.19	-0.01	2000.0
APA-691	GG3-692	11.72	2.42	-384.3	0.32	-0.01	3300.0
GG3-692	GG3-691	11.4	2.44	-367.2	0.54	-0.02	2800.0
GG3-691	LNI-69	2.56	2.56	0.0	0	0	0.0
GG3-691	MIN-691	8.29	0	N/A	0.67	-0.1	770.0
MIN-691	INC-693	7.62	-	N/A	0.23	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	13.96	3.07	-354.7	0.15	-0.01	1600.0
APA-692	APA-69	3.22	3.21	-0.3	-0.01	-0.01	0.0
APA-692	GG2-693	10.59	0.1	-10490.0	0.15	-0.03	600.0
GG2-693	GG2-692	10.45	0.05	-20800.0	0.28	-0.05	660.0
GG2-692	GG2-691	10.16	0.03	-33766.7	0.09	-0.02	550.0
GG2-691	BZA-69D	10.07	0	N/A	0.21	-0.04	625.0
BZA-69D	BZA-69	0.06	0.06	0.0	-0.01	-0.01	0.0
BZA-69D	ZAP-691	9.8	0	N/A	0.27	-0.05	640.0
ZAP-691	INC-691	9.53	-	N/A	0.19	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	6.88	1.63	-322.1	0.53	0	N/A
GNG-694	GNG-691	6.35	1.64	-287.2	0.13	0	N/A
GNG-691	MIL-69	0.02	0.02	0.0	-0.02	-0.02	0.0
MIL-69	MIL-691	0.03	0.03	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GNG-691	GG3-695	6.26	1.68	-272.6	0.33	-0.01	3400.0
GG3-695	GG3-694	0.03	0.02	-50.0	-0.01	-0.01	0.0
GG3-694	KER-69	0.04	0.04	0.0	-0.02	-0.02	0.0
GG3-695	CDO-692	5.9	1.67	-253.3	0.18	-0.01	1900.0
CDO-692	CDO-693	3.94	0.08	-4825.0	0.01	0	N/A
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	-0.07	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	3.93	-	N/A	0.23	-	N/A
GER-69	GER-691	1.91	-	N/A	0	-	N/A
GER-69	CVI-69	1.77	-	N/A	0.04	-	N/A
CVI-69	CVI-691	1.38	-	N/A	0	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0.34	-	N/A	-0.02	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XIX. Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 EHD Med

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CB [MVAR]	CP [MVAR]	Δ [%]	CB [MVAR]	CP [MVAR]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO							
GSU-231	INC-231	-	59.36	N/A	-	-0.12	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6							
INC-691	INC-69D	14.04	15.78	11.0	0.04	0.09	55.6
INC-69D	NAR-693	14	15.7	10.8	0.08	0.17	52.9
NAR-693	NAR-691	13.91	15.53	10.4	0.05	0.1	50.0
NAR-691	NAR-69	13.87	15.43	10.1	0.01	0.02	50.0
NAR-69	NAR-692	12.67	14.24	11.0	0.01	0.02	50.0
NAR-692	NAR-694	12.67	14.22	10.9	0.03	0.08	62.5
NAR-694	CG5-693	12.64	14.15	10.7	0.06	0.13	53.8
CG5-693	CG5-692	12.58	14.02	10.3	0.24	0.53	54.7
CG5-692	CG5-691	12.34	13.48	8.5	0.03	0.07	57.1
CG5-691	KOR-69D	12.31	13.41	8.2	0.11	0.24	54.2
KOR-69D	ROO-694	12.2	13.17	7.4	0.02	0.04	50.0
ROO-694	ROO-692	12.18	13.13	7.2	0.03	0.06	50.0
ROO-692	ROO-69	12.15	13.08	7.1	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0.14	0.14	0.0	-0.01	-0.01	0.0
KOR-69D1	KOR-69	0.15	0.15	0.0	-0.01	-0.01	0.0
ROO-69	ROO-691	4.81	5.8	17.1	-0.01	0	N/A
ROO-691	MON-692	4.82	5.8	16.9	-0.02	0.01	300.0
MON-692	MON-69	4.84	5.79	16.4	-0.04	0.02	300.0
MON-69	MON-69D	0.92	-	N/A	0	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	3.03	-	N/A	0.11	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	1.61	-	N/A	-0.15	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	4.7	-	N/A	0.06	-	N/A
CQU-69	LVA-69	8.33	-	N/A	1.83	-	N/A
MON-69D	MON-695	2	-	N/A	0	-	N/A
MON-695	MON-694	2	-	N/A	-0.04	-	N/A
MON-694	MIN-69	2.04	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0.07	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	-0.06	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A

LÍNEA INCIENSO - MINERVA							
INC-692	GRA-691	-	4.41	N/A	-	0	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	4.41	N/A	-	0	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	4.41	N/A	-	0	N/A
MIN-69	MON-694	-	2.32	N/A	-	0	N/A
MON-694	MON-695	-	2.32	N/A	-	0.08	N/A
MON-695	MON-69D	-	2.25	N/A	-	0	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	2.23	N/A	-	0.1	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	1.58	N/A	-	-0.16	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	0.55	N/A	-	0.05	N/A
CQU-69	LVA-69	-	2.93	N/A	-	1.66	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	-	7.43	N/A	-	0.04	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	7.44	N/A	-	0.04	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	7.4	N/A	-	0.03	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	7.36	N/A	-	0.02	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0.02	N/A	-	-0.03	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0.01	N/A	-	-0.01	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0.01	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	-	8.48	N/A	-	0.07	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	8.45	N/A	-	0.07	N/A
ESI-692	ESI-691	-	8.38	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	8.38	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0.02	N/A	-	-0.03	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	-0.02	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	2.45	100.0	-0.02	0.05	140.0
SJD-692	SJD-691	-	2.39	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	2.42	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	2.4	N/A	-	0.09	N/A
GER-693	CVI-69	-	2.31	N/A	-	0.04	N/A
CVI-69	CVI-691	-	2.27	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0.02	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	-0.02	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	-0.03	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	6.88	9.34	26.3	0.05	0.12	58.3
SJD-69	GER-692	-	2.41	N/A	-	-0.04	N/A
GER-692	GER-69	-	2.45	N/A	-	-0.02	N/A
GER-69	GER-691	-	2.47	N/A	-	0	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	12.78	13.73	6.9	0	0	0.0
CEN-692	CG6-692	7.69	7.66	-0.4	0.09	0.09	0.0
CG6-692	CG6-691	7.59	7.57	-0.3	0.02	0.02	0.0
CG6-691	ROO-693	7.57	7.54	-0.4	0.05	0.05	0.0
ROO-693	MON-693	7.52	7.49	-0.4	0.07	0.07	0.0
MON-693	TIN-69D	7.45	7.42	-0.4	0.03	0.03	0.0
TIN-69D	MIX-69B	7.42	7.4	-0.3	0.05	0.05	0.0
MIX-69B	TIN-69D1	7.37	7.35	-0.3	0.05	0.05	0.0
TIN-69D1	TIN-69	7.33	7.31	-0.3	0.02	0.02	0.0
TIN-69	TIN-691	7.31	7.29	-0.3	0	0	0.0
TIN-691	TIN-692	0.58	0.58	0.0	0	0	0.0
TIN-692	IND-69	0.58	0.58	0.0	-0.01	-0.01	0.0
IND-69	LIZ-69	0.59	0.59	0.0	0	0	0.0
TIN-691	LIZ-691	4.82	4.8	-0.4	0	0	0.0
LIZ-691	LFL-69	4.82	4.8	-0.4	0.01	0.01	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	14.53	0	N/A	0.13	-0.05	360.0
CG5-694	HIP-69	0.17	-	N/A	-0.01	-	N/A
CG5-694	INC-691	14.23	-	N/A	0.23	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	5.04	-	N/A	0	-	N/A
KAM-691	CG3-692	5.05	-	N/A	0	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	5.04	-	N/A	0	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	8.63	-	N/A	0.08	-	N/A
ESI-692	ESI-691	8.52	-	N/A	0	-	N/A
ESI-691	ESI-69	8.58	-	N/A	0	-	N/A
CG3-69D	INC-693	13.9	-	N/A	0.23	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	-	5.16	N/A	-	-0.01	N/A
KAM-692	KAM-69	-	5.16	N/A	-	0	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0.01	-	N/A	-0.01	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0.02	-	N/A	-0.03	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	7.53	-	N/A	0.05	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	7.48	-	N/A	0.04	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	7.45	-	N/A	0.03	-	N/A
CG2-69D	INC-691	7.53	-	N/A	0.05	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	0.17	N/A	-	-0.01	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.17	N/A	-	-0.01	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	12.9	4.93	-161.7	0.02	0	N/A
GG6-693	GNG-695	12.87	4.93	-161.1	0.22	0	N/A
GNG-695	CEM-69	12.65	4.93	-156.6	0.44	-0.01	4500.0
CEM-69	NOR-691	11.43	4.16	-174.8	0	0	0.0
NOR-691	NOR-69	11.42	4.17	-173.9	0.03	0	N/A
NOR-69	ZAP-693	8.17	0.96	-751.0	0.05	-0.04	225.0
ZAP-693	ZAP-692	1.09	1.1	0.9	0	0	0.0
ZAP-692	ZAP-69	1.09	1.09	0.0	-0.02	-0.02	0.0
ZAP-693	MIN-692	7.02	0.01	-70100.0	0.09	-0.09	200.0
MIN-692	GRA-69	6.93	0	N/A	0.01	-0.01	200.0
GRA-69	INC-692	6.93	-	N/A	0.05	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	18.09	2.11	-757.3	0.16	-0.01	1700.0
APA-691	GG3-692	17.93	2.13	-741.8	0.28	-0.02	1500.0
GG3-692	GG3-691	17.65	2.15	-720.9	0.47	-0.04	1275.0
GG3-691	LNI-69	2.3	2.3	0.0	0	0	0.0
GG3-691	MIN-691	14.88	0	N/A	0.73	-0.1	830.0
MIN-691	INC-693	14.15	-	N/A	0.25	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	10.73	1.98	-441.9	0.09	-0.02	550.0
APA-692	APA-69	2.08	2.08	0.0	-0.01	-0.01	0.0
APA-692	GG2-693	8.56	0.05	-17020.0	0.12	-0.03	500.0
GG2-693	GG2-692	8.44	0	N/A	0.21	-0.05	520.0
GG2-692	GG2-691	8.23	-0.01	82400.0	0.07	-0.02	450.0
GG2-691	BZA-69D	8.16	0.01	-81500.0	0.16	-0.04	500.0
BZA-69D	BZA-69	0.1	0.1	0.0	-0.01	-0.01	0.0
BZA-69D	ZAP-691	7.9	0	N/A	0.21	-0.05	520.0
ZAP-691	INC-691	7.7	-	N/A	0.15	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	9	2.57	-250.2	0.5	-0.02	2600.0
GNG-694	GNG-691	8.5	2.59	-228.2	0.12	-0.01	1300.0
GNG-691	MIL-69	0.09	0.09	0.0	-0.02	-0.02	0.0
MIL-69	MIL-691	0.17	0.17	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GNG-691	GG3-695	8.28	2.51	-229.9	0.31	-0.02	1650.0
GG3-695	GG3-694	0.3	0.3	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GG3-694	KER-69	0.31	0.31	0.0	-0.02	-0.02	0.0
GG3-695	CDO-692	7.67	2.23	-243.9	0.17	-0.02	950.0
CDO-692	CDO-693	5.16	0.08	-6350.0	0.01	0	N/A
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	-0.07	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	5.15	-	N/A	0.28	-	N/A
GER-69	GER-691	2.46	-	N/A	0	-	N/A
GER-69	CVI-69	2.41	-	N/A	0.08	-	N/A
CVI-69	CVI-691	2.34	-	N/A	0	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0	-	N/A	-0.02	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XX. **Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 EHD Min**

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CB [MVAR]	CP [MVAR]	Δ [%]	CB [MVAR]	CP [MVAR]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO							
GSU-231	INC-231	-	9.46	N/A	-	-3.06	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6							
INC-691	INC-69D	6.48	2.01	-222.4	0	0.01	100.0
INC-69D	NAR-693	6.48	2	-224.0	-0.01	0.02	150.0
NAR-693	NAR-691	6.49	1.99	-226.1	-0.01	0.01	200.0
NAR-691	NAR-69	6.5	1.97	-229.9	0	0	0.0
NAR-69	NAR-692	6.28	1.76	-256.8	0	0	0.0
NAR-692	NAR-694	6.28	1.76	-256.8	0	0	0.0
NAR-694	CG5-693	6.28	1.75	-258.9	-0.01	0.01	200.0
CG5-693	CG5-692	6.29	1.74	-261.5	-0.02	0.03	166.7
CG5-692	CG5-691	6.31	1.71	-269.0	0	0	0.0
CG5-691	KOR-69D	6.31	1.71	-269.0	-0.01	0.01	200.0
KOR-69D	ROO-694	6.33	1.69	-274.6	0	0	0.0
ROO-694	ROO-692	6.33	1.69	-274.6	0	0	0.0
ROO-692	ROO-69	6.3	1.66	-279.5	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0.04	0.04	0.0	-0.01	-0.01	0.0
KOR-69D1	KOR-69	0.05	0.05	0.0	-0.01	-0.01	0.0
ROO-69	ROO-691	5.47	0.8	-583.8	0.01	-0.01	200.0
ROO-691	MON-692	5.46	0.81	-574.1	0.03	-0.02	250.0
MON-692	MON-69	5.43	0.83	-554.2	0.07	-0.04	275.0
MON-69	MON-69D	4.5	-	N/A	0.02	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	4.08	-	N/A	0.27	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	0.03	-	N/A	-0.21	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	3.78	-	N/A	0.08	-	N/A
CQU-69	LVA-69	3.5	-	N/A	1.83	-	N/A
MON-69D	MON-695	0.39	-	N/A	0	-	N/A
MON-695	MON-694	0.41	-	N/A	-0.06	-	N/A
MON-694	MIN-69	0.47	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0.07	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	-0.07	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A



LÍNEA INCIENSO - MINERVA							
INC-692	GRA-691	-	5.3	N/A	-	0.11	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	5.19	N/A	-	0.18	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	5.01	N/A	-	0.01	N/A
MIN-69	MON-694	-	4.44	N/A	-	0.01	N/A
MON-694	MON-695	-	4.44	N/A	-	0.22	N/A
MON-695	MON-69D	-	4.22	N/A	-	0	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	4.22	N/A	-	0.27	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	0.03	N/A	-	-0.21	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	3.91	N/A	-	0.08	N/A
CQU-69	LVA-69	-	3.64	N/A	-	1.83	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	-	0.62	N/A	-	-0.03	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	0.7	N/A	-	-0.03	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	0.73	N/A	-	-0.02	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	0.74	N/A	-	-0.01	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0.02	N/A	-	-0.03	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0.01	N/A	-	-0.01	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0.01	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	-	0.43	N/A	-	-0.03	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	0.51	N/A	-	-0.03	N/A
ESI-692	ESI-691	-	0.53	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	0.53	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0.02	N/A	-	-0.03	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	-0.02	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	1.65	100.0	-0.02	-0.02	0.0
SJD-692	SJD-691	-	1.66	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	1.69	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	1.68	N/A	-	-0.05	N/A
GER-693	CVI-69	-	1.72	N/A	-	-0.02	N/A
CVI-69	CVI-691	-	1.74	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0.02	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0.02	N/A	-	-0.02	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	-0.03	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	0.62	0.76	18.4	-0.02	-0.02	0.0
SJD-69	GER-692	-	0.14	N/A	-	-0.07	N/A
GER-692	GER-69	-	0.21	N/A	-	-0.03	N/A
GER-69	GER-691	-	0.23	N/A	-	0	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	0.24	0.72	66.7	0	0	0.0
CEN-692	CG6-692	0.26	0.27	3.7	-0.04	-0.04	0.0
CG6-692	CG6-691	0.3	0.31	3.2	-0.01	-0.01	0.0
CG6-691	ROO-693	0.31	0.32	3.1	-0.02	-0.02	0.0
ROO-693	MON-693	0.34	0.34	0.0	-0.03	-0.03	0.0
MON-693	TIN-69D	0.37	0.37	0.0	-0.01	-0.01	0.0
TIN-69D	MIX-69B	0.38	0.39	2.6	-0.02	-0.02	0.0
MIX-69B	TIN-69D1	0.4	0.41	2.4	-0.02	-0.02	0.0
TIN-69D1	TIN-69	0.42	0.43	2.3	-0.01	-0.01	0.0
TIN-69	TIN-691	0.43	0.44	2.3	0	0	0.0
TIN-691	TIN-692	0	0	0.0	0	0	0.0
TIN-692	IND-69	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
IND-69	LIZ-69	0.01	0.01	0.0	0	0	0.0
TIN-691	LIZ-691	0.29	0.29	0.0	-0.02	-0.02	0.0
LIZ-691	LFL-69	0.31	0.31	0.0	-0.04	-0.04	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	10.54	0	N/A	-0.02	-0.05	60.0
CG5-694	HIP-69	0.01	-	N/A	-0.01	-	N/A
CG5-694	INC-691	10.55	-	N/A	-0.03	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	0.47	-	N/A	0	-	N/A
KAM-691	CG3-692	0.45	-	N/A	-0.02	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	0.42	-	N/A	-0.02	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	0.5	-	N/A	-0.03	-	N/A
ESI-692	ESI-691	0.54	-	N/A	0	-	N/A
ESI-691	ESI-69	0.54	-	N/A	0	-	N/A
CG3-69D	INC-693	0.92	-	N/A	-0.01	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	-	0.42	N/A	-	-0.05	N/A
KAM-692	KAM-69	-	0.47	N/A	-	0	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0.01	-	N/A	-0.01	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0.02	-	N/A	-0.03	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	0.68	-	N/A	-0.03	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	0.71	-	N/A	-0.02	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	0.73	-	N/A	-0.01	-	N/A
CG2-69D	INC-691	0.6	-	N/A	-0.03	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	0	N/A	-	-0.01	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	-	N/A	-	-0.01	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	0.91	0.17	-435.3	0	0	0.0
GG6-693	GNG-695	0.92	0.17	-441.2	0	-0.03	100.0
GNG-695	CEM-69	0.92	0.21	-338.1	0	-0.07	100.0
CEM-69	NOR-691	0.89	0.27	-229.6	0	0	0.0
NOR-691	NOR-69	0.89	0.25	-256.0	0	-0.01	100.0
NOR-69	ZAP-693	0.64	0.01	-6300.0	-0.02	-0.04	50.0
ZAP-693	ZAP-692	0.12	0.17	29.4	0	0	0.0
ZAP-692	ZAP-69	0.13	0.13	0.0	-0.02	-0.02	0.0
ZAP-693	MIN-692	0.52	0.01	-5100.0	-0.06	-0.09	33.3
MIN-692	GRA-69	0.58	0	N/A	0	-0.01	100.0
GRA-69	INC-692	0.59	-	N/A	-0.03	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	1.1	0.04	-2650.0	0	-0.02	100.0
APA-691	GG3-692	1.1	0.06	-1733.3	0	-0.03	100.0
GG3-692	GG3-691	1.11	0.08	-1287.5	0	-0.05	100.0
GG3-691	LNI-69	0.24	0.24	0.0	0	0	0.0
GG3-691	MIN-691	0.87	0	N/A	-0.03	-0.1	70.0
MIN-691	INC-693	0.9	-	N/A	-0.01	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	3.48	0.02	-17300.0	-0.01	-0.02	50.0
APA-692	APA-69	0.2	0.2	0.0	-0.01	-0.01	0.0
APA-692	GG2-693	3.66	0.14	-2514.3	-0.02	-0.03	33.3
GG2-693	GG2-692	3.62	0.09	-3922.2	-0.04	-0.05	20.0
GG2-692	GG2-691	3.61	0.08	-4412.5	-0.01	-0.02	50.0
GG2-691	BZA-69D	3.58	0.04	-8850.0	-0.03	-0.04	25.0
BZA-69D	BZA-69	0.01	0.01	0.0	-0.01	-0.01	0.0
BZA-69D	ZAP-691	3.55	0	N/A	-0.04	-0.05	20.0
ZAP-691	INC-691	3.52	-	N/A	-0.03	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	2.08	0.01	-20700.0	0.02	-0.05	140.0
GNG-694	GNG-691	2.05	0	N/A	0	-0.01	100.0
GNG-691	MIL-69	0.06	0.07	14.3	-0.02	-0.02	0.0
MIL-69	MIL-691	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GNG-691	GG3-695	2.14	0.08	-2575.0	0.01	-0.04	125.0
GG3-695	GG3-694	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GG3-694	KER-69	0.01	0.01	0.0	-0.02	-0.02	0.0
GG3-695	CDO-692	2.13	0.13	-1538.5	0	-0.02	100.0
CDO-692	CDO-693	1.9	0.08	-2275.0	0	0	0.0
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	-0.07	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	1.9	-	N/A	-0.03	-	N/A
GER-69	GER-691	0.24	-	N/A	0	-	N/A
GER-69	CVI-69	1.7	-	N/A	-0.04	-	N/A
CVI-69	CVI-691	1.71	-	N/A	0	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0.02	-	N/A	-0.02	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXI. **Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 EHD Max**

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CB [MW]	CP [MW]	$\Delta$ [%]	CB [%]	CP [%]	$\Delta$ [%]
GSU 230/69 (1)	82.32	76.12	-8.1	56.2	52.4	-7.3
GSU 230/69 (2)	116.85	108.06	-8.1	65.7	61	-7.7
GSU 230/69 (3)	49.91	49.23	-1.4	66.5	65.9	-0.9
GNO 230/69 (1)	71.2	42.33	-68.2	49.3	31	-59.0
GNO 230/69 (2)	75.13	43.96	-70.9	52	29.3	-77.5
GNO 230/69 (3)	96.79	41.72	-132.0	68.5	28.9	-137.0
INC 230/69 (1)	-	100	N/A	-	68.9	N/A
INC 230/69 (2)	-	34.57	N/A	-	24.8	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXII. **Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 EHD Med**

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CB [MW]	CP [MW]	$\Delta$ [%]	CB [%]	CP [%]	$\Delta$ [%]
GSU 230/69 (1)	69.83	64.03	-9.1	47.9	45.7	-4.8
GSU 230/69 (2)	100.9	92.54	-9.0	69.3	62.2	-11.4
GSU 230/69 (3)	21.82	21.4	-2.0	29.5	32.5	9.2
GNO 230/69 (1)	55.26	28.37	-94.8	37.1	19.4	-91.2
GNO 230/69 (2)	59.26	30.43	-94.7	43.6	21.9	-99.1
GNO 230/69 (3)	80.91	26.89	-200.9	58.7	20.1	-192.0
INC 230/69 (1)	-	111.18	N/A	-	80.1	N/A
INC 230/69 (2)	-	14.73	N/A	-	13.6	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXIII. **Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 EHD Min**

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CB [MW]	CP [MW]	$\Delta$ [%]	CB [%]	CP [%]	$\Delta$ [%]
GSU 230/69 (1)	31.72	34.52	8.1	29.5	32.7	9.8
GSU 230/69 (2)	45.74	49.72	8.0	40.1	37.2	-7.8
GSU 230/69 (3)	3.96	3.76	-5.3	4.6	4.4	-4.5
GNO 230/69 (1)	22.25	13.25	-67.9	16.6	11.1	-49.5
GNO 230/69 (2)	23.51	14.01	-67.8	17.1	11.1	-54.1
GNO 230/69 (3)	36.77	21.98	-67.3	24.8	15.1	-64.2
INC 230/69 (1)	-	41.72	N/A	-	28.1	N/A
INC 230/69 (2)	-	17.04	N/A	-	12.1	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXIV. **Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 EHD Max**

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo
		CB [p.u.]	CB [°]	CP [p.u.]	CP [°]	$\Delta$ [%]	$\Delta$ [%]
1109	GSU-231	0.986	-11.7	0.985	-12.1	-0.1	3.3
1156	GSU-692	1.005	-15.9	1.004	-16.2	-0.1	1.9
INC231	INC-231	-	-	0.977	-13.1	N/A	N/A
INC232	INC-232	-	-	0.977	-13.1	N/A	N/A
1152	GNO-691	1.016	-15.2	1.006	-13.6	-1.0	-11.8
1153	GNO-692	1.006	-16.3	1.013	-13.4	0.7	-21.6
12009	APA-69	1.004	-16.5	1.012	-13.5	0.8	-22.2
12020	BZA-69	0.989	-17.6	1.012	-13.5	2.3	-30.4
12132	LNI-69	1.002	-16.5	1.003	-13.9	0.1	-18.7
12133	NOR-69	1.000	-16.9	0.999	-14.4	-0.1	-17.4
12198	ZAP-69	0.997	-17.3	0.998	-14.5	0.1	-19.3
12025	CEM-69	1.001	-16.8	0.999	-14.4	-0.2	-16.7
12091	INC-691	0.979	-18.4	0.989	-17.9	1.0	-2.8
12092	INC-692	0.991	-18	0.981	-14.8	-1.0	-21.6
1204	CEN-69	0.986	-17.3	0.988	-17.2	0.2	-0.6
12027	CEN-692	0.986	-17.3	0.988	-17.2	0.2	-0.6
12163	SJD-69	0.988	-18.2	0.979	-15.1	-0.9	-20.5
12057	ESI-69	0.982	-18.5	0.986	-18.3	0.4	-1.1
12100	LCA-69	0.976	-18.8	0.986	-18.3	1.0	-2.7
12095	KAM-69	0.982	-18.4	0.987	-17.5	0.5	-5.1
12089	HIP-69	0.984	-17.7	0.986	-17.5	0.2	-1.1
12286	NAR-69	0.975	-18.9	0.985	-18.4	1.0	-2.7
12153	ROO-69	0.959	-20.6	0.972	-19.9	1.3	-3.5

12258	KOR-69	0.959	-20.6	0.971	-19.9	1.2	-3.5
MIX69B	MIX-69B	0.975	-18.5	0.977	-18.4	0.2	-0.5
12186	TIN-69	0.972	-18.8	0.974	-18.7	0.2	-0.5
12093	IND-69	0.972	-18.8	0.974	-18.7	0.2	-0.5
12103	LIZ-69	0.972	-18.8	0.974	-18.7	0.2	-0.5
12102	LFL-69	0.970	-19.1	0.972	-19	0.2	-0.5
12127	MON-69	0.955	-21	0.968	-20.3	1.3	-3.4
12119	MIN-69	0.953	-21.3	0.977	-14.8	2.5	-43.9
12240	SJS-69	0.945	-21.6	0.964	-15.1	2.0	-43.0
12049	CQU-69	0.958	-20.7	0.977	-14.2	1.9	-45.8
1249	LVA-69	0.995	-17.5	1.003	-10.9	0.8	-60.6
12022	CDO-691	1.004	-16.4	0.993	-14.7	-1.1	-11.6
12023	CDO-692	0.990	-17.9	1.008	-13.9	1.8	-28.8
12263	GER-691	0.985	-18.6	0.976	-15.4	-0.9	-20.8
12262	CVI-691	0.983	-18.9	0.985	-18.6	0.2	-1.6
12267	OKM-69D	0.983	-18.9	0.985	-18.6	0.2	-1.6

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXV. **Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 EHD Med**

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo
		CB [p.u.]	CB [°]	CP [p.u.]	CP [°]	Δ [%]	Δ [%]
1109	GSU-231	0.970	-12.8	0.966	-13.3	-0.4	3.8
1156	GSU-692	1.003	-14.7	1.009	-15.1	0.6	2.6
INC231	INC-231	-	-	0.956	-14.2	N/A	N/A
INC232	INC-232	-	-	0.956	-14.2	N/A	N/A
1152	GNO-691	1.012	-15.2	1.010	-13.7	-0.2	-10.9
1153	GNO-692	1.007	-16.2	1.009	-13.5	0.2	-20.0
12009	APA-69	1.005	-16.3	1.009	-13.5	0.4	-20.7
12020	BZA-69	0.992	-17.4	1.009	-13.6	1.7	-27.9
12132	LNI-69	0.996	-16.2	1.008	-13.8	1.2	-17.4
12133	NOR-69	0.996	-16.3	1.004	-14.1	0.8	-15.6
12198	ZAP-69	0.993	-16.5	1.003	-14.1	1.0	-17.0
12025	CEM-69	0.997	-16.3	1.004	-14.1	0.7	-15.6
12091	INC-691	0.984	-18.1	1.001	-19.4	1.7	6.7
12092	INC-692	0.985	-17.2	0.989	-14.9	0.4	-15.4
1204	CEN-69	0.997	-17.4	1.001	-17.5	0.4	0.6
12027	CEN-692	0.997	-17.4	1.001	-17.5	0.4	0.6
12163	SJD-69	0.981	-17.3	0.986	-15.2	0.5	-13.8
12057	ESI-69	0.969	-18	0.996	-19.8	2.7	9.1
12100	LCA-69	0.976	-18.7	0.993	-19.9	1.7	6.0
12095	KAM-69	0.970	-18	0.999	-17.6	2.9	-2.3
12089	HIP-69	0.992	-17.6	0.999	-17.6	0.7	0.0
12286	NAR-69	0.980	-18.4	0.996	-19.8	1.6	7.1
12153	ROO-69	0.966	-19.4	0.979	-21.3	1.3	8.9

12258	KOR-69	0.965	-19.4	0.978	-21.3	1.3	8.9
MIX69B	MIX-69B	0.985	-18.4	0.989	-18.5	0.4	0.5
12186	TIN-69	0.982	-18.6	0.987	-18.7	0.5	0.5
12093	IND-69	0.982	-18.6	0.987	-18.7	0.5	0.5
12103	LIZ-69	0.982	-18.6	0.987	-18.7	0.5	0.5
12102	LFL-69	0.980	-18.9	0.984	-19	0.4	0.5
12127	MON-69	0.964	-19.4	0.975	-21.6	1.1	10.2
12119	MIN-69	0.962	-19.5	0.989	-14.5	2.7	-34.5
12240	SJS-69	0.962	-19.3	0.987	-13.9	2.5	-38.8
12049	CQU-69	0.969	-18.8	0.993	-13.4	2.4	-40.3
1249	LVA-69	1.000	-15.6	1.015	-10.1	1.5	-54.5
12022	CDO-691	1.001	-16	0.999	-14.5	-0.2	-10.3
12023	CDO-692	0.990	-17.7	1.005	-13.9	1.5	-27.3
12263	GER-691	0.984	-18.4	0.984	-15.4	0.0	-19.5
12262	CVI-691	0.982	-18.7	0.995	-20.2	1.3	7.4
12267	OKM-69D	0.982	-18.7	0.995	-20.2	1.3	7.4

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXVI. **Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 EHD Min**

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo
		CB [p.u.]	CB [°]	CP [p.u.]	CP [°]	Δ [%]	Δ [%]
1109	GSU-231	1.011	-11.5	1.011	-11.7	0.0	1.7
1156	GSU-692	1.007	-11.8	1.007	-12	0.0	1.7
INC231	INC-231	-	-	1.009	-11.9	N/A	N/A
INC232	INC-232	-	-	1.009	-11.9	N/A	N/A
1152	GNO-691	1.002	-12	1.004	-11.6	0.2	-3.4
1153	GNO-692	1.008	-12.6	1.008	-12	0.0	-5.0
12009	APA-69	1.008	-12.7	1.008	-12	0.0	-5.8
12020	BZA-69	1.009	-13	1.008	-12	-0.1	-8.3
12132	LNI-69	1.000	-12.4	1.003	-11.7	0.3	-6.0
12133	NOR-69	0.998	-12.6	1.002	-11.9	0.4	-5.9
12198	ZAP-69	0.997	-12.7	1.001	-12	0.4	-5.8
12025	CEM-69	0.999	-12.6	1.002	-11.9	0.3	-5.9
12091	INC-691	1.010	-13.1	0.989	-13.9	-2.1	5.8
12092	INC-692	0.996	-13	1.004	-11	0.8	-18.2
1204	CEN-69	1.016	-13.5	1.006	-14	-1.0	3.6
12027	CEN-692	1.016	-13.5	1.006	-14	-1.0	3.6
12163	SJD-69	0.995	-13.1	1.003	-11.1	0.8	-18.0
12057	ESI-69	0.995	-13	0.989	-14	-0.6	7.1
12100	LCA-69	1.008	-13.4	0.988	-14.1	-2.0	5.0
12095	KAM-69	0.995	-13	1.006	-14.1	1.1	7.8
12089	HIP-69	1.014	-13.3	1.006	-14.1	-0.8	5.7
12286	NAR-69	1.009	-13.1	0.988	-14.1	-2.1	7.1
12153	ROO-69	1.007	-12.6	0.984	-14.7	-2.3	14.3

12258	KOR-69	1.007	-12.6	0.983	-14.8	-2.4	14.9
MIX69B	MIX-69B	1.014	-13.8	1.004	-14.3	-1.0	3.5
12186	TIN-69	1.013	-13.9	1.004	-14.4	-0.9	3.5
12093	IND-69	1.013	-13.9	1.004	-14.4	-0.9	3.5
12103	LIZ-69	1.013	-13.9	1.004	-14.4	-0.9	3.5
12102	LFL-69	1.013	-13.9	1.003	-14.5	-1.0	4.1
12127	MON-69	1.007	-12.1	0.983	-14.9	-2.4	18.8
12119	MIN-69	1.006	-12.1	1.005	-10.2	-0.1	-18.6
12240	SJS-69	1.007	-11.6	1.007	-9.1	0.0	-27.5
12049	CQU-69	1.010	-11.2	1.010	-8.7	0.0	-28.7
1249	LVA-69	1.024	-7.7	1.024	-5.2	0.0	-48.1
12022	CDO-691	0.999	-12.4	1.001	-12	0.2	-3.3
12023	CDO-692	1.002	-13.3	1.007	-12.2	0.5	-9.0
12263	GER-691	1.000	-13.5	1.003	-11.2	0.3	-20.5
12262	CVI-691	0.999	-13.6	0.987	-14.2	-1.2	4.2
12267	OKM-69D	0.999	-13.6	0.987	-14.2	-1.2	4.2

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXVII. **Ahorro de pérdidas de potencia [MW] en el SNI al incluir el nuevo proyecto año 2 EHD Max, EHD Med y EHD Min**

Época húmeda	Pérdidas MW		
	CB	CP	Ahorro
Máxima	89.207	86.219	2.988
Media	58.586	56.777	1.809
Mínima	24.709	24.895	-0.186

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXVIII. **Ahorro de pérdidas de potencia [MW] en la zona 2 al incluir el nuevo proyecto año 2 EHD Max, EHD Med y EHD Min**

Época húmeda	Pérdidas MW		
	CB	CP	Ahorro
Máxima	20.468	17.926	2.542
Media	14.591	12.675	1.916
Mínima	2.984	3.055	-0.071

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).



**C. Resultados de flujos de carga caso contingencia para el año 2 del proyecto, fase 2: 2016 época seca**

**Tabla XXIX. Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG ESD Max**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	50.02	0	N/A	0.03	0	N/A	65.9	0	N/A
INC-69D	NAR-693	49.99	0	N/A	0.07	0	N/A	78.4	0	N/A
NAR-693	NAR-691	49.93	0	N/A	0.03	0	N/A	65.9	0	N/A
NAR-691	NAR-69	49.9	0	N/A	0.01	0	N/A	65.9	0	N/A
NAR-69	NAR-692	42.62	0	N/A	0	0	0.0	56.6	0	N/A
NAR-692	NAR-694	42.61	0	N/A	0.02	0	N/A	56.6	0	N/A
NAR-694	CG5-693	42.59	0	N/A	0.05	0	N/A	67.4	0	N/A
CG5-693	CG5-692	42.54	0	N/A	0.15	0	N/A	56.7	0	N/A
CG5-692	CG5-691	42.39	0	N/A	0.03	0	N/A	67.5	0	N/A
CG5-691	KOR-69D	42.36	0	N/A	0.09	0	N/A	67.5	0	N/A
KOR-69D	ROO-694	42.27	0	N/A	0.01	0	N/A	67.5	0	N/A
ROO-694	ROO-692	42.26	0	N/A	0.02	0	N/A	67.5	0	N/A
ROO-692	ROO-69	42.22	0	N/A	0	0	0.0	67.5	0	N/A
ROO-69	KOR-69D1	1.75	0	N/A	0	0	0.0	8.1	0	N/A
KOR-69D1	KOR-69	1.75	0	N/A	0	0	0.0	7.3	0	N/A
ROO-69	ROO-691	19.54	0	N/A	0	0	0.0	27	0	N/A
ROO-691	MON-692	19.53	0	N/A	0.01	0	N/A	27	0	N/A
MON-692	MON-69	19.52	0	N/A	0.03	0	N/A	27	0	N/A
MON-69	MON-69D	2.53	-	N/A	0	-	N/A	6.2	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-8.38	-	N/A	0.01	-	N/A	13	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	13.38	-	N/A	0.11	-	N/A	27.4	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-21.77	-	N/A	0.02	-	N/A	34.4	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-34.8	-	N/A	0.69	-	N/A	53.7	-	N/A
MON-69D	MON-695	10.91	-	N/A	0	-	N/A	17.3	-	N/A
MON-695	MON-694	10.9	-	N/A	0.01	-	N/A	17.4	-	N/A
MON-694	MIN-69	10.89	-	N/A	0	-	N/A	14.6	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MIN-69	MON-694	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-694	MON-695	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-695	MON-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
CQU-69	LVA-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-692	ESI-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-692	SJD-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
GER-693	CVI-69	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-69	CVI-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	22.32	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	49.7	N/A	N/A
SJD-69	GER-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GER-692	GER-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GER-69	GER-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	41.41	N/A	N/A	0	N/A	N/A	63.5	N/A	N/A
CEN-692	CG6-692	24.6	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	31.8	N/A	N/A
CG6-692	CG6-691	24.56	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	37.9	N/A	N/A
CG6-691	ROO-693	24.55	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	37.9	N/A	N/A
ROO-693	MON-693	24.52	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	37.9	N/A	N/A
MON-693	TIN-69D	24.48	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	37.9	N/A	N/A
TIN-69D	MIX-69B	24.47	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	31.9	N/A	N/A
MIX-69B	TIN-69D1	24.44	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	31.9	N/A	N/A
TIN-69D1	TIN-69	24.43	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	31.9	N/A	N/A
TIN-69	TIN-691	24.42	N/A	N/A	0	N/A	N/A	31.9	N/A	N/A
TIN-691	TIN-692	1.16	N/A	N/A	0	N/A	N/A	3	N/A	N/A
TIN-692	IND-69	1.16	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.5	N/A	N/A
IND-69	LIZ-69	1.16	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.5	N/A	N/A
TIN-691	LIZ-691	15.73	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	20.6	N/A	N/A
LIZ-691	LFL-69	15.73	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	20.6	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	34.75	N/A	N/A	0.07	N/A	N/A	45.5	N/A	N/A
CG5-694	HIP-69	0.74	-	N/A	0	-	N/A	3.3	-	N/A
CG5-694	INC-691	33.93	N/A	N/A	0.13	N/A	N/A	44.6	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	14.83	-	N/A	0	-	N/A	19.7	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-14.84	-	N/A	0.01	-	N/A	19.7	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	-14.85	-	N/A	0.01	-	N/A	19.7	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	21.07	-	N/A	0.02	-	N/A	27.6	-	N/A
ESI-692	ESI-691	21.04	-	N/A	0	-	N/A	27.6	-	N/A
ESI-691	ESI-69	21.04	-	N/A	0	-	N/A	27.6	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-35.97	-	N/A	0.06	-	N/A	47.3	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
KAM-692	KAM-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	11.37	-	N/A	0.01	-	N/A	14.6	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	11.36	-	N/A	0.01	-	N/A	19.4	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	11.36	-	N/A	0.01	-	N/A	24.9	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-11.38	-	N/A	0.01	-	N/A	14.6	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	44.41	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	56.5	N/A	N/A
GG6-693	GNG-695	44.4	N/A	N/A	0.14	N/A	N/A	67.3	N/A	N/A
GNG-695	CEM-69	44.26	N/A	N/A	0.29	N/A	N/A	67.3	N/A	N/A
CEM-69	NOR-691	39.23	N/A	N/A	0	N/A	N/A	60.2	N/A	N/A
NOR-691	NOR-69	39.23	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	60.2	N/A	N/A
NOR-69	ZAP-693	27.33	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	42	N/A	N/A
ZAP-693	ZAP-692	4.85	N/A	N/A	0	N/A	N/A	19.6	N/A	N/A
ZAP-692	ZAP-69	4.85	N/A	N/A	0	N/A	N/A	19.6	N/A	N/A
ZAP-693	MIN-692	22.42	0	N/A	0.07	0	N/A	34.6	0	N/A
MIN-692	GRA-69	22.35	0	N/A	0	0	0.0	34.7	0	N/A
GRA-69	INC-692	22.35	-	N/A	0.03	-	N/A	29.1	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	46.83	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A	72	N/A	N/A
APA-691	GG3-692	46.77	N/A	N/A	0.11	N/A	N/A	72	N/A	N/A
GG3-692	GG3-691	46.65	N/A	N/A	0.21	N/A	N/A	80.4	N/A	N/A
GG3-691	LNI-69	10.1	N/A	N/A	0	N/A	N/A	15.7	N/A	N/A
GG3-691	MIN-691	36.35	0	N/A	0.28	0	N/A	62.9	0	N/A
MIN-691	INC-693	36.07	-	N/A	0.1	-	N/A	62.9	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	36.45	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	55.8	N/A	N/A
APA-692	APA-69	7.77	N/A	N/A	0	N/A	N/A	12.5	N/A	N/A
APA-692	GG2-693	28.63	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	43.5	N/A	N/A
GG2-693	GG2-692	28.6	N/A	N/A	0.08	N/A	N/A	48.6	N/A	N/A
GG2-692	GG2-691	28.52	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	48.7	N/A	N/A
GG2-691	BZA-69D	28.49	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A	48.7	N/A	N/A
BZA-69D	BZA-69	0.71	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.8	N/A	N/A
BZA-69D	ZAP-691	27.72	0	N/A	0.08	0	N/A	47.5	0	N/A
ZAP-691	INC-691	27.64	-	N/A	0.05	-	N/A	47.5	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	40.9	N/A	N/A	0.16	N/A	N/A	61.5	N/A	N/A
GNG-694	GNG-691	40.74	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	61.5	N/A	N/A
GNG-691	MIL-69	0.21	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0.4	N/A	N/A
MIL-69	MIL-691	0.21	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0.5	N/A	N/A
GNG-691	GG3-695	40.48	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A	75.9	N/A	N/A
GG3-695	GG3-694	1.45	N/A	N/A	0	N/A	N/A	3.1	N/A	N/A
GG3-694	KER-69	1.45	N/A	N/A	0	N/A	N/A	5.8	N/A	N/A
GG3-695	CDO-692	38.89	N/A	N/A	0.11	N/A	N/A	84.7	N/A	N/A
CDO-692	CDO-693	28.2	0	N/A	0	0	0.0	42.9	0	N/A
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	28.19	-	N/A	0.09	-	N/A	42.9	-	N/A
GER-69	GER-691	9.68	-	N/A	0	-	N/A	17.2	-	N/A
GER-69	CVI-69	18.41	-	N/A	0.03	-	N/A	28	-	N/A
CVI-69	CVI-691	16.05	-	N/A	0	-	N/A	28.1	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	2.34	-	N/A	0	-	N/A	4.1	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXX. **Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG ESD Med**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	30.14	0	N/A	0.01	0	N/A	42.3	0	N/A
INC-69D	NAR-693	30.13	0	N/A	0.03	0	N/A	50.3	0	N/A
NAR-693	NAR-691	30.1	0	N/A	0.01	0	N/A	42.3	0	N/A
NAR-691	NAR-69	30.09	0	N/A	0	0	0.0	42.3	0	N/A
NAR-69	NAR-692	25.54	0	N/A	0	0	0.0	36.4	0	N/A
NAR-692	NAR-694	25.54	0	N/A	0.01	0	N/A	36.4	0	N/A
NAR-694	CG5-693	25.53	0	N/A	0.02	0	N/A	43.4	0	N/A
CG5-693	CG5-692	25.51	0	N/A	0.06	0	N/A	36.4	0	N/A
CG5-692	CG5-691	25.45	0	N/A	0.01	0	N/A	43.4	0	N/A
CG5-691	KOR-69D	25.43	0	N/A	0.04	0	N/A	43.4	0	N/A
KOR-69D	ROO-694	25.4	0	N/A	0.01	0	N/A	43.4	0	N/A
ROO-694	ROO-692	25.39	0	N/A	0.01	0	N/A	43.4	0	N/A
ROO-692	ROO-69	25.37	0	N/A	0	0	0.0	43.4	0	N/A
ROO-69	KOR-69D1	2.43	0	N/A	0	0	0.0	11.3	0	N/A
KOR-69D1	KOR-69	2.43	0	N/A	0	0	0.0	10.2	0	N/A
ROO-69	ROO-691	0.96	0	N/A	0	0	0.0	6.7	0	N/A
ROO-691	MON-692	0.96	0	N/A	0	0	0.0	6.7	0	N/A
MON-692	MON-69	0.96	0	N/A	0	0	0.0	6.8	0	N/A
MON-69	MON-69D	-14.11	-	N/A	0	-	N/A	21.9	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-21.23	-	N/A	0.06	-	N/A	33	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	6.49	-	N/A	0.02	-	N/A	12.7	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-27.75	-	N/A	0.02	-	N/A	43.2	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-34.82	-	N/A	0.68	-	N/A	53.3	-	N/A
MON-69D	MON-695	7.07	-	N/A	0	-	N/A	11.3	-	N/A
MON-695	MON-694	7.06	-	N/A	0.01	-	N/A	11.3	-	N/A
MON-694	MIN-69	7.06	-	N/A	0	-	N/A	9.5	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MIN-69	MON-694	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-694	MON-695	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-695	MON-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
CQU-69	LVA-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-692	ESI-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-692	SJD-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
GER-693	CVI-69	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-69	CVI-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	18.75	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	43.7	N/A	N/A
SJD-69	GER-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GER-692	GER-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GER-69	GER-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	37.6	N/A	N/A	0	N/A	N/A	59.3	N/A	N/A
CEN-692	CG6-692	21.46	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	28.6	N/A	N/A
CG6-692	CG6-691	21.42	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	34.1	N/A	N/A
CG6-691	ROO-693	21.41	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	34.1	N/A	N/A
ROO-693	MON-693	21.39	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	34.1	N/A	N/A
MON-693	TIN-69D	21.36	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	34.1	N/A	N/A
TIN-69D	MIX-69B	21.35	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	28.7	N/A	N/A
MIX-69B	TIN-69D1	21.33	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	28.7	N/A	N/A
TIN-69D1	TIN-69	21.32	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	28.7	N/A	N/A
TIN-69	TIN-691	21.31	N/A	N/A	0	N/A	N/A	28.7	N/A	N/A
TIN-691	TIN-692	1.92	N/A	N/A	0	N/A	N/A	5.1	N/A	N/A
TIN-692	IND-69	1.92	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.4	N/A	N/A
IND-69	LIZ-69	1.92	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.4	N/A	N/A
TIN-691	LIZ-691	13.88	N/A	N/A	0	N/A	N/A	18.7	N/A	N/A
LIZ-691	LFL-69	13.88	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	18.7	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	24.73	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	34.8	N/A	N/A
CG5-694	HIP-69	0.51	-	N/A	0	-	N/A	2.4	-	N/A
CG5-694	INC-691	24.18	N/A	N/A	0.07	N/A	N/A	34.2	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	11.6	-	N/A	0	-	N/A	16.4	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-11.6	-	N/A	0	-	N/A	16.4	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	-11.61	-	N/A	0.01	-	N/A	16.4	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	22.38	-	N/A	0.03	-	N/A	31.1	-	N/A
ESI-692	ESI-691	22.35	-	N/A	0	-	N/A	31.1	-	N/A
ESI-691	ESI-69	22.36	-	N/A	0	-	N/A	31.1	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-34.04	-	N/A	0.06	-	N/A	47.5	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
KAM-692	KAM-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	19.6	-	N/A	0.02	-	N/A	26.7	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	19.58	-	N/A	0.02	-	N/A	35.5	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	19.56	-	N/A	0.02	-	N/A	45.6	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-19.62	-	N/A	0.02	-	N/A	26.6	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	31.8	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	42.7	N/A	N/A
GG6-693	GNG-695	31.79	N/A	N/A	0.08	N/A	N/A	50.9	N/A	N/A
GNG-695	CEM-69	31.71	N/A	N/A	0.16	N/A	N/A	50.9	N/A	N/A
CEM-69	NOR-691	28.76	N/A	N/A	0	N/A	N/A	46.6	N/A	N/A
NOR-691	NOR-69	28.76	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	46.6	N/A	N/A
NOR-69	ZAP-693	19.35	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	31.6	N/A	N/A
ZAP-693	ZAP-692	0.49	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.7	N/A	N/A
ZAP-692	ZAP-69	0.5	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.8	N/A	N/A
ZAP-693	MIN-692	18.82	0	N/A	0.05	0	N/A	30.4	0	N/A
MIN-692	GRA-69	18.77	0	N/A	0	0	0.0	30.4	0	N/A
GRA-69	INC-692	18.77	-	N/A	0.02	-	N/A	25.6	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	40.31	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	65.4	N/A	N/A
APA-691	GG3-692	40.25	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A	65.4	N/A	N/A
GG3-692	GG3-691	40.17	N/A	N/A	0.18	N/A	N/A	73.1	N/A	N/A
GG3-691	LNI-69	5.56	N/A	N/A	0	N/A	N/A	9.1	N/A	N/A
GG3-691	MIN-691	34.42	0	N/A	0.28	0	N/A	63	0	N/A
MIN-691	INC-693	34.14	-	N/A	0.1	-	N/A	63.1	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	30.05	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	48	N/A	N/A
APA-692	APA-69	3.42	N/A	N/A	0	N/A	N/A	5.9	N/A	N/A
APA-692	GG2-693	26.6	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	42.2	N/A	N/A
GG2-693	GG2-692	26.56	N/A	N/A	0.07	N/A	N/A	47.2	N/A	N/A
GG2-692	GG2-691	26.48	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	47.2	N/A	N/A
GG2-691	BZA-69D	26.47	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A	47.2	N/A	N/A
BZA-69D	BZA-69	0.62	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.5	N/A	N/A
BZA-69D	ZAP-691	25.79	0	N/A	0.07	0	N/A	46.2	0	N/A
ZAP-691	INC-691	25.71	-	N/A	0.05	-	N/A	46.2	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	38.56	N/A	N/A	0.14	N/A	N/A	58.6	N/A	N/A
GNG-694	GNG-691	38.41	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	58.6	N/A	N/A
GNG-691	MIL-69	0.37	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0.7	N/A	N/A
MIL-69	MIL-691	0.37	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0.9	N/A	N/A
GNG-691	GG3-695	38.01	N/A	N/A	0.14	N/A	N/A	72	N/A	N/A
GG3-695	GG3-694	1.19	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.6	N/A	N/A
GG3-694	KER-69	1.19	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.9	N/A	N/A
GG3-695	CDO-692	36.69	N/A	N/A	0.1	N/A	N/A	80.7	N/A	N/A
CDO-692	CDO-693	29.3	0	N/A	0.01	0	N/A	44.8	0	N/A
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	29.3	-	N/A	0.1	-	N/A	44.8	-	N/A
GER-69	GER-691	8.44	-	N/A	0	-	N/A	15.3	-	N/A
GER-69	CVI-69	20.76	-	N/A	0.04	-	N/A	31.7	-	N/A
CVI-69	CVI-691	18.92	-	N/A	0	-	N/A	33.3	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	1.81	-	N/A	0	-	N/A	3.2	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).



Tabla XXXI. Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG ESD Min

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	23.67	0	N/A	0.01	0	N/A	29.4	0	N/A
INC-69D	NAR-693	23.66	0	N/A	0.01	0	N/A	35	0	N/A
NAR-693	NAR-691	23.65	0	N/A	0.01	0	N/A	29.4	0	N/A
NAR-691	NAR-69	23.64	0	N/A	0	0	0.0	29.4	0	N/A
NAR-69	NAR-692	21.12	0	N/A	0	0	0.0	26.3	0	N/A
NAR-692	NAR-694	21.11	0	N/A	0	0	0.0	26.3	0	N/A
NAR-694	CG5-693	21.11	0	N/A	0.01	0	N/A	31.3	0	N/A
CG5-693	CG5-692	21.1	0	N/A	0.03	0	N/A	26.3	0	N/A
CG5-692	CG5-691	21.07	0	N/A	0.01	0	N/A	31.3	0	N/A
CG5-691	KOR-69D	21.06	0	N/A	0.02	0	N/A	31.3	0	N/A
KOR-69D	ROO-694	21.04	0	N/A	0	0	0.0	31.3	0	N/A
ROO-694	ROO-692	21.04	0	N/A	0	0	0.0	31.3	0	N/A
ROO-692	ROO-69	21.03	0	N/A	0	0	0.0	31.3	0	N/A
ROO-69	KOR-69D1	1.41	0	N/A	0	0	0.0	6.3	0	N/A
KOR-69D1	KOR-69	1.41	0	N/A	0	0	0.0	5.7	0	N/A
ROO-69	ROO-691	9.57	0	N/A	0	0	0.0	12.1	0	N/A
ROO-691	MON-692	9.57	0	N/A	0	0	0.0	12.1	0	N/A
MON-692	MON-69	9.57	0	N/A	0.01	0	N/A	12.1	0	N/A
MON-69	MON-69D	3.33	-	N/A	0	-	N/A	5.9	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	1.03	-	N/A	0	-	N/A	4.2	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	3.52	-	N/A	0.01	-	N/A	6.5	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-2.5	-	N/A	0	-	N/A	5.3	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-5.48	-	N/A	0.02	-	N/A	8.9	-	N/A
MON-69D	MON-695	2.3	-	N/A	0	-	N/A	3.5	-	N/A
MON-695	MON-694	2.3	-	N/A	0	-	N/A	3.5	-	N/A
MON-694	MIN-69	2.3	-	N/A	0	-	N/A	2.9	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	-10.39	N/A	-	0.01	N/A	-	13.1	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	-10.39	N/A	-	0.01	N/A	-	15.6	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	-10.39	N/A	-	0	N/A	-	13.1	N/A
MIN-69	MON-694	-	-12.69	N/A	-	0	N/A	-	16.1	N/A
MON-694	MON-695	-	-12.71	N/A	-	0.02	N/A	-	19.1	N/A
MON-695	MON-69D	-	-12.7	N/A	-	0	N/A	-	19.1	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-12.73	N/A	-	0.02	N/A	-	19.1	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	3.52	N/A	-	0.01	N/A	-	6.5	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-16.26	N/A	-	0.01	N/A	-	24.4	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-19.42	N/A	-	0.2	N/A	-	28.8	N/A

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-692	ESI-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-692	SJD-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
GER-693	CVI-69	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-69	CVI-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	7.4	10.38	28.7	0.01	0	N/A	15.9	13.1	-21.4
SJD-69	GER-692	-	2.97	N/A	-	0	N/A	-	3.8	N/A
GER-692	GER-69	-	2.97	N/A	-	0	N/A	-	4.5	N/A
GER-69	GER-691	-	2.97	N/A	-	0	N/A	-	3.8	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	15.73	17.3	9.1	0	0	0.0	23.2	25.5	9.0
CEN-692	CG6-692	7.34	7.34	0.0	0	0	0.0	9.1	9.1	0.0
CG6-692	CG6-691	7.34	7.34	0.0	0	0	0.0	10.8	10.8	0.0
CG6-691	ROO-693	7.34	7.34	0.0	0	0	0.0	10.8	10.8	0.0
ROO-693	MON-693	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	10.9	10.8	-0.9
MON-693	TIN-69D	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	10.9	10.8	-0.9
TIN-69D	MIX-69B	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	9.1	9.1	0.0
MIX-69B	TIN-69D1	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	9.1	9.1	0.0
TIN-69D1	TIN-69	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	9.1	9.1	0.0
TIN-69	TIN-691	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	9.1	9.1	0.0
TIN-691	TIN-692	0.74	0.74	0.0	0	0	0.0	1.9	1.9	0.0
TIN-692	IND-69	0.75	0.75	0.0	0	0	0.0	1.6	1.6	0.0
IND-69	LIZ-69	0.75	0.75	0.0	0	0	0.0	1.6	1.6	0.0
TIN-691	LIZ-691	4.6	4.6	0.0	0	0	0.0	5.7	5.7	0.0
LIZ-691	LFL-69	4.6	4.6	0.0	0	0	0.0	5.7	5.7	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	21.02	0	N/A	0.02	0	N/A	26.1	0.1	-26000.0
CG5-694	HIP-69	0.22	-	N/A	0	-	N/A	1	-	N/A
CG5-694	INC-691	20.78	-	N/A	0.04	-	N/A	25.8	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	4.7	-	N/A	0	-	N/A	5.9	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-4.7	-	N/A	0	-	N/A	5.9	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	-4.71	-	N/A	0	-	N/A	5.9	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	6.72	-	N/A	0	-	N/A	8.4	-	N/A
ESI-692	ESI-691	6.71	-	N/A	0	-	N/A	8.4	-	N/A
ESI-691	ESI-69	6.71	-	N/A	0	-	N/A	8.4	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-11.43	-	N/A	0.01	-	N/A	14.3	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	4.92	N/A	-	0	N/A	-	6.1	N/A
KAM-692	KAM-69	-	4.92	N/A	-	0	N/A	-	6.1	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	6.73	-	N/A	0	-	N/A	8.4	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	6.73	-	N/A	0	-	N/A	11.2	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	6.72	-	N/A	0	-	N/A	14.4	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-6.73	-	N/A	0	-	N/A	8.4	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	0.22	N/A	-	0	N/A	-	1	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.22	N/A	-	0	N/A	-	1	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	14.66	7.21	-103.3	0	0	0.0	18.3	9	-103.3
GG6-693	GNG-695	14.66	7.21	-103.3	0.01	0	N/A	21.7	10.7	-102.8
GNG-695	CEM-69	14.65	7.21	-103.2	0.03	0.01	-200.0	21.8	10.7	-103.7
CEM-69	NOR-691	13.43	6.01	-123.5	0	0	0.0	20	8.9	-124.7
NOR-691	NOR-69	13.43	6.02	-123.1	0	0	0.0	20	8.9	-124.7
NOR-69	ZAP-693	10.29	2.88	-257.3	0.01	0	N/A	15.3	4.3	-255.8
ZAP-693	ZAP-692	2.88	2.88	0.0	0	0	0.0	11.3	11.3	0.0
ZAP-692	ZAP-69	2.88	2.88	0.0	0	0	0.0	11.3	11.3	0.0
ZAP-693	MIN-692	7.41	0	N/A	0.01	0	N/A	11.1	0	N/A
MIN-692	GRA-69	7.4	0	N/A	0	0	0.0	11.1	0	N/A
GRA-69	INC-692	7.4	-	N/A	0	-	N/A	9.3	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	13.65	2.16	-531.9	0.01	0	N/A	20.3	3.2	-534.4
APA-691	GG3-692	13.65	2.16	-531.9	0.01	0	N/A	20.3	3.2	-534.4
GG3-692	GG3-691	13.64	2.16	-531.5	0.02	0	N/A	22.7	3.6	-530.6
GG3-691	LNI-69	2.16	2.16	0.0	0	0	0.0	3.2	3.2	0.0
GG3-691	MIN-691	11.46	0	N/A	0.03	0	N/A	19.1	0.2	-9450.0
MIN-691	INC-693	11.44	-	N/A	0.01	-	N/A	19.1	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	11.78	2.07	-469.1	0	0	0.0	17.4	3.1	-461.3
APA-692	APA-69	1.76	1.76	0.0	0	0	0.0	2.6	2.6	0.0
APA-692	GG2-693	10.01	0.31	-3129.0	0	0	0.0	14.8	0.5	-2860.0
GG2-693	GG2-692	10.01	0.31	-3129.0	0.01	0	N/A	16.5	0.5	-3200.0
GG2-692	GG2-691	10	0.31	-3125.8	0	0	0.0	16.5	0.5	-3200.0
GG2-691	BZA-69D	10	0.31	-3125.8	0.01	0	N/A	16.5	0.5	-3200.0
BZA-69D	BZA-69	0.31	0.31	0.0	0	0	0.0	1.2	1.2	0.0
BZA-69D	ZAP-691	9.68	0	N/A	0.01	0	N/A	16	0.1	-15900.0
ZAP-691	INC-691	9.67	-	N/A	0.01	-	N/A	16	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	14.8	4.14	-257.5	0.02	0	N/A	22	6.1	-260.7
GNG-694	GNG-691	14.79	4.14	-257.2	0.01	0	N/A	22	6.1	-260.7
GNG-691	MIL-69	0.12	0.12	0.0	0	0	0.0	0.3	0.3	0.0
MIL-69	MIL-691	0.12	0.12	0.0	0	0	0.0	0.3	0.3	0.0
GNG-691	GG3-695	14.66	4.01	-265.6	0.02	0	N/A	27.1	7.4	-266.2
GG3-695	GG3-694	0.92	0.92	0.0	0	0	0.0	1.9	2	5.0
GG3-694	KER-69	0.92	0.92	0.0	0	0	0.0	3.6	3.6	0.0
GG3-695	CDO-692	13.72	3.1	-342.6	0.01	0	N/A	29.4	6.6	-345.5
CDO-692	CDO-693	10.61	0	N/A	0	0	0.0	15.9	0.1	-15800.0
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	10.61	-	N/A	0.01	-	N/A	15.9	-	N/A
GER-69	GER-691	2.98	-	N/A	0	-	N/A	5.1	-	N/A
GER-69	CVI-69	7.63	-	N/A	0.01	-	N/A	11.6	-	N/A
CVI-69	CVI-691	7.22	-	N/A	0	-	N/A	12.6	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0.4	-	N/A	0	-	N/A	0.7	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXXII. Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG ESD Max

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CB [MVAR]	CCNTG [MVAR]	Δ [%]	CB [MVAR]	CCNTG [MVAR]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO							
GSU-231	INC-231	-	0	N/A	-	0	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6							
INC-691	INC-69D	13.6	0	N/A	0.1	0	N/A
INC-69D	NAR-693	13.5	0	N/A	0.2	0	N/A
NAR-693	NAR-691	13.3	0	N/A	0.11	0	N/A
NAR-691	NAR-69	13.19	0	N/A	0.02	0	N/A
NAR-69	NAR-692	12.32	0	N/A	0.02	0	N/A
NAR-692	NAR-694	12.3	0	N/A	0.08	0	N/A
NAR-694	CG5-693	12.22	0	N/A	0.14	0	N/A
CG5-693	CG5-692	12.08	0	N/A	0.57	0	N/A
CG5-692	CG5-691	11.51	0	N/A	0.07	0	N/A
CG5-691	KOR-69D	11.44	0	N/A	0.25	0	N/A
KOR-69D	ROO-694	11.18	0	N/A	0.04	0	N/A
ROO-694	ROO-692	11.14	0	N/A	0.06	0	N/A
ROO-692	ROO-69	11.04	0	N/A	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0.01	0	N/A	-0.01	0	N/A
KOR-69D1	KOR-69	0	0	0.0	-0.01	0	N/A
ROO-69	ROO-691	7.13	0	N/A	0.01	0	N/A
ROO-691	MON-692	7.12	0	N/A	0.03	0	N/A
MON-692	MON-69	7.1	0	N/A	0.07	0	N/A
MON-69	MON-69D	3.12	-	N/A	-0.01	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	0.68	-	N/A	-0.05	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	4.89	-	N/A	0.04	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	4.2	-	N/A	0.03	-	N/A
CQU-69	LVA-69	8.31	-	N/A	1.84	-	N/A
MON-69D	MON-695	2.46	-	N/A	0	-	N/A
MON-695	MON-694	2.45	-	N/A	-0.02	-	N/A
MON-694	MIN-69	2.46	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0.07	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	-0.06	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA							
INC-692	GRA-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MIN-69	MON-694	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-694	MON-695	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-695	MON-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
CQU-69	LVA-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-692	ESI-691	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	-0.02	0	N/A
SJD-692	SJD-691	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	0	N/A	-	0	N/A
GER-693	CVI-69	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-69	CVI-691	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	4.06	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A
SJD-69	GER-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GER-692	GER-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GER-69	GER-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	9.57	N/A	N/A	0	N/A	N/A
CEN-692	CG6-692	6.11	N/A	N/A	0.11	N/A	N/A
CG6-692	CG6-691	6	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A
CG6-691	ROO-693	5.97	N/A	N/A	0.07	N/A	N/A
ROO-693	MON-693	5.91	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A
MON-693	TIN-69D	5.82	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A
TIN-69D	MIX-69B	5.79	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A
MIX-69B	TIN-69D1	5.73	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A
TIN-69D1	TIN-69	5.67	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A
TIN-69	TIN-691	5.65	N/A	N/A	0	N/A	N/A
TIN-691	TIN-692	0.02	N/A	N/A	0	N/A	N/A
TIN-692	IND-69	0.01	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
IND-69	LIZ-69	0.02	N/A	N/A	0	N/A	N/A
TIN-691	LIZ-691	3.9	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A
LIZ-691	LFL-69	3.89	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	10.32	N/A	N/A	0.25	N/A	N/A
CG5-694	HIP-69	0.03	-	N/A	-0.01	-	N/A
CG5-694	INC-691	10.03	N/A	N/A	0.44	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	3.47	-	N/A	0	-	N/A
KAM-691	CG3-692	3.47	-	N/A	0	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	3.48	-	N/A	0.01	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	3.67	-	N/A	0.05	-	N/A
ESI-692	ESI-691	3.61	-	N/A	0	-	N/A
ESI-691	ESI-69	3.61	-	N/A	0	-	N/A
CG3-69D	INC-693	7.37	-	N/A	0.22	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
KAM-692	KAM-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0.01	-	N/A	-0.01	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0.02	-	N/A	-0.03	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	1.45	-	N/A	-0.01	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	1.46	-	N/A	-0.01	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	1.48	-	N/A	0	-	N/A
CG2-69D	INC-691	1.39	-	N/A	-0.01	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	8.2	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A
GG6-693	GNG-695	8.16	N/A	N/A	0.4	N/A	N/A
GNG-695	CEM-69	7.77	N/A	N/A	0.79	N/A	N/A
CEM-69	NOR-691	6.94	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A
NOR-691	NOR-69	6.95	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A
NOR-69	ZAP-693	4.91	N/A	N/A	0.12	N/A	N/A
ZAP-693	ZAP-692	0.52	N/A	N/A	0	N/A	N/A
ZAP-692	ZAP-69	0.53	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
ZAP-693	MIN-692	4.27	0	N/A	0.13	0	N/A
MIN-692	GRA-69	4.14	0	N/A	0.01	0	N/A
GRA-69	INC-692	4.13	-	N/A	0.07	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	11.87	N/A	N/A	0.19	N/A	N/A
APA-691	GG3-692	11.68	N/A	N/A	0.32	N/A	N/A
GG3-692	GG3-691	11.36	N/A	N/A	0.54	N/A	N/A
GG3-691	LNI-69	2.55	N/A	N/A	0	N/A	N/A
GG3-691	MIN-691	8.27	0	N/A	0.68	0	N/A
MIN-691	INC-693	7.59	-	N/A	0.23	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	9.44	N/A	N/A	0.1	N/A	N/A
APA-692	APA-69	3.18	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
APA-692	GG2-693	6.16	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A
GG2-693	GG2-692	6.07	N/A	N/A	0.17	N/A	N/A
GG2-692	GG2-691	5.9	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A
GG2-691	BZA-69D	5.84	N/A	N/A	0.13	N/A	N/A
BZA-69D	BZA-69	0.05	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
BZA-69D	ZAP-691	5.65	0	N/A	0.17	0	N/A
ZAP-691	INC-691	5.49	-	N/A	0.12	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	6.8	N/A	N/A	0.51	N/A	N/A
GNG-694	GNG-691	6.29	N/A	N/A	0.12	N/A	N/A
GNG-691	MIL-69	0.02	N/A	N/A	-0.02	N/A	N/A
MIL-69	MIL-691	0.03	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
GNG-691	GG3-695	6.21	N/A	N/A	0.32	N/A	N/A
GG3-695	GG3-694	0.03	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
GG3-694	KER-69	0.04	N/A	N/A	-0.02	N/A	N/A
GG3-695	CDO-692	5.87	N/A	N/A	0.18	N/A	N/A
CDO-692	CDO-693	3.94	0	N/A	0.01	0	N/A
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	0	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	3.93	-	N/A	0.22	-	N/A
GER-69	GER-691	1.89	-	N/A	0	-	N/A
GER-69	CVI-69	1.83	-	N/A	0.04	-	N/A
CVI-69	CVI-691	1.45	-	N/A	0	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0.34	-	N/A	-0.02	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).



Tabla XXXIII. **Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG ESD Med**

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CB [MVAR]	CCNTG [MVAR]	Δ [%]	CB [MVAR]	CCNTG [MVAR]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO							
GSU-231	INC-231	-	0	N/A	-	0	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6							
INC-691	INC-69D	13.76	0	N/A	0.04	0	N/A
INC-69D	NAR-693	13.72	0	N/A	0.07	0	N/A
NAR-693	NAR-691	13.65	0	N/A	0.04	0	N/A
NAR-691	NAR-69	13.62	0	N/A	0.01	0	N/A
NAR-69	NAR-692	12.49	0	N/A	0.01	0	N/A
NAR-692	NAR-694	12.48	0	N/A	0.03	0	N/A
NAR-694	CG5-693	12.45	0	N/A	0.05	0	N/A
CG5-693	CG5-692	12.4	0	N/A	0.2	0	N/A
CG5-692	CG5-691	12.21	0	N/A	0.03	0	N/A
CG5-691	KOR-69D	12.18	0	N/A	0.09	0	N/A
KOR-69D	ROO-694	12.09	0	N/A	0.01	0	N/A
ROO-694	ROO-692	12.08	0	N/A	0.02	0	N/A
ROO-692	ROO-69	12.03	0	N/A	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0.13	0	N/A	-0.01	0	N/A
KOR-69D1	KOR-69	0.14	0	N/A	-0.01	0	N/A
ROO-69	ROO-691	5.07	0	N/A	-0.01	0	N/A
ROO-691	MON-692	5.08	0	N/A	-0.02	0	N/A
MON-692	MON-69	5.1	0	N/A	-0.04	0	N/A
MON-69	MON-69D	0.41	-	N/A	0	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	2.45	-	N/A	0.12	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	1.53	-	N/A	-0.15	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	4.04	-	N/A	0.06	-	N/A
CQU-69	LVA-69	7.56	-	N/A	1.8	-	N/A
MON-69D	MON-695	1.93	-	N/A	0	-	N/A
MON-695	MON-694	1.91	-	N/A	-0.04	-	N/A
MON-694	MIN-69	1.96	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0.07	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	-0.06	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA							
INC-692	GRA-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MIN-69	MON-694	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-694	MON-695	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-695	MON-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
CQU-69	LVA-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-692	ESI-691	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	-0.02	0	N/A
SJD-692	SJD-691	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	0	N/A	-	0	N/A
GER-693	CVI-69	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-69	CVI-691	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	6.6	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A
SJD-69	GER-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GER-692	GER-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GER-69	GER-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	12.14	N/A	N/A	0	N/A	N/A
CEN-692	CG6-692	7.31	N/A	N/A	0.08	N/A	N/A
CG6-692	CG6-691	7.23	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A
CG6-691	ROO-693	7.21	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A
ROO-693	MON-693	7.16	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A
MON-693	TIN-69D	7.1	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A
TIN-69D	MIX-69B	7.08	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A
MIX-69B	TIN-69D1	7.04	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A
TIN-69D1	TIN-69	6.99	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A
TIN-69	TIN-691	6.98	N/A	N/A	0	N/A	N/A
TIN-691	TIN-692	0.56	N/A	N/A	0	N/A	N/A
TIN-692	IND-69	0.56	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
IND-69	LIZ-69	0.57	N/A	N/A	0	N/A	N/A
TIN-691	LIZ-691	4.59	N/A	N/A	0	N/A	N/A
LIZ-691	LFL-69	4.59	N/A	N/A	0	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	12.27	N/A	N/A	0.13	N/A	N/A
CG5-694	HIP-69	0.17	-	N/A	-0.01	-	N/A
CG5-694	INC-691	11.97	N/A	N/A	0.22	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	4.86	-	N/A	0	-	N/A
KAM-691	CG3-692	4.86	-	N/A	0	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	4.86	-	N/A	0	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	8.27	-	N/A	0.07	-	N/A
ESI-692	ESI-691	8.18	-	N/A	0	-	N/A
ESI-691	ESI-69	8.24	-	N/A	0	-	N/A
CG3-69D	INC-693	13.34	-	N/A	0.22	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
KAM-692	KAM-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0.01	-	N/A	-0.01	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0.02	-	N/A	-0.03	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	7.1	-	N/A	0.04	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	7.06	-	N/A	0.03	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	7.02	-	N/A	0.02	-	N/A
CG2-69D	INC-691	7.09	-	N/A	0.04	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	12.37	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A
GG6-693	GNG-695	12.34	N/A	N/A	0.21	N/A	N/A
GNG-695	CEM-69	12.13	N/A	N/A	0.41	N/A	N/A
CEM-69	NOR-691	10.98	N/A	N/A	0	N/A	N/A
NOR-691	NOR-69	10.97	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A
NOR-69	ZAP-693	7.85	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A
ZAP-693	ZAP-692	1.05	N/A	N/A	0	N/A	N/A
ZAP-692	ZAP-69	1.06	N/A	N/A	-0.02	N/A	N/A
ZAP-693	MIN-692	6.73	0	N/A	0.08	0	N/A
MIN-692	GRA-69	6.65	0	N/A	0.01	0	N/A
GRA-69	INC-692	6.65	-	N/A	0.04	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	17.33	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
APA-691	GG3-692	17.18	N/A	N/A	0.26	N/A	N/A
GG3-692	GG3-691	16.91	N/A	N/A	0.44	N/A	N/A
GG3-691	LNI-69	2.22	N/A	N/A	0	N/A	N/A
GG3-691	MIN-691	14.25	0	N/A	0.68	0	N/A
MIN-691	INC-693	13.57	-	N/A	0.23	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	11.93	N/A	N/A	0.07	N/A	N/A
APA-692	APA-69	2.01	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
APA-692	GG2-693	9.86	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A
GG2-693	GG2-692	9.77	N/A	N/A	0.16	N/A	N/A
GG2-692	GG2-691	9.61	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A
GG2-691	BZA-69D	9.56	N/A	N/A	0.12	N/A	N/A
BZA-69D	BZA-69	0.1	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
BZA-69D	ZAP-691	9.34	0	N/A	0.15	0	N/A
ZAP-691	INC-691	9.19	-	N/A	0.11	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	8.49	N/A	N/A	0.46	N/A	N/A
GNG-694	GNG-691	8.03	N/A	N/A	0.11	N/A	N/A
GNG-691	MIL-69	0.09	N/A	N/A	-0.02	N/A	N/A
MIL-69	MIL-691	0.16	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
GNG-691	GG3-695	7.84	N/A	N/A	0.28	N/A	N/A
GG3-695	GG3-694	0.29	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
GG3-694	KER-69	0.3	N/A	N/A	-0.02	N/A	N/A
GG3-695	CDO-692	7.27	N/A	N/A	0.16	N/A	N/A
CDO-692	CDO-693	4.86	0	N/A	0.01	0	N/A
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	0	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	4.85	-	N/A	0.25	-	N/A
GER-69	GER-691	2.36	-	N/A	0	-	N/A
GER-69	CVI-69	2.25	-	N/A	0.07	-	N/A
CVI-69	CVI-691	2.2	-	N/A	0	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0	-	N/A	-0.02	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXXIV. Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG ESD Min

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CB [MVAR]	CCNTG [MVAR]	Δ [%]	CB [MVAR]	CCNTG [MVAR]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO							
GSU-231	INC-231	-	0	N/A	-	0	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6							
INC-691	INC-69D	0.04	0	N/A	0.01	0	N/A
INC-69D	NAR-693	0.08	0	N/A	0.03	0	N/A
NAR-693	NAR-691	0.09	0	N/A	0.01	0	N/A
NAR-691	NAR-69	0.09	0	N/A	0	0	0.0
NAR-69	NAR-692	0.3	0	N/A	0	0	0.0
NAR-692	NAR-694	0.32	0	N/A	0.01	0	N/A
NAR-694	CG5-693	0.34	0	N/A	0.02	0	N/A
CG5-693	CG5-692	0.4	0	N/A	0.07	0	N/A
CG5-692	CG5-691	0.41	0	N/A	0.01	0	N/A
CG5-691	KOR-69D	0.44	0	N/A	0.03	0	N/A
KOR-69D	ROO-694	0.44	0	N/A	0	0	0.0
ROO-694	ROO-692	0.46	0	N/A	0.01	0	N/A
ROO-692	ROO-69	0.47	0	N/A	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0.04	0	N/A	-0.01	0	N/A
KOR-69D1	KOR-69	0.06	0	N/A	-0.01	0	N/A
ROO-69	ROO-691	1.35	0	N/A	0	0	0.0
ROO-691	MON-692	1.33	0	N/A	-0.01	0	N/A
MON-692	MON-69	1.3	0	N/A	-0.03	0	N/A
MON-69	MON-69D	2.17	-	N/A	-0.01	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	2.52	-	N/A	-0.08	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	0.04	-	N/A	-0.21	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	2.54	-	N/A	-0.02	-	N/A
CQU-69	LVA-69	2.45	-	N/A	-0.29	-	N/A
MON-69D	MON-695	0.41	-	N/A	0	-	N/A
MON-695	MON-694	0.42	-	N/A	-0.06	-	N/A
MON-694	MIN-69	0.5	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0.08	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	-0.07	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA							
INC-692	GRA-691	-	0.77	N/A	-	-0.02	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	0.74	N/A	-	-0.03	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	0.74	N/A	-	0	N/A
MIN-69	MON-694	-	1.3	N/A	-	0	N/A
MON-694	MON-695	-	1.29	N/A	-	-0.01	N/A
MON-695	MON-69D	-	1.28	N/A	-	0	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	1.27	N/A	-	-0.02	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	0.04	N/A	-	-0.21	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	1.32	N/A	-	0.01	N/A
CQU-69	LVA-69	-	1.8	N/A	-	0.27	N/A

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-692	ESI-691	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	-0.02	0	N/A
SJD-692	SJD-691	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	0	N/A	-	0	N/A
GER-693	CVI-69	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-69	CVI-691	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	0.63	0.79	20.3	-0.02	-0.02	0.0
SJD-69	GER-692	-	0.15	N/A	-	-0.07	N/A
GER-692	GER-69	-	0.21	N/A	-	-0.03	N/A
GER-69	GER-691	-	0.24	N/A	-	0	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	0.73	0.73	0.0	0	0	0.0
CEN-692	CG6-692	0.28	0.28	0.0	-0.04	-0.04	0.0
CG6-692	CG6-691	0.32	0.32	0.0	-0.01	-0.01	0.0
CG6-691	ROO-693	0.33	0.33	0.0	-0.02	-0.02	0.0
ROO-693	MON-693	0.36	0.35	-2.9	-0.03	-0.03	0.0
MON-693	TIN-69D	0.39	0.39	0.0	-0.01	-0.01	0.0
TIN-69D	MIX-69B	0.4	0.4	0.0	-0.02	-0.02	0.0
MIX-69B	TIN-69D1	0.42	0.42	0.0	-0.02	-0.02	0.0
TIN-69D1	TIN-69	0.44	0.44	0.0	-0.01	-0.01	0.0
TIN-69	TIN-691	0.46	0.45	-2.2	0	0	0.0
TIN-691	TIN-692	0.01	0.01	0.0	0	0	0.0
TIN-692	IND-69	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
IND-69	LIZ-69	0	0	0.0	0	0	0.0
TIN-691	LIZ-691	0.3	0.3	0.0	-0.02	-0.02	0.0
LIZ-691	LFL-69	0.32	0.32	0.0	-0.04	-0.04	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	0.2	0	N/A	0.05	-0.05	200.0
CG5-694	HIP-69	0.01	-	N/A	-0.01	-	N/A
CG5-694	INC-691	0.29	-	N/A	0.08	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	0.47	-	N/A	0	-	N/A
KAM-691	CG3-692	0.46	-	N/A	-0.02	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	0.43	-	N/A	-0.02	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	0.52	-	N/A	-0.03	-	N/A
ESI-692	ESI-691	0.53	-	N/A	0	-	N/A
ESI-691	ESI-69	0.53	-	N/A	0	-	N/A
CG3-69D	INC-693	0.94	-	N/A	-0.01	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	-	0.43	N/A	-	-0.05	N/A
KAM-692	KAM-69	-	0.47	N/A	-	0	N/A
KAM-692	TIK-69D	0.01	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0	-	N/A	-0.01	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0.02	-	N/A	-0.03	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	0.64	-	N/A	-0.03	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	0.67	-	N/A	-0.02	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	0.69	-	N/A	-0.01	-	N/A
CG2-69D	INC-691	0.55	-	N/A	-0.03	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	0	N/A	-	-0.01	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.01	N/A	-	-0.01	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	0.93	0.18	-416.7	0	0	0.0
GG6-693	GNG-695	0.94	0.18	-422.2	0	-0.03	100.0
GNG-695	CEM-69	0.94	0.22	-327.3	0	-0.07	100.0
CEM-69	NOR-691	0.9	0.24	-275.0	0	0	0.0
NOR-691	NOR-69	0.91	0.25	-264.0	0	-0.01	100.0
NOR-69	ZAP-693	0.65	0.01	-6400.0	-0.02	-0.04	50.0
ZAP-693	ZAP-692	0.14	0.15	6.7	0	0	0.0
ZAP-692	ZAP-69	0.14	0.14	0.0	-0.02	-0.02	0.0
ZAP-693	MIN-692	0.53	0.01	-5200.0	-0.07	-0.09	22.2
MIN-692	GRA-69	0.6	0	N/A	0	-0.01	100.0
GRA-69	INC-692	0.6	-	N/A	-0.03	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	1.13	0.04	-2725.0	0	-0.02	100.0
APA-691	GG3-692	1.13	0.06	-1783.3	0	-0.03	100.0
GG3-692	GG3-691	1.14	0.09	-1166.7	0	-0.05	100.0
GG3-691	LNI-69	0.25	0.25	0.0	0	0	0.0
GG3-691	MIN-691	0.89	0	N/A	-0.03	-0.11	72.7
MIN-691	INC-693	0.93	-	N/A	-0.01	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	0.89	0.02	-4350.0	-0.01	-0.02	50.0
APA-692	APA-69	0.21	0.21	0.0	-0.01	-0.01	0.0
APA-692	GG2-693	0.69	0.14	-392.9	-0.01	-0.03	66.7
GG2-693	GG2-692	0.71	0.09	-688.9	-0.02	-0.05	60.0
GG2-692	GG2-691	0.73	0.08	-812.5	-0.01	-0.02	50.0
GG2-691	BZA-69D	0.74	0.04	-1750.0	-0.02	-0.04	50.0
BZA-69D	BZA-69	0.01	0.01	0.0	-0.01	-0.01	0.0
BZA-69D	ZAP-691	0.74	0	N/A	-0.03	-0.05	40.0
ZAP-691	INC-691	0.77	-	N/A	-0.02	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	1.93	0.01	-19200.0	0.02	-0.05	140.0
GNG-694	GNG-691	1.91	-0.01	19200.0	0	-0.02	100.0
GNG-691	MIL-69	0.07	0.07	0.0	-0.02	-0.02	0.0
MIL-69	MIL-691	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GNG-691	GG3-695	2.01	0.09	-2133.3	0.01	-0.04	125.0
GG3-695	GG3-694	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GG3-694	KER-69	0.01	0.01	0.0	-0.02	-0.02	0.0
GG3-695	CDO-692	2	0.13	-1438.5	0	-0.02	100.0
CDO-692	CDO-693	1.77	0.08	-2112.5	0	0	0.0
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	-0.07	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	1.77	-	N/A	-0.03	-	N/A
GER-69	GER-691	0.25	-	N/A	0	-	N/A
GER-69	CVI-69	1.57	-	N/A	-0.04	-	N/A
CVI-69	CVI-691	1.59	-	N/A	0	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0.02	-	N/A	-0.02	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).



Tabla XXXV. **Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 CCNTG ESD Max**

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CB [MW]	CCNTG [MW]	$\Delta$ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	$\Delta$ [%]
GSU 230/69 (1)	82.83	N/A	N/A	57.2	N/A	N/A
GSU 230/69 (2)	119.46	N/A	N/A	73.3	N/A	N/A
GSU 230/69 (3)	41.41	N/A	N/A	50.9	N/A	N/A
GNO 230/69 (1)	70.61	N/A	N/A	47.7	N/A	N/A
GNO 230/69 (2)	74.51	N/A	N/A	50.4	N/A	N/A
GNO 230/69 (3)	93.07	N/A	N/A	64.8	N/A	N/A
INC 230/69 (1)	-	0	N/A	-	0	N/A
INC 230/69 (2)	-	0	N/A	-	0	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXXVI. **Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 CCNTG ESD Med**

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CB [MW]	CCNTG [MW]	$\Delta$ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	$\Delta$ [%]
GSU 230/69 (1)	73.91	N/A	N/A	50.7	N/A	N/A
GSU 230/69 (2)	106.69	N/A	N/A	70.3	N/A	N/A
GSU 230/69 (3)	28.47	N/A	N/A	34.7	N/A	N/A
GNO 230/69 (1)	53.85	N/A	N/A	37.4	N/A	N/A
GNO 230/69 (2)	56.82	N/A	N/A	39.5	N/A	N/A
GNO 230/69 (3)	79.53	N/A	N/A	57.2	N/A	N/A
INC 230/69 (1)	-	0	N/A	-	0	N/A
INC 230/69 (2)	-	0	N/A	-	0	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXXVII. Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 CCNTG ESD Min

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CB [MW]	CCNTG [MW]	$\Delta$ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	$\Delta$ [%]
GSU 230/69 (1)	41.58	36.62	-13.5	45.2	33.8	-33.7
GSU 230/69 (2)	61.65	52.7	-17.0	50.9	38.5	-32.2
GSU 230/69 (3)	14.34	14.64	2.0	14.5	15.6	7.1
GNO 230/69 (1)	22.78	13.68	-66.5	17	15.7	-8.3
GNO 230/69 (2)	24.07	14.23	-69.1	17.5	9.5	-84.2
GNO 230/69 (3)	45.6	27.9	-63.4	30.8	18.6	-65.6
INC 230/69 (1)	-	0	N/A	-	0	N/A
INC 230/69 (2)	-	0	N/A	-	0	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXXVIII. Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 CCNTG ESD Max

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo
		CB [p.u.]	CB [°]	CCNTG [p.u.]	CCNTG [°]	$\Delta$ [%]	$\Delta$ [%]
1109	GSU-231	1.000	-9.2	N/A	N/A	N/A	N/A
1156	GSU-692	1.005	-12.7	-	-	N/A	N/A
INC231	INC-231	-	-	0.000	0	N/A	N/A
INC232	INC-232	-	-	0.000	0	N/A	N/A
1152	GNO-691	1.007	-13.2	N/A	N/A	N/A	N/A
1153	GNO-692	1.011	-13.9	N/A	N/A	N/A	N/A
12009	APA-69	1.009	-14.1	N/A	N/A	N/A	N/A
12020	BZA-69	0.998	-15.1	N/A	N/A	N/A	N/A
12132	LNI-69	0.993	-14.4	N/A	N/A	N/A	N/A
12133	NOR-69	0.991	-14.9	N/A	N/A	N/A	N/A
12198	ZAP-69	0.987	-15.2	N/A	N/A	N/A	N/A
12025	CEM-69	0.992	-14.8	N/A	N/A	N/A	N/A
12091	INC-691	0.991	-15.8	N/A	N/A	N/A	N/A
12092	INC-692	0.981	-16	N/A	N/A	N/A	N/A
1204	CEN-69	1.003	-14.6	N/A	N/A	N/A	N/A
12027	CEN-692	1.003	-14.6	N/A	N/A	N/A	N/A
12163	SJD-69	0.978	-16.2	N/A	N/A	N/A	N/A
12057	ESI-69	0.973	-16.4	N/A	N/A	N/A	N/A
12100	LCA-69	0.988	-16.2	N/A	N/A	N/A	N/A
12095	KAM-69	0.973	-16.4	N/A	N/A	N/A	N/A
12089	HIP-69	0.999	-15	N/A	N/A	N/A	N/A
12286	NAR-69	0.986	-16.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12153	ROO-69	0.970	-17.9	N/A	N/A	N/A	N/A

12258	KOR-69	0.970	-17.9	N/A	N/A	N/A	N/A
MIX69B	MIX-69B	0.992	-15.8	N/A	N/A	N/A	N/A
12186	TIN-69	0.989	-16	N/A	N/A	N/A	N/A
12093	IND-69	0.989	-16	N/A	N/A	N/A	N/A
12103	LIZ-69	0.989	-16	N/A	N/A	N/A	N/A
12102	LFL-69	0.987	-16.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12127	MON-69	0.965	-18.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12119	MIN-69	0.963	-18.5	N/A	N/A	N/A	N/A
12240	SJS-69	0.953	-18.9	N/A	N/A	N/A	N/A
12049	CQU-69	0.967	-18	N/A	N/A	N/A	N/A
1249	LVA-69	0.998	-14.8	N/A	N/A	N/A	N/A
12022	CDO-691	0.994	-14.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12023	CDO-692	0.995	-15.6	N/A	N/A	N/A	N/A
12263	GER-691	0.990	-16.2	N/A	N/A	N/A	N/A
12262	CVI-691	0.988	-16.5	N/A	N/A	N/A	N/A
12267	OKM-69D	0.988	-16.5	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XXXIX. Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 CCNTG ESD Med

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo
		CB [p.u.]	CB [°]	CCNTG [p.u.]	CCNTG [°]	Δ [%]	Δ [%]
1109	GSU-231	0.985	-9.2	N/A	N/A	N/A	N/A
1156	GSU-692	1.002	-11.7	-	-	N/A	N/A
INC231	INC-231	-	-	0.000	0	N/A	N/A
INC232	INC-232	-	-	0.000	0	N/A	N/A
1152	GNO-691	1.006	-12.2	N/A	N/A	N/A	N/A
1153	GNO-692	1.010	-13.2	N/A	N/A	N/A	N/A
12009	APA-69	1.008	-13.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12020	BZA-69	0.995	-14.2	N/A	N/A	N/A	N/A
12132	LNI-69	0.990	-13.2	N/A	N/A	N/A	N/A
12133	NOR-69	0.990	-13.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12198	ZAP-69	0.987	-13.5	N/A	N/A	N/A	N/A
12025	CEM-69	0.991	-13.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12091	INC-691	0.987	-14.8	N/A	N/A	N/A	N/A
12092	INC-692	0.979	-14.2	N/A	N/A	N/A	N/A
1204	CEN-69	0.999	-14	N/A	N/A	N/A	N/A
12027	CEN-692	0.999	-14	N/A	N/A	N/A	N/A
12163	SJD-69	0.976	-14.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12057	ESI-69	0.964	-15	N/A	N/A	N/A	N/A
12100	LCA-69	0.979	-15.4	N/A	N/A	N/A	N/A
12095	KAM-69	0.965	-14.9	N/A	N/A	N/A	N/A
12089	HIP-69	0.994	-14.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12286	NAR-69	0.983	-15.1	N/A	N/A	N/A	N/A
12153	ROO-69	0.969	-16	N/A	N/A	N/A	N/A

12258	KOR-69	0.969	-16	N/A	N/A	N/A	N/A
MIX69B	MIX-69B	0.987	-15	N/A	N/A	N/A	N/A
12186	TIN-69	0.985	-15.2	N/A	N/A	N/A	N/A
12093	IND-69	0.984	-15.2	N/A	N/A	N/A	N/A
12103	LIZ-69	0.984	-15.2	N/A	N/A	N/A	N/A
12102	LFL-69	0.982	-15.4	N/A	N/A	N/A	N/A
12127	MON-69	0.967	-16	N/A	N/A	N/A	N/A
12119	MIN-69	0.966	-16.1	N/A	N/A	N/A	N/A
12240	SJS-69	0.966	-15.8	N/A	N/A	N/A	N/A
12049	CQU-69	0.972	-15.3	N/A	N/A	N/A	N/A
1249	LVA-69	1.002	-12.1	N/A	N/A	N/A	N/A
12022	CDO-691	0.995	-13	N/A	N/A	N/A	N/A
12023	CDO-692	0.994	-14.7	N/A	N/A	N/A	N/A
12263	GER-691	0.988	-15.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12262	CVI-691	0.986	-15.6	N/A	N/A	N/A	N/A
12267	OKM-69D	0.986	-15.6	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XL. **Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 CCNTG ESD Min**

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo
		CB [p.u.]	CB [°]	CCNTG [p.u.]	CCNTG [°]	Δ [%]	Δ [%]
1109	GSU-231	1.034	-3.7	1.038	3	0.4	223.3
1156	GSU-692	1.015	-4.9	1.015	1.8	0.0	372.2
INC231	INC-231	-	-	0.000	0	N/A	N/A
INC232	INC-232	-	-	0.000	0	N/A	N/A
1152	GNO-691	1.014	-5.6	1.011	1.5	-0.3	473.3
1153	GNO-692	1.018	-6.6	1.012	0.9	-0.6	833.3
12009	APA-69	1.018	-6.7	1.012	0.9	-0.6	844.4
12020	BZA-69	1.015	-7	1.012	0.9	-0.3	877.8
12132	LNI-69	1.011	-6	1.011	1.5	0.0	500.0
12133	NOR-69	1.010	-6.2	1.010	1.2	0.0	616.7
12198	ZAP-69	1.008	-6.3	1.009	1.2	0.1	625.0
12025	CEM-69	1.010	-6.2	1.010	1.2	0.0	616.7
12091	INC-691	1.013	-7.3	0.000	0	N/A	N/A
12092	INC-692	1.007	-6.6	0.997	-5.5	-1.0	-20.0
1204	CEN-69	1.016	-6.5	1.019	0.7	0.3	1028.6
12027	CEN-692	1.016	-6.5	1.019	0.7	0.3	1028.6
12163	SJD-69	1.006	-6.6	0.997	-5.6	-0.9	-17.9
12057	ESI-69	1.006	-6.6	0.000	0	N/A	N/A
12100	LCA-69	1.011	-7.5	0.000	0	N/A	N/A
12095	KAM-69	1.006	-6.6	1.018	0.6	1.2	1200.0
12089	HIP-69	1.015	-6.8	1.018	0.6	0.3	1233.3
12286	NAR-69	1.012	-7.5	0.000	0	N/A	N/A
12153	ROO-69	1.008	-8.3	0.000	0	N/A	N/A

12258	KOR-69	1.008	-8.3	0.000	0	N/A	N/A
MIX69B	MIX-69B	1.014	-6.9	1.017	0.3	0.3	2400.0
12186	TIN-69	1.014	-6.9	1.016	0.3	0.2	2400.0
12093	IND-69	1.013	-6.9	1.016	0.3	0.3	2400.0
12103	LIZ-69	1.013	-6.9	1.016	0.3	0.3	2400.0
12102	LFL-69	1.013	-7	1.016	0.2	0.3	3600.0
12127	MON-69	1.008	-8.5	0.000	0	N/A	N/A
12119	MIN-69	1.007	-8.6	0.999	-5.2	-0.8	-65.4
12240	SJS-69	1.007	-8.8	1.001	-4.9	-0.6	-79.6
12049	CQU-69	1.009	-8.6	1.004	-4.6	-0.5	-87.0
1249	LVA-69	1.016	-8.1	1.017	-2.8	0.1	-189.3
12022	CDO-691	1.011	-6	1.008	1.1	-0.3	645.5
12023	CDO-692	1.013	-7.2	1.011	0.7	-0.2	1128.6
12263	GER-691	1.011	-7.4	0.996	-5.7	-1.5	-29.8
12262	CVI-691	1.010	-7.5	0.000	0	N/A	N/A
12267	OKM-69D	1.010	-7.5	0.000	0	N/A	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XLI. **Ahorro de pérdidas de potencia [MW] en el SNI al incluir el nuevo proyecto año 2 CCNTG ESD Max, ESD Med y ESD Min**

Época seca	Pérdidas MW		
	CB	CCNTG	Ahorro
Máxima	78.796	N/A	N/A
Media	47.239	N/A	N/A
Mínima	17.247	16.194	1.053

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XLII. **Ahorro de pérdidas de potencia [MW] en la zona 2 al incluir el nuevo proyecto año 2 CCNTG ESD Max, ESD Med y ESD Min**

Época seca	Pérdidas MW		
	CB	CCNTG	Ahorro
Máxima	21.521	N/A	N/A
Media	16.213	N/A	N/A
Mínima	6.313	5.925	0.388

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

**D. Resultados de flujo de carga caso contingencia para el año 2 del proyecto, fase 2: 2016 época húmeda**

**Tabla XLIII. Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG EHD Max**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	Δ [%]
<b>LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO</b>										
GSU-231	INC-231	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6</b>										
INC-691	INC-69D	50.6	0	N/A	0.03	0	N/A	66.8	0	N/A
INC-69D	NAR-693	50.57	0	N/A	0.07	0	N/A	79.5	0	N/A
NAR-693	NAR-691	50.5	0	N/A	0.03	0	N/A	66.8	0	N/A
NAR-691	NAR-69	50.47	0	N/A	0.01	0	N/A	66.8	0	N/A
NAR-69	NAR-692	42.79	0	N/A	0	0	0.0	56.9	0	N/A
NAR-692	NAR-694	42.78	0	N/A	0.02	0	N/A	56.9	0	N/A
NAR-694	CG5-693	42.76	0	N/A	0.05	0	N/A	67.7	0	N/A
CG5-693	CG5-692	42.71	0	N/A	0.15	0	N/A	56.9	0	N/A
CG5-692	CG5-691	42.56	0	N/A	0.03	0	N/A	67.7	0	N/A
CG5-691	KOR-69D	42.53	0	N/A	0.09	0	N/A	67.7	0	N/A
KOR-69D	ROO-694	42.44	0	N/A	0.02	0	N/A	67.7	0	N/A
ROO-694	ROO-692	42.43	0	N/A	0.02	0	N/A	67.7	0	N/A
ROO-692	ROO-69	42.41	0	N/A	0	0	0.0	67.8	0	N/A
ROO-69	KOR-69D1	1.77	0	N/A	0	0	0.0	8.3	0	N/A
KOR-69D1	KOR-69	1.77	0	N/A	0	0	0.0	7.5	0	N/A
ROO-69	ROO-691	19.5	0	N/A	0	0	0.0	26.4	0	N/A
ROO-691	MON-692	19.49	0	N/A	0.01	0	N/A	26.4	0	N/A
MON-692	MON-69	19.48	0	N/A	0.03	0	N/A	26.4	0	N/A
MON-69	MON-69D	2.34	-	N/A	0	-	N/A	3.9	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-8.67	-	N/A	0.01	-	N/A	13.8	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	13.51	-	N/A	0.11	-	N/A	27.9	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-22.2	-	N/A	0.02	-	N/A	36.2	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-35.4	-	N/A	0.74	-	N/A	55.8	-	N/A
MON-69D	MON-695	11	-	N/A	0	-	N/A	17.7	-	N/A
MON-695	MON-694	11	-	N/A	0.01	-	N/A	17.7	-	N/A
MON-694	MIN-69	10.99	-	N/A	0	-	N/A	14.9	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MIN-69	MON-694	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-694	MON-695	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-695	MON-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
CQU-69	LVA-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-692	ESI-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-692	SJD-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
GER-693	CVI-69	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-69	CVI-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	22.52	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	49.7	N/A	N/A
SJD-69	GER-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GER-692	GER-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GER-69	GER-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	43.03	N/A	N/A	0	N/A	N/A	67.2	N/A	N/A
CEN-692	CG6-692	24.9	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	32.8	N/A	N/A
CG6-692	CG6-691	24.86	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	39.1	N/A	N/A
CG6-691	ROO-693	24.85	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	39.1	N/A	N/A
ROO-693	MON-693	24.81	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	39.1	N/A	N/A
MON-693	TIN-69D	24.77	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	39.1	N/A	N/A
TIN-69D	MIX-69B	24.76	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	32.9	N/A	N/A
MIX-69B	TIN-69D1	24.73	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	32.9	N/A	N/A
TIN-69D1	TIN-69	24.72	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	32.9	N/A	N/A
TIN-69	TIN-691	24.7	N/A	N/A	0	N/A	N/A	32.9	N/A	N/A
TIN-691	TIN-692	1.18	N/A	N/A	0	N/A	N/A	3.1	N/A	N/A
TIN-692	IND-69	1.17	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.6	N/A	N/A
IND-69	LIZ-69	1.17	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.6	N/A	N/A
TIN-691	LIZ-691	15.94	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	21.3	N/A	N/A
LIZ-691	LFL-69	15.93	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	21.3	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	30.44	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	39.2	N/A	N/A
CG5-694	HIP-69	0.74	-	N/A	0	-	N/A	3.4	-	N/A
CG5-694	INC-691	29.64	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A	38.3	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	14.97	-	N/A	0	-	N/A	19.7	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-14.98	-	N/A	0.01	-	N/A	19.7	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	-14.98	-	N/A	0.01	-	N/A	19.7	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	21.25	-	N/A	0.02	-	N/A	27.6	-	N/A
ESI-692	ESI-691	21.24	-	N/A	0	-	N/A	27.6	-	N/A
ESI-691	ESI-69	21.22	-	N/A	0	-	N/A	27.6	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-36.29	-	N/A	0.06	-	N/A	47.3	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
KAM-692	KAM-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	11.67	-	N/A	0.01	-	N/A	15.2	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	11.66	-	N/A	0.01	-	N/A	20.2	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	11.66	-	N/A	0.01	-	N/A	25.9	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-11.68	-	N/A	0.01	-	N/A	15.1	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A



LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	44.79	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	56.5	N/A	N/A
GG6-693	GNG-695	44.78	N/A	N/A	0.14	N/A	N/A	67.2	N/A	N/A
GNG-695	CEM-69	44.65	N/A	N/A	0.29	N/A	N/A	67.2	N/A	N/A
CEM-69	NOR-691	39.57	N/A	N/A	0	N/A	N/A	60.2	N/A	N/A
NOR-691	NOR-69	39.57	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	60.2	N/A	N/A
NOR-69	ZAP-693	27.57	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	42	N/A	N/A
ZAP-693	ZAP-692	4.92	N/A	N/A	0	N/A	N/A	19.7	N/A	N/A
ZAP-692	ZAP-69	4.9	N/A	N/A	0	N/A	N/A	19.6	N/A	N/A
ZAP-693	MIN-692	22.62	0	N/A	0.07	0	N/A	34.6	0	N/A
MIN-692	GRA-69	22.55	0	N/A	0	0	0.0	34.6	0	N/A
GRA-69	INC-692	22.55	-	N/A	0.03	-	N/A	29.1	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	47.25	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A	71.9	N/A	N/A
APA-691	GG3-692	47.18	N/A	N/A	0.11	N/A	N/A	71.9	N/A	N/A
GG3-692	GG3-691	47.07	N/A	N/A	0.21	N/A	N/A	80.4	N/A	N/A
GG3-691	LNI-69	10.19	N/A	N/A	0	N/A	N/A	15.7	N/A	N/A
GG3-691	MIN-691	36.67	0	N/A	0.28	0	N/A	62.8	0	N/A
MIN-691	INC-693	36.4	-	N/A	0.1	-	N/A	62.9	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	41.85	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	65.7	N/A	N/A
APA-692	APA-69	7.85	N/A	N/A	0	N/A	N/A	12.7	N/A	N/A
APA-692	GG2-693	33.95	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A	53.1	N/A	N/A
GG2-693	GG2-692	33.89	N/A	N/A	0.12	N/A	N/A	59.4	N/A	N/A
GG2-692	GG2-691	33.78	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	59.4	N/A	N/A
GG2-691	BZA-69D	33.74	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A	59.4	N/A	N/A
BZA-69D	BZA-69	0.72	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.9	N/A	N/A
BZA-69D	ZAP-691	32.93	0	N/A	0.12	0	N/A	58.2	0	N/A
ZAP-691	INC-691	32.81	-	N/A	0.08	-	N/A	58.2	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	41.54	N/A	N/A	0.17	N/A	N/A	62.7	N/A	N/A
GNG-694	GNG-691	41.38	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	62.7	N/A	N/A
GNG-691	MIL-69	0.21	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0.4	N/A	N/A
MIL-69	MIL-691	0.21	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0.5	N/A	N/A
GNG-691	GG3-695	41.12	N/A	N/A	0.16	N/A	N/A	77.4	N/A	N/A
GG3-695	GG3-694	1.46	N/A	N/A	0	N/A	N/A	3.2	N/A	N/A
GG3-694	KER-69	1.47	N/A	N/A	0	N/A	N/A	5.9	N/A	N/A
GG3-695	CDO-692	39.49	N/A	N/A	0.11	N/A	N/A	86.4	N/A	N/A
CDO-692	CDO-693	28.7	0	N/A	0	0	0.0	43.9	0	N/A
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	28.7	-	N/A	0.1	-	N/A	43.9	-	N/A
GER-69	GER-691	9.77	-	N/A	0	-	N/A	17.4	-	N/A
GER-69	CVI-69	18.83	-	N/A	0.03	-	N/A	28.8	-	N/A
CVI-69	CVI-691	16.44	-	N/A	0	-	N/A	28.9	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	2.36	-	N/A	0	-	N/A	4.2	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XLIV. Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG EHD Med

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	Δ [%]
<b>LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO</b>										
GSU-231	INC-231	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6</b>										
INC-691	INC-69D	32.49	0	N/A	0.01	0	N/A	45.3	0	N/A
INC-69D	NAR-693	32.48	0	N/A	0.03	0	N/A	53.9	0	N/A
NAR-693	NAR-691	32.44	0	N/A	0.01	0	N/A	45.3	0	N/A
NAR-691	NAR-69	32.43	0	N/A	0	0	0.0	45.3	0	N/A
NAR-69	NAR-692	27.63	0	N/A	0	0	0.0	39.1	0	N/A
NAR-692	NAR-694	27.63	0	N/A	0.01	0	N/A	39.1	0	N/A
NAR-694	CG5-693	27.62	0	N/A	0.02	0	N/A	46.5	0	N/A
CG5-693	CG5-692	27.59	0	N/A	0.07	0	N/A	39.1	0	N/A
CG5-692	CG5-691	27.52	0	N/A	0.01	0	N/A	46.6	0	N/A
CG5-691	KOR-69D	27.51	0	N/A	0.04	0	N/A	46.6	0	N/A
KOR-69D	ROO-694	27.47	0	N/A	0.01	0	N/A	46.6	0	N/A
ROO-694	ROO-692	27.46	0	N/A	0.01	0	N/A	46.6	0	N/A
ROO-692	ROO-69	27.45	0	N/A	0	0	0.0	46.6	0	N/A
ROO-69	KOR-69D1	2.51	0	N/A	0	0	0.0	11.7	0	N/A
KOR-69D1	KOR-69	2.51	0	N/A	0	0	0.0	10.5	0	N/A
ROO-69	ROO-691	2.19	0	N/A	0	0	0.0	6.9	0	N/A
ROO-691	MON-692	2.19	0	N/A	0	0	0.0	6.9	0	N/A
MON-692	MON-69	2.19	0	N/A	0	0	0.0	7	0	N/A
MON-69	MON-69D	-13.4	-	N/A	0	-	N/A	20.9	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-20.76	-	N/A	0.06	-	N/A	32.5	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	6.72	-	N/A	0.02	-	N/A	13.2	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-27.5	-	N/A	0.02	-	N/A	43.2	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-34.8	-	N/A	0.68	-	N/A	53.6	-	N/A
MON-69D	MON-695	7.3	-	N/A	0	-	N/A	11.7	-	N/A
MON-695	MON-694	7.3	-	N/A	0.01	-	N/A	11.8	-	N/A
MON-694	MIN-69	7.3	-	N/A	0	-	N/A	9.9	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - MINERVA</b>										
INC-692	GRA-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MIN-69	MON-694	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-694	MON-695	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-695	MON-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
CQU-69	LVA-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-692	ESI-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-692	SJD-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
GER-693	CVI-69	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-69	CVI-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	19.39	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	44.9	N/A	N/A
SJD-69	GER-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GER-692	GER-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GER-69	GER-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	38.33	N/A	N/A	0	N/A	N/A	60.8	N/A	N/A
CEN-692	CG6-692	22.25	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	29.7	N/A	N/A
CG6-692	CG6-691	22.21	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	35.4	N/A	N/A
CG6-691	ROO-693	22.2	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	35.4	N/A	N/A
ROO-693	MON-693	22.17	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	35.5	N/A	N/A
MON-693	TIN-69D	22.14	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	35.5	N/A	N/A
TIN-69D	MIX-69B	22.13	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	29.8	N/A	N/A
MIX-69B	TIN-69D1	22.11	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	29.8	N/A	N/A
TIN-69D1	TIN-69	22.1	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	29.8	N/A	N/A
TIN-69	TIN-691	22.09	N/A	N/A	0	N/A	N/A	29.8	N/A	N/A
TIN-691	TIN-692	1.98	N/A	N/A	0	N/A	N/A	5.3	N/A	N/A
TIN-692	IND-69	1.98	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.5	N/A	N/A
IND-69	LIZ-69	1.98	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.5	N/A	N/A
TIN-691	LIZ-691	14.41	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	19.5	N/A	N/A
LIZ-691	LFL-69	14.4	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	19.5	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	23.75	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	35.2	N/A	N/A
CG5-694	HIP-69	0.53	-	N/A	0	-	N/A	2.5	-	N/A
CG5-694	INC-691	23.18	N/A	N/A	0.08	N/A	N/A	34.5	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	12	-	N/A	0	-	N/A	16.9	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-12	-	N/A	0	-	N/A	16.9	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	-12.01	-	N/A	0.01	-	N/A	16.9	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	23.15	-	N/A	0.03	-	N/A	32	-	N/A
ESI-692	ESI-691	23.11	-	N/A	0	-	N/A	32	-	N/A
ESI-691	ESI-69	23.13	-	N/A	0	-	N/A	32.1	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-35.22	-	N/A	0.07	-	N/A	48.9	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
KAM-692	KAM-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	20.15	-	N/A	0.02	-	N/A	27.6	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	20.13	-	N/A	0.02	-	N/A	36.7	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	20.1	-	N/A	0.02	-	N/A	47.2	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-20.17	-	N/A	0.02	-	N/A	27.6	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	32.92	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	44	N/A	N/A
GG6-693	GNG-695	32.91	N/A	N/A	0.08	N/A	N/A	52.4	N/A	N/A
GNG-695	CEM-69	32.82	N/A	N/A	0.17	N/A	N/A	52.4	N/A	N/A
CEM-69	NOR-691	29.77	N/A	N/A	0	N/A	N/A	48	N/A	N/A
NOR-691	NOR-69	29.77	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	48	N/A	N/A
NOR-69	ZAP-693	20.02	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	32.6	N/A	N/A
ZAP-693	ZAP-692	0.5	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.8	N/A	N/A
ZAP-692	ZAP-69	0.51	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.9	N/A	N/A
ZAP-693	MIN-692	19.48	0	N/A	0.06	0	N/A	31.3	0	N/A
MIN-692	GRA-69	19.42	0	N/A	0	0	0.0	31.3	0	N/A
GRA-69	INC-692	19.41	-	N/A	0.02	-	N/A	26.3	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	41.72	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A	67.4	N/A	N/A
APA-691	GG3-692	41.66	N/A	N/A	0.1	N/A	N/A	67.4	N/A	N/A
GG3-692	GG3-691	41.57	N/A	N/A	0.19	N/A	N/A	75.3	N/A	N/A
GG3-691	LNI-69	5.76	N/A	N/A	0	N/A	N/A	9.3	N/A	N/A
GG3-691	MIN-691	35.62	0	N/A	0.3	0	N/A	64.9	0	N/A
MIN-691	INC-693	35.32	-	N/A	0.1	-	N/A	65	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	34.17	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	53.3	N/A	N/A
APA-692	APA-69	3.54	N/A	N/A	0	N/A	N/A	6.1	N/A	N/A
APA-692	GG2-693	30.6	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	47.4	N/A	N/A
GG2-693	GG2-692	30.55	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A	53	N/A	N/A
GG2-692	GG2-691	30.46	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	53	N/A	N/A
GG2-691	BZA-69D	30.43	N/A	N/A	0.07	N/A	N/A	53	N/A	N/A
BZA-69D	BZA-69	0.64	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.6	N/A	N/A
BZA-69D	ZAP-691	29.71	0	N/A	0.09	0	N/A	51.9	0	N/A
ZAP-691	INC-691	29.62	-	N/A	0.07	-	N/A	51.9	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	40.13	N/A	N/A	0.16	N/A	N/A	61.2	N/A	N/A
GNG-694	GNG-691	39.97	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	61.2	N/A	N/A
GNG-691	MIL-69	0.38	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0.7	N/A	N/A
MIL-69	MIL-691	0.38	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0.9	N/A	N/A
GNG-691	GG3-695	39.56	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A	75.2	N/A	N/A
GG3-695	GG3-694	1.23	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.7	N/A	N/A
GG3-694	KER-69	1.23	N/A	N/A	0	N/A	N/A	5.1	N/A	N/A
GG3-695	CDO-692	38.17	N/A	N/A	0.1	N/A	N/A	84.3	N/A	N/A
CDO-692	CDO-693	30.54	0	N/A	0.01	0	N/A	46.9	0	N/A
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	30.54	-	N/A	0.11	-	N/A	46.9	-	N/A
GER-69	GER-691	8.73	-	N/A	0	-	N/A	15.9	-	N/A
GER-69	CVI-69	21.69	-	N/A	0.04	-	N/A	33.3	-	N/A
CVI-69	CVI-691	19.78	-	N/A	0	-	N/A	34.9	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	1.87	-	N/A	0	-	N/A	3.3	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XLV. Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG EHD Min

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [MW]	CCNTG [MW]	Δ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	-7.35	0	N/A	0	0	0.0	12.2	0	N/A
INC-69D	NAR-693	-7.35	0	N/A	0	0	0.0	14.6	0	N/A
NAR-693	NAR-691	-7.36	0	N/A	0	0	0.0	12.2	0	N/A
NAR-691	NAR-69	-7.36	0	N/A	0	0	0.0	12.2	0	N/A
NAR-69	NAR-692	-10.03	0	N/A	0	0	0.0	14.8	0	N/A
NAR-692	NAR-694	-10.03	0	N/A	0	0	0.0	14.8	0	N/A
NAR-694	CG5-693	-10.03	0	N/A	0	0	0.0	17.6	0	N/A
CG5-693	CG5-692	-10.04	0	N/A	0.01	0	N/A	14.8	0	N/A
CG5-692	CG5-691	-10.04	0	N/A	0	0	0.0	17.6	0	N/A
CG5-691	KOR-69D	-10.05	0	N/A	0.01	0	N/A	17.7	0	N/A
KOR-69D	ROO-694	-10.05	0	N/A	0	0	0.0	17.7	0	N/A
ROO-694	ROO-692	-10.05	0	N/A	0	0	0.0	17.7	0	N/A
ROO-692	ROO-69	-10.06	0	N/A	0	0	0.0	17.7	0	N/A
ROO-69	KOR-69D1	1.38	0	N/A	0	0	0.0	6.2	0	N/A
KOR-69D1	KOR-69	1.38	0	N/A	0	0	0.0	5.5	0	N/A
ROO-69	ROO-691	-21.25	0	N/A	0	0	0.0	27.4	0	N/A
ROO-691	MON-692	-21.26	0	N/A	0.01	0	N/A	27.5	0	N/A
MON-692	MON-69	-21.29	0	N/A	0.03	0	N/A	27.5	0	N/A
MON-69	MON-69D	-27.39	-	N/A	0.01	-	N/A	41.3	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-29.75	-	N/A	0.11	-	N/A	44.5	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	3.44	-	N/A	0.01	-	N/A	6.3	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-33.22	-	N/A	0.03	-	N/A	49.6	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-36.8	-	N/A	0.69	-	N/A	53.9	-	N/A
MON-69D	MON-695	2.24	-	N/A	0	-	N/A	3.4	-	N/A
MON-695	MON-694	2.24	-	N/A	0	-	N/A	3.4	-	N/A
MON-694	MIN-69	2.24	-	N/A	0	-	N/A	2.9	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-	-10.15	N/A	-	0.01	N/A	-	12.8	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	-10.15	N/A	-	0.01	N/A	-	15.2	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	-10.15	N/A	-	0	N/A	-	12.8	N/A
MIN-69	MON-694	-	-12.4	N/A	-	0	N/A	-	15.6	N/A
MON-694	MON-695	-	-12.41	N/A	-	0.02	N/A	-	18.6	N/A
MON-695	MON-69D	-	-12.41	N/A	-	0	N/A	-	18.5	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-12.43	N/A	-	0.02	N/A	-	18.6	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	3.44	N/A	-	0.01	N/A	-	6.3	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-15.88	N/A	-	0.01	N/A	-	23.7	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-18.96	N/A	-	0.19	N/A	-	28	N/A

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	-	0	N/A	0	0	0.0	8.9	0	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	0	N/A	0	0	0.0	8.9	0	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	0	N/A	0	0	0.0	11.8	0	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	0	N/A	0	0	0.0	15.2	0	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0	N/A	0	0	0.0	0.1	0	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0	N/A	0	0	0.0	0	0	0.0
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	0	0	0.0	0	0	0.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	0	-	N/A	5.8	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-692	ESI-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-692	SJD-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
GER-693	CVI-69	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-69	CVI-691	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	7.23	10.14	28.7	0.01	0	N/A	15.7	12.8	-22.7
SJD-69	GER-692	-	2.91	N/A	-	0	N/A	-	3.7	N/A
GER-692	GER-69	-	2.91	N/A	-	0	N/A	-	4.4	N/A
GER-69	GER-691	-	2.9	N/A	-	0	N/A	-	3.7	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	18.01	16.93	-6.4	0	0	0.0	26.6	25.1	-6.0
CEN-692	CG6-692	7.17	7.17	0.0	0	0	0.0	8.9	8.9	0.0
CG6-692	CG6-691	7.17	7.17	0.0	0	0	0.0	10.6	10.6	0.0
CG6-691	ROO-693	7.17	7.17	0.0	0	0	0.0	10.6	10.6	0.0
ROO-693	MON-693	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	10.6	10.6	0.0
MON-693	TIN-69D	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	10.6	10.6	0.0
TIN-69D	MIX-69B	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	8.9	8.9	0.0
MIX-69B	TIN-69D1	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	8.9	8.9	0.0
TIN-69D1	TIN-69	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	8.9	9	1.1
TIN-69	TIN-691	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	8.9	9	1.1
TIN-691	TIN-692	0.73	0.73	0.0	0	0	0.0	1.8	1.8	0.0
TIN-692	IND-69	0.73	0.73	0.0	0	0	0.0	1.5	1.6	6.3
IND-69	LIZ-69	0.73	0.73	0.0	0	0	0.0	1.6	1.6	0.0
TIN-691	LIZ-691	4.49	4.49	0.0	0	0	0.0	5.6	5.6	0.0
LIZ-691	LFL-69	4.49	4.49	0.0	0	0	0.0	5.6	5.6	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	-5.66	0	N/A	0.01	0	N/A	14.8	0.1	-14700.0
CG5-694	HIP-69	0.21	-	N/A	0	-	N/A	0.9	-	N/A
CG5-694	INC-691	-5.88	-	N/A	0.01	-	N/A	15	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	4.6	-	N/A	0	-	N/A	5.8	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-4.59	-	N/A	0	-	N/A	5.8	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	-4.6	-	N/A	0	-	N/A	5.8	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	6.56	-	N/A	0	-	N/A	8.3	-	N/A
ESI-692	ESI-691	6.56	-	N/A	0	-	N/A	8.3	-	N/A
ESI-691	ESI-69	6.56	-	N/A	0	-	N/A	8.3	-	N/A
CG3-69D	INC-693	-11.17	-	N/A	0.01	-	N/A	14.2	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	-	4.81	N/A	-	0	N/A	-	6	N/A
KAM-692	KAM-69	-	4.81	N/A	-	0	N/A	-	6	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0	-	N/A	0	-	N/A	0.1	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	7.1	-	N/A	0	-	N/A	8.9	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	7.1	-	N/A	0	-	N/A	11.8	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	7.09	-	N/A	0	-	N/A	15.2	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-7.1	-	N/A	0	-	N/A	8.9	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	0.21	N/A	-	0	N/A	-	0.9	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.21	N/A	-	0	N/A	-	0.9	N/A



LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	14.32	7.04	-103.4	0	0	0.0	18	8.8	-104.5
GG6-693	GNG-695	14.32	7.04	-103.4	0.01	0	N/A	21.5	10.5	-104.8
GNG-695	CEM-69	14.31	7.04	-103.3	0.03	0.01	-200.0	21.5	10.5	-104.8
CEM-69	NOR-691	13.12	5.87	-123.5	0	0	0.0	19.7	8.7	-126.4
NOR-691	NOR-69	13.12	5.88	-123.1	0	0	0.0	19.7	8.8	-123.9
NOR-69	ZAP-693	10.06	2.81	-258.0	0.01	0	N/A	15.1	4.2	-259.5
ZAP-693	ZAP-692	2.79	2.8	0.4	0	0	0.0	11.1	11.1	0.0
ZAP-692	ZAP-69	2.81	2.81	0.0	0	0	0.0	11.2	11.1	-0.9
ZAP-693	MIN-692	7.24	0	N/A	0.01	0	N/A	10.9	0	N/A
MIN-692	GRA-69	7.23	0	N/A	0	0	0.0	10.9	0	N/A
GRA-69	INC-692	7.23	-	N/A	0	-	N/A	9.2	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	13.33	2.11	-531.8	0	0	0.0	20	3.1	-545.2
APA-691	GG3-692	13.33	2.11	-531.8	0.01	0	N/A	20	3.1	-545.2
GG3-692	GG3-691	13.32	2.11	-531.3	0.02	0	N/A	22.4	3.5	-540.0
GG3-691	LNI-69	2.11	2.11	0.0	0	0	0.0	3.2	3.2	0.0
GG3-691	MIN-691	11.19	0	N/A	0.03	0	N/A	18.8	0.2	-9300.0
MIN-691	INC-693	11.17	-	N/A	0.01	-	N/A	18.8	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	7.68	2.02	-280.2	0	0	0.0	12.5	3	-316.7
APA-692	APA-69	1.72	1.72	0.0	0	0	0.0	2.6	2.6	0.0
APA-692	GG2-693	5.95	0.31	-1819.4	0	0	0.0	10.4	0.5	-1980.0
GG2-693	GG2-692	5.95	0.3	-1883.3	0	0	0.0	11.6	0.5	-2220.0
GG2-692	GG2-691	5.95	0.31	-1819.4	0	0	0.0	11.5	0.5	-2200.0
GG2-691	BZA-69D	5.94	0.31	-1816.1	0	0	0.0	11.5	0.5	-2200.0
BZA-69D	BZA-69	0.3	0.31	3.2	0	0	0.0	1.2	1.2	0.0
BZA-69D	ZAP-691	5.64	0	N/A	0	0	0.0	11.1	0.1	-11000.0
ZAP-691	INC-691	5.63	-	N/A	0	-	N/A	11.1	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	15.03	4.04	-272.0	0.02	0	N/A	22.6	6	-276.7
GNG-694	GNG-691	15.02	4.04	-271.8	0.01	0	N/A	22.6	6	-276.7
GNG-691	MIL-69	0.12	0.12	0.0	0	0	0.0	0.3	0.3	0.0
MIL-69	MIL-691	0.12	0.12	0.0	0	0	0.0	0.3	0.3	0.0
GNG-691	GG3-695	14.89	3.92	-279.8	0.02	0	N/A	27.8	7.2	-286.1
GG3-695	GG3-694	0.9	0.9	0.0	0	0	0.0	1.9	1.9	0.0
GG3-694	KER-69	0.9	0.9	0.0	0	0	0.0	3.5	3.5	0.0
GG3-695	CDO-692	13.97	3.03	-361.1	0.01	0	N/A	30.3	6.4	-373.4
CDO-692	CDO-693	10.93	0	N/A	0	0	0.0	16.6	0.1	-16500.0
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	0	N/A	-	0.1	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	10.93	-	N/A	0.01	-	N/A	16.6	-	N/A
GER-69	GER-691	2.91	-	N/A	0	-	N/A	5	-	N/A
GER-69	CVI-69	8.02	-	N/A	0.01	-	N/A	12.3	-	N/A
CVI-69	CVI-691	7.62	-	N/A	0	-	N/A	13.5	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0.39	-	N/A	0	-	N/A	0.7	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XLVI. **Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG EHD Max**

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CB [MVAR]	CCNTG [MVAR]	Δ [%]	CB [MVAR]	CCNTG [MVAR]	Δ [%]
<b>LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO</b>							
GSU-231	INC-231	-	-	N/A	-	0	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6</b>							
INC-691	INC-69D	11.66	0	N/A	0.1	0	N/A
INC-69D	NAR-693	11.56	0	N/A	0.2	0	N/A
NAR-693	NAR-691	11.36	0	N/A	0.12	0	N/A
NAR-691	NAR-69	11.23	0	N/A	0.02	0	N/A
NAR-69	NAR-692	10.28	0	N/A	0.02	0	N/A
NAR-692	NAR-694	10.27	0	N/A	0.08	0	N/A
NAR-694	CG5-693	10.19	0	N/A	0.14	0	N/A
CG5-693	CG5-692	10.04	0	N/A	0.57	0	N/A
CG5-692	CG5-691	9.47	0	N/A	0.08	0	N/A
CG5-691	KOR-69D	9.39	0	N/A	0.26	0	N/A
KOR-69D	ROO-694	9.14	0	N/A	0.04	0	N/A
ROO-694	ROO-692	9.09	0	N/A	0.06	0	N/A
ROO-692	ROO-69	9.05	0	N/A	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0.01	0	N/A	-0.01	0	N/A
KOR-69D1	KOR-69	0	0	0.0	-0.01	0	N/A
ROO-69	ROO-691	4.97	0	N/A	0.01	0	N/A
ROO-691	MON-692	4.96	0	N/A	0.03	0	N/A
MON-692	MON-69	4.93	0	N/A	0.06	0	N/A
MON-69	MON-69D	0.88	-	N/A	-0.01	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	1.57	-	N/A	-0.04	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	4.99	-	N/A	0.05	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	6.6	-	N/A	0.04	-	N/A
CQU-69	LVA-69	10.94	-	N/A	2.02	-	N/A
MON-69D	MON-695	2.5	-	N/A	0	-	N/A
MON-695	MON-694	2.5	-	N/A	-0.01	-	N/A
MON-694	MIN-69	2.52	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0.07	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	-0.06	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - MINERVA</b>							
INC-692	GRA-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MIN-69	MON-694	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-694	MON-695	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-695	MON-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
CQU-69	LVA-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-692	ESI-691	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	-0.02	0	N/A
SJD-692	SJD-691	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	0	N/A	-	0	N/A
GER-693	CVI-69	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-69	CVI-691	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	4.07	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A
SJD-69	GER-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GER-692	GER-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GER-69	GER-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	10.06	N/A	N/A	0	N/A	N/A
CEN-692	CG6-692	6.34	N/A	N/A	0.13	N/A	N/A
CG6-692	CG6-691	6.21	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A
CG6-691	ROO-693	6.18	N/A	N/A	0.07	N/A	N/A
ROO-693	MON-693	6.11	N/A	N/A	0.1	N/A	N/A
MON-693	TIN-69D	6.01	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A
TIN-69D	MIX-69B	5.98	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A
MIX-69B	TIN-69D1	5.91	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A
TIN-69D1	TIN-69	5.85	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A
TIN-69	TIN-691	5.82	N/A	N/A	0	N/A	N/A
TIN-691	TIN-692	0.02	N/A	N/A	0	N/A	N/A
TIN-692	IND-69	0.01	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
IND-69	LIZ-69	0.02	N/A	N/A	0	N/A	N/A
TIN-691	LIZ-691	4.04	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A
LIZ-691	LFL-69	4.03	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	4.31	N/A	N/A	0.18	N/A	N/A
CG5-694	HIP-69	0.03	-	N/A	-0.01	-	N/A
CG5-694	INC-691	4.1	N/A	N/A	0.3	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	3.49	-	N/A	0	-	N/A
KAM-691	CG3-692	3.49	-	N/A	0	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	3.5	-	N/A	0.01	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	3.68	-	N/A	0.05	-	N/A
ESI-692	ESI-691	3.65	-	N/A	0	-	N/A
ESI-691	ESI-69	3.59	-	N/A	0	-	N/A
CG3-69D	INC-693	7.39	-	N/A	0.21	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
KAM-692	KAM-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0.01	-	N/A	-0.01	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0.02	-	N/A	-0.03	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	1.56	-	N/A	-0.01	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	1.57	-	N/A	0	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	1.57	-	N/A	0	-	N/A
CG2-69D	INC-691	1.5	-	N/A	-0.01	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	8.22	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A
GG6-693	GNG-695	8.18	N/A	N/A	0.39	N/A	N/A
GNG-695	CEM-69	7.79	N/A	N/A	0.79	N/A	N/A
CEM-69	NOR-691	6.97	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A
NOR-691	NOR-69	6.97	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A
NOR-69	ZAP-693	4.92	N/A	N/A	0.12	N/A	N/A
ZAP-693	ZAP-692	0.55	N/A	N/A	0	N/A	N/A
ZAP-692	ZAP-69	0.54	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
ZAP-693	MIN-692	4.28	0	N/A	0.13	0	N/A
MIN-692	GRA-69	4.15	0	N/A	0.01	0	N/A
GRA-69	INC-692	4.14	-	N/A	0.07	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	11.91	N/A	N/A	0.19	N/A	N/A
APA-691	GG3-692	11.72	N/A	N/A	0.32	N/A	N/A
GG3-692	GG3-691	11.4	N/A	N/A	0.54	N/A	N/A
GG3-691	LNI-69	2.56	N/A	N/A	0	N/A	N/A
GG3-691	MIN-691	8.29	0	N/A	0.67	0	N/A
MIN-691	INC-693	7.62	-	N/A	0.23	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	13.96	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
APA-692	APA-69	3.22	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
APA-692	GG2-693	10.59	N/A	N/A	0.15	N/A	N/A
GG2-693	GG2-692	10.45	N/A	N/A	0.28	N/A	N/A
GG2-692	GG2-691	10.16	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A
GG2-691	BZA-69D	10.07	N/A	N/A	0.21	N/A	N/A
BZA-69D	BZA-69	0.06	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
BZA-69D	ZAP-691	9.8	0	N/A	0.27	0	N/A
ZAP-691	INC-691	9.53	-	N/A	0.19	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	6.88	N/A	N/A	0.53	N/A	N/A
GNG-694	GNG-691	6.35	N/A	N/A	0.13	N/A	N/A
GNG-691	MIL-69	0.02	N/A	N/A	-0.02	N/A	N/A
MIL-69	MIL-691	0.03	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
GNG-691	GG3-695	6.26	N/A	N/A	0.33	N/A	N/A
GG3-695	GG3-694	0.03	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
GG3-694	KER-69	0.04	N/A	N/A	-0.02	N/A	N/A
GG3-695	CDO-692	5.9	N/A	N/A	0.18	N/A	N/A
CDO-692	CDO-693	3.94	0	N/A	0.01	0	N/A
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	0	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	3.93	-	N/A	0.23	-	N/A
GER-69	GER-691	1.91	-	N/A	0	-	N/A
GER-69	CVI-69	1.77	-	N/A	0.04	-	N/A
CVI-69	CVI-691	1.38	-	N/A	0	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0.34	-	N/A	-0.02	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XLVII. Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG EHD Med

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CB [MVAR]	CCNTG [MVAR]	Δ [%]	CB [MVAR]	CCNTG [MVAR]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO							
GSU-231	INC-231	-	0	N/A	-	0	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6							
INC-691	INC-69D	14.04	0	N/A	0.04	0	N/A
INC-69D	NAR-693	14	0	N/A	0.08	0	N/A
NAR-693	NAR-691	13.91	0	N/A	0.05	0	N/A
NAR-691	NAR-69	13.87	0	N/A	0.01	0	N/A
NAR-69	NAR-692	12.67	0	N/A	0.01	0	N/A
NAR-692	NAR-694	12.67	0	N/A	0.03	0	N/A
NAR-694	CG5-693	12.64	0	N/A	0.06	0	N/A
CG5-693	CG5-692	12.58	0	N/A	0.24	0	N/A
CG5-692	CG5-691	12.34	0	N/A	0.03	0	N/A
CG5-691	KOR-69D	12.31	0	N/A	0.11	0	N/A
KOR-69D	ROO-694	12.2	0	N/A	0.02	0	N/A
ROO-694	ROO-692	12.18	0	N/A	0.03	0	N/A
ROO-692	ROO-69	12.15	0	N/A	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0.14	0	N/A	-0.01	0	N/A
KOR-69D1	KOR-69	0.15	0	N/A	-0.01	0	N/A
ROO-69	ROO-691	4.81	0	N/A	-0.01	0	N/A
ROO-691	MON-692	4.82	0	N/A	-0.02	0	N/A
MON-692	MON-69	4.84	0	N/A	-0.04	0	N/A
MON-69	MON-69D	0.92	-	N/A	0	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	3.03	-	N/A	0.11	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	1.61	-	N/A	-0.15	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	4.7	-	N/A	0.06	-	N/A
CQU-69	LVA-69	8.33	-	N/A	1.83	-	N/A
MON-69D	MON-695	2	-	N/A	0	-	N/A
MON-695	MON-694	2	-	N/A	-0.04	-	N/A
MON-694	MIN-69	2.04	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0.07	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	-0.06	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA							
INC-692	GRA-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MIN-69	MON-694	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-694	MON-695	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-695	MON-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
CQU-69	LVA-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	0	N/A	-	0	N/A
CG2-69D	TIK-692	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-692	TIK-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-692	ESI-691	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	-0.02	0	N/A
SJD-692	SJD-691	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	0	N/A	-	0	N/A
GER-693	CVI-69	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-69	CVI-691	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	6.88	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A
SJD-69	GER-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GER-692	GER-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
GER-69	GER-691	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	12.78	N/A	N/A	0	N/A	N/A
CEN-692	CG6-692	7.69	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A
CG6-692	CG6-691	7.59	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A
CG6-691	ROO-693	7.57	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A
ROO-693	MON-693	7.52	N/A	N/A	0.07	N/A	N/A
MON-693	TIN-69D	7.45	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A
TIN-69D	MIX-69B	7.42	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A
MIX-69B	TIN-69D1	7.37	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A
TIN-69D1	TIN-69	7.33	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A
TIN-69	TIN-691	7.31	N/A	N/A	0	N/A	N/A
TIN-691	TIN-692	0.58	N/A	N/A	0	N/A	N/A
TIN-692	IND-69	0.58	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
IND-69	LIZ-69	0.59	N/A	N/A	0	N/A	N/A
TIN-691	LIZ-691	4.82	N/A	N/A	0	N/A	N/A
LIZ-691	LFL-69	4.82	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	14.53	N/A	N/A	0.13	N/A	N/A
CG5-694	HIP-69	0.17	-	N/A	-0.01	-	N/A
CG5-694	INC-691	14.23	N/A	N/A	0.23	N/A	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	5.04	-	N/A	0	-	N/A
KAM-691	CG3-692	5.05	-	N/A	0	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	5.04	-	N/A	0	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	8.63	-	N/A	0.08	-	N/A
ESI-692	ESI-691	8.52	-	N/A	0	-	N/A
ESI-691	ESI-69	8.58	-	N/A	0	-	N/A
CG3-69D	INC-693	13.9	-	N/A	0.23	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
KAM-692	KAM-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0.01	-	N/A	-0.01	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0.02	-	N/A	-0.03	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	7.53	-	N/A	0.05	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	7.48	-	N/A	0.04	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	7.45	-	N/A	0.03	-	N/A
CG2-69D	INC-691	7.53	-	N/A	0.05	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A



LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	12.9	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A
GG6-693	GNG-695	12.87	N/A	N/A	0.22	N/A	N/A
GNG-695	CEM-69	12.65	N/A	N/A	0.44	N/A	N/A
CEM-69	NOR-691	11.43	N/A	N/A	0	N/A	N/A
NOR-691	NOR-69	11.42	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A
NOR-69	ZAP-693	8.17	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A
ZAP-693	ZAP-692	1.09	N/A	N/A	0	N/A	N/A
ZAP-692	ZAP-69	1.09	N/A	N/A	-0.02	N/A	N/A
ZAP-693	MIN-692	7.02	0	N/A	0.09	0	N/A
MIN-692	GRA-69	6.93	0	N/A	0.01	0	N/A
GRA-69	INC-692	6.93	-	N/A	0.05	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	18.09	N/A	N/A	0.16	N/A	N/A
APA-691	GG3-692	17.93	N/A	N/A	0.28	N/A	N/A
GG3-692	GG3-691	17.65	N/A	N/A	0.47	N/A	N/A
GG3-691	LNI-69	2.3	N/A	N/A	0	N/A	N/A
GG3-691	MIN-691	14.88	0	N/A	0.73	0	N/A
MIN-691	INC-693	14.15	-	N/A	0.25	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	10.73	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A
APA-692	APA-69	2.08	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
APA-692	GG2-693	8.56	N/A	N/A	0.12	N/A	N/A
GG2-693	GG2-692	8.44	N/A	N/A	0.21	N/A	N/A
GG2-692	GG2-691	8.23	N/A	N/A	0.07	N/A	N/A
GG2-691	BZA-69D	8.16	N/A	N/A	0.16	N/A	N/A
BZA-69D	BZA-69	0.1	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
BZA-69D	ZAP-691	7.9	0	N/A	0.21	0	N/A
ZAP-691	INC-691	7.7	-	N/A	0.15	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	9	N/A	N/A	0.5	N/A	N/A
GNG-694	GNG-691	8.5	N/A	N/A	0.12	N/A	N/A
GNG-691	MIL-69	0.09	N/A	N/A	-0.02	N/A	N/A
MIL-69	MIL-691	0.17	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
GNG-691	GG3-695	8.28	N/A	N/A	0.31	N/A	N/A
GG3-695	GG3-694	0.3	N/A	N/A	-0.01	N/A	N/A
GG3-694	KER-69	0.31	N/A	N/A	-0.02	N/A	N/A
GG3-695	CDO-692	7.67	N/A	N/A	0.17	N/A	N/A
CDO-692	CDO-693	5.16	0	N/A	0.01	0	N/A
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	0	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	5.15	-	N/A	0.28	-	N/A
GER-69	GER-691	2.46	-	N/A	0	-	N/A
GER-69	CVI-69	2.41	-	N/A	0.08	-	N/A
CVI-69	CVI-691	2.34	-	N/A	0	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0	-	N/A	-0.02	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XLVIII. **Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 CCNTG EHD Min**

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CB [MVAR]	CCNTG [MVAR]	Δ [%]	CB [MVAR]	CCNTG [MVAR]	Δ [%]
<b>LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO</b>							
GSU-231	INC-231	-	0	N/A	-	0	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6</b>							
INC-691	INC-69D	6.48	0	N/A	0	0	0.0
INC-69D	NAR-693	6.48	0	N/A	-0.01	0	N/A
NAR-693	NAR-691	6.49	0	N/A	-0.01	0	N/A
NAR-691	NAR-69	6.5	0	N/A	0	0	0.0
NAR-69	NAR-692	6.28	0	N/A	0	0	0.0
NAR-692	NAR-694	6.28	0	N/A	0	0	0.0
NAR-694	CG5-693	6.28	0	N/A	-0.01	0	N/A
CG5-693	CG5-692	6.29	0	N/A	-0.02	0	N/A
CG5-692	CG5-691	6.31	0	N/A	0	0	0.0
CG5-691	KOR-69D	6.31	0	N/A	-0.01	0	N/A
KOR-69D	ROO-694	6.33	0	N/A	0	0	0.0
ROO-694	ROO-692	6.33	0	N/A	0	0	0.0
ROO-692	ROO-69	6.3	0	N/A	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0.04	0	N/A	-0.01	0	N/A
KOR-69D1	KOR-69	0.05	0	N/A	-0.01	0	N/A
ROO-69	ROO-691	5.47	0	N/A	0.01	0	N/A
ROO-691	MON-692	5.46	0	N/A	0.03	0	N/A
MON-692	MON-69	5.43	0	N/A	0.07	0	N/A
MON-69	MON-69D	4.5	-	N/A	0.02	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	4.08	-	N/A	0.27	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	0.03	-	N/A	-0.21	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	3.78	-	N/A	0.08	-	N/A
CQU-69	LVA-69	3.5	-	N/A	1.83	-	N/A
MON-69D	MON-695	0.39	-	N/A	0	-	N/A
MON-695	MON-694	0.41	-	N/A	-0.06	-	N/A
MON-694	MIN-69	0.47	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	0.07	-	N/A	0	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	0	-	N/A	-0.07	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
<b>LÍNEA INCIENSO - MINERVA</b>							
INC-692	GRA-691	-	0.74	N/A	-	-0.02	N/A
GRA-691	MIN-69D	-	0.7	N/A	-	-0.04	N/A
MIN-69D	MIN-69	-	0.7	N/A	-	0	N/A
MIN-69	MON-694	-	1.25	N/A	-	0	N/A
MON-694	MON-695	-	1.24	N/A	-	-0.02	N/A
MON-695	MON-69D	-	1.22	N/A	-	0	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	1.22	N/A	-	-0.02	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	0.03	N/A	-	-0.21	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	1.25	N/A	-	0	N/A
CQU-69	LVA-69	-	1.69	N/A	-	0.24	N/A

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	0.6	0	N/A	-0.03	0	N/A
CG2-69D	ESI-693	0.68	0	N/A	-0.03	0	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	0.71	0	N/A	-0.02	0	N/A
LCA-69D	LCA-69	0.73	0	N/A	-0.01	0	N/A
CG2-69D	TIK-692	0.02	0	N/A	-0.03	0	N/A
TIK-692	TIK-69D	0.01	0	N/A	-0.01	0	N/A
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	0	0	0.0	0	0	0.0
KAM-693	KAM-69	0.47	-	N/A	0	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-692	ESI-691	-	0	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	CG3-692	-	0	N/A	-	0	N/A
CG3-692	KAM-691	-	0	N/A	-	0	N/A
KAM-691	CEN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	0	0.0	-0.02	0	N/A
SJD-692	SJD-691	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-694	GER-693	-	0	N/A	-	0	N/A
GER-693	CVI-69	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-69	CVI-691	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-691	CVI-692	-	0	N/A	-	0	N/A
CVI-692	OKM-69D	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	-	0	N/A	-	0	N/A
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	0.62	0.76	18.4	-0.02	-0.02	0.0
SJD-69	GER-692	-	0.14	N/A	-	-0.07	N/A
GER-692	GER-69	-	0.21	N/A	-	-0.03	N/A
GER-69	GER-691	-	0.23	N/A	-	0	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	0.24	0.72	66.7	0	0	0.0
CEN-692	CG6-692	0.26	0.26	0.0	-0.04	-0.04	0.0
CG6-692	CG6-691	0.3	0.31	3.2	-0.01	-0.01	0.0
CG6-691	ROO-693	0.31	0.32	3.1	-0.02	-0.02	0.0
ROO-693	MON-693	0.34	0.34	0.0	-0.03	-0.03	0.0
MON-693	TIN-69D	0.37	0.37	0.0	-0.01	-0.01	0.0
TIN-69D	MIX-69B	0.38	0.38	0.0	-0.02	-0.02	0.0
MIX-69B	TIN-69D1	0.4	0.41	2.4	-0.02	-0.02	0.0
TIN-69D1	TIN-69	0.42	0.42	0.0	-0.01	-0.01	0.0
TIN-69	TIN-691	0.43	0.44	2.3	0	0	0.0
TIN-691	TIN-692	0	0	0.0	0	0	0.0
TIN-692	IND-69	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
IND-69	LIZ-69	0.01	0.01	0.0	0	0	0.0
TIN-691	LIZ-691	0.29	0.29	0.0	-0.02	-0.02	0.0
LIZ-691	LFL-69	0.31	0.31	0.0	-0.04	-0.04	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	10.54	0	N/A	-0.02	-0.05	60.0
CG5-694	HIP-69	0.01	-	N/A	-0.01	-	N/A
CG5-694	INC-691	10.55	-	N/A	-0.03	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	KAM-69	0.47	-	N/A	0	-	N/A
KAM-691	CG3-692	0.45	-	N/A	-0.02	-	N/A
CG3-692	CG3-69D	0.42	-	N/A	-0.02	-	N/A
CG3-69D	ESI-692	0.5	-	N/A	-0.03	-	N/A
ESI-692	ESI-691	0.54	-	N/A	0	-	N/A
ESI-691	ESI-69	0.54	-	N/A	0	-	N/A
CG3-69D	INC-693	0.92	-	N/A	-0.01	-	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	-	0.42	N/A	-	-0.05	N/A
KAM-692	KAM-69	-	0.46	N/A	-	0	N/A
KAM-692	TIK-69D	0	-	N/A	0	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	0.01	-	N/A	-0.01	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	0.02	-	N/A	-0.03	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	0.68	-	N/A	-0.03	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	0.71	-	N/A	-0.02	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	0.73	-	N/A	-0.01	-	N/A
CG2-69D	INC-691	0.6	-	N/A	-0.03	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	-	0	N/A	-	-0.01	N/A
HIP-69D	HIP-69	-	0.01	N/A	-	-0.01	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	0.91	0.16	-468.8	0	0	0.0
GG6-693	GNG-695	0.92	0.17	-441.2	0	-0.03	100.0
GNG-695	CEM-69	0.92	0.21	-338.1	0	-0.07	100.0
CEM-69	NOR-691	0.89	0.23	-287.0	0	0	0.0
NOR-691	NOR-69	0.89	0.25	-256.0	0	-0.01	100.0
NOR-69	ZAP-693	0.64	0.01	-6300.0	-0.02	-0.04	50.0
ZAP-693	ZAP-692	0.12	0.13	7.7	0	0	0.0
ZAP-692	ZAP-69	0.13	0.13	0.0	-0.02	-0.02	0.0
ZAP-693	MIN-692	0.52	0.01	-5100.0	-0.06	-0.09	33.3
MIN-692	GRA-69	0.58	0	N/A	0	-0.01	100.0
GRA-69	INC-692	0.59	-	N/A	-0.03	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	1.1	0.04	-2650.0	0	-0.02	100.0
APA-691	GG3-692	1.1	0.06	-1733.3	0	-0.03	100.0
GG3-692	GG3-691	1.11	0.08	-1287.5	0	-0.05	100.0
GG3-691	LNI-69	0.24	0.24	0.0	0	0	0.0
GG3-691	MIN-691	0.87	0	N/A	-0.03	-0.1	70.0
MIN-691	INC-693	0.9	-	N/A	-0.01	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	3.48	0.02	-17300.0	-0.01	-0.02	50.0
APA-692	APA-69	0.2	0.21	4.8	-0.01	-0.01	0.0
APA-692	GG2-693	3.66	0.14	-2514.3	-0.02	-0.03	33.3
GG2-693	GG2-692	3.62	0.09	-3922.2	-0.04	-0.05	20.0
GG2-692	GG2-691	3.61	0.08	-4412.5	-0.01	-0.02	50.0
GG2-691	BZA-69D	3.58	0.04	-8850.0	-0.03	-0.04	25.0
BZA-69D	BZA-69	0.01	0.01	0.0	-0.01	-0.01	0.0
BZA-69D	ZAP-691	3.55	0	N/A	-0.04	-0.05	20.0
ZAP-691	INC-691	3.52	-	N/A	-0.03	-	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	2.08	0.01	-20700.0	0.02	-0.05	140.0
GNG-694	GNG-691	2.05	0	N/A	0	-0.02	100.0
GNG-691	MIL-69	0.06	0.07	14.3	-0.02	-0.02	0.0
MIL-69	MIL-691	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GNG-691	GG3-695	2.14	0.08	-2575.0	0.01	-0.04	125.0
GG3-695	GG3-694	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GG3-694	KER-69	0.01	0.01	0.0	-0.02	-0.02	0.0
GG3-695	CDO-692	2.13	0.13	-1538.5	0	-0.02	100.0
CDO-692	CDO-693	1.9	0.08	-2275.0	0	0	0.0
CDO-693	CDO-694	-	0	N/A	-	-0.07	N/A
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	1.9	-	N/A	-0.03	-	N/A
GER-69	GER-691	0.24	-	N/A	0	-	N/A
GER-69	CVI-69	1.7	-	N/A	-0.04	-	N/A
CVI-69	CVI-691	1.71	-	N/A	0	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0.02	-	N/A	-0.02	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla XLIX. **Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 CCNTG EHD Max**

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CB [MW]	CCNTG [MW]	$\Delta$ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	$\Delta$ [%]
GSU 230/69 (1)	82.32	N/A	N/A	56.2	N/A	N/A
GSU 230/69 (2)	116.85	N/A	N/A	65.7	N/A	N/A
GSU 230/69 (3)	49.91	N/A	N/A	66.5	N/A	N/A
GNO 230/69 (1)	71.2	N/A	N/A	49.3	N/A	N/A
GNO 230/69 (2)	75.13	N/A	N/A	52	N/A	N/A
GNO 230/69 (3)	96.79	N/A	N/A	68.5	N/A	N/A
INC 230/69 (1)	-	0	N/A	-	0	N/A
INC 230/69 (2)	-	0	N/A	-	0	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla L. **Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 CCNTG EHD Med**

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CB [MW]	CCNTG [MW]	$\Delta$ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	$\Delta$ [%]
GSU 230/69 (1)	69.83	N/A	N/A	47.9	N/A	N/A
GSU 230/69 (2)	100.9	N/A	N/A	69.3	N/A	N/A
GSU 230/69 (3)	21.82	N/A	N/A	29.5	N/A	N/A
GNO 230/69 (1)	55.26	N/A	N/A	37.1	N/A	N/A
GNO 230/69 (2)	59.26	N/A	N/A	43.6	N/A	N/A
GNO 230/69 (3)	80.91	N/A	N/A	58.7	N/A	N/A
INC 230/69 (1)	-	0	N/A	-	0	N/A
INC 230/69 (2)	-	0	N/A	-	0	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LI. **Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 CCNTG EHD Min**

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CB [MW]	CCNTG [MW]	$\Delta$ [%]	CB [%]	CCNTG [%]	$\Delta$ [%]
GSU 230/69 (1)	31.72	34.7	8.6	29.5	33	10.6
GSU 230/69 (2)	45.74	49.99	8.5	40.1	37.4	-7.2
GSU 230/69 (3)	3.96	3.91	-1.3	4.6	6.5	29.2
GNO 230/69 (1)	22.25	13.25	-67.9	16.6	11.1	-49.5
GNO 230/69 (2)	23.51	14	-67.9	17.1	11.1	-54.1
GNO 230/69 (3)	36.77	22.41	-64.1	24.8	15.3	-62.1
INC 230/69 (1)	-	0	N/A	-	0	N/A
INC 230/69 (2)	-	0	N/A	-	0	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LII. **Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 CCNTG EHD Max**

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo
		CB [p.u.]	CB [°]	CCNTG [p.u.]	CCNTG [°]	$\Delta$ [%]	$\Delta$ [%]
1109	GSU-231	0.986	-11.7	N/A	N/A	N/A	N/A
1156	GSU-692	1.005	-15.9	N/A	N/A	N/A	N/A
INC231	INC-231	-	-	0.000	0	N/A	N/A
INC232	INC-232	-	-	0.000	0	N/A	N/A
1152	GNO-691	1.016	-15.2	N/A	N/A	N/A	N/A
1153	GNO-692	1.006	-16.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12009	APA-69	1.004	-16.5	N/A	N/A	N/A	N/A
12020	BZA-69	0.989	-17.6	N/A	N/A	N/A	N/A
12132	LNI-69	1.002	-16.5	N/A	N/A	N/A	N/A
12133	NOR-69	1.000	-16.9	N/A	N/A	N/A	N/A
12198	ZAP-69	0.997	-17.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12025	CEM-69	1.001	-16.8	N/A	N/A	N/A	N/A
12091	INC-691	0.979	-18.4	N/A	N/A	N/A	N/A
12092	INC-692	0.991	-18	N/A	N/A	N/A	N/A
1204	CEN-69	0.986	-17.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12027	CEN-692	0.986	-17.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12163	SJD-69	0.988	-18.2	N/A	N/A	N/A	N/A
12057	ESI-69	0.982	-18.5	N/A	N/A	N/A	N/A
12100	LCA-69	0.976	-18.8	N/A	N/A	N/A	N/A
12095	KAM-69	0.982	-18.4	N/A	N/A	N/A	N/A
12089	HIP-69	0.984	-17.7	N/A	N/A	N/A	N/A
12286	NAR-69	0.975	-18.9	N/A	N/A	N/A	N/A
12153	ROO-69	0.959	-20.6	N/A	N/A	N/A	N/A

12258	KOR-69	0.959	-20.6	N/A	N/A	N/A	N/A
MIX69B	MIX-69B	0.975	-18.5	N/A	N/A	N/A	N/A
12186	TIN-69	0.972	-18.8	N/A	N/A	N/A	N/A
12093	IND-69	0.972	-18.8	N/A	N/A	N/A	N/A
12103	LIZ-69	0.972	-18.8	N/A	N/A	N/A	N/A
12102	LFL-69	0.970	-19.1	N/A	N/A	N/A	N/A
12127	MON-69	0.955	-21	N/A	N/A	N/A	N/A
12119	MIN-69	0.953	-21.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12240	SJS-69	0.945	-21.6	N/A	N/A	N/A	N/A
12049	CQU-69	0.958	-20.7	N/A	N/A	N/A	N/A
1249	LVA-69	0.995	-17.5	N/A	N/A	N/A	N/A
12022	CDO-691	1.004	-16.4	N/A	N/A	N/A	N/A
12023	CDO-692	0.990	-17.9	N/A	N/A	N/A	N/A
12263	GER-691	0.985	-18.6	N/A	N/A	N/A	N/A
12262	CVI-691	0.983	-18.9	N/A	N/A	N/A	N/A
12267	OKM-69D	0.983	-18.9	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LIII. Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 CCNTG EHD Med

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo
		CB [p.u.]	CB [°]	CCNTG [p.u.]	CCNTG [°]	Δ [%]	Δ [%]
1109	GSU-231	0.970	-12.8	N/A	N/A	N/A	N/A
1156	GSU-692	1.003	-14.7	N/A	N/A	N/A	N/A
INC231	INC-231	-	-	0.000	0	N/A	N/A
INC232	INC-232	-	-	0.000	0	N/A	N/A
1152	GNO-691	1.012	-15.2	N/A	N/A	N/A	N/A
1153	GNO-692	1.007	-16.2	N/A	N/A	N/A	N/A
12009	APA-69	1.005	-16.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12020	BZA-69	0.992	-17.4	N/A	N/A	N/A	N/A
12132	LNI-69	0.996	-16.2	N/A	N/A	N/A	N/A
12133	NOR-69	0.996	-16.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12198	ZAP-69	0.993	-16.5	N/A	N/A	N/A	N/A
12025	CEM-69	0.997	-16.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12091	INC-691	0.984	-18.1	N/A	N/A	N/A	N/A
12092	INC-692	0.985	-17.2	N/A	N/A	N/A	N/A
1204	CEN-69	0.997	-17.4	N/A	N/A	N/A	N/A
12027	CEN-692	0.997	-17.4	N/A	N/A	N/A	N/A
12163	SJD-69	0.981	-17.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12057	ESI-69	0.969	-18	N/A	N/A	N/A	N/A
12100	LCA-69	0.976	-18.7	N/A	N/A	N/A	N/A
12095	KAM-69	0.970	-18	N/A	N/A	N/A	N/A
12089	HIP-69	0.992	-17.6	N/A	N/A	N/A	N/A
12286	NAR-69	0.980	-18.4	N/A	N/A	N/A	N/A
12153	ROO-69	0.966	-19.4	N/A	N/A	N/A	N/A



12258	KOR-69	0.965	-19.4	N/A	N/A	N/A	N/A
MIX69B	MIX-69B	0.985	-18.4	N/A	N/A	N/A	N/A
12186	TIN-69	0.982	-18.6	N/A	N/A	N/A	N/A
12093	IND-69	0.982	-18.6	N/A	N/A	N/A	N/A
12103	LIZ-69	0.982	-18.6	N/A	N/A	N/A	N/A
12102	LFL-69	0.980	-18.9	N/A	N/A	N/A	N/A
12127	MON-69	0.964	-19.4	N/A	N/A	N/A	N/A
12119	MIN-69	0.962	-19.5	N/A	N/A	N/A	N/A
12240	SJS-69	0.962	-19.3	N/A	N/A	N/A	N/A
12049	CQU-69	0.969	-18.8	N/A	N/A	N/A	N/A
1249	LVA-69	1.000	-15.6	N/A	N/A	N/A	N/A
12022	CDO-691	1.001	-16	N/A	N/A	N/A	N/A
12023	CDO-692	0.990	-17.7	N/A	N/A	N/A	N/A
12263	GER-691	0.984	-18.4	N/A	N/A	N/A	N/A
12262	CVI-691	0.982	-18.7	N/A	N/A	N/A	N/A
12267	OKM-69D	0.982	-18.7	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LIV. **Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 CCNTG EHD Min**

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo
		CB [p.u.]	CB [°]	CCNTG [p.u.]	CCNTG [°]	Δ [%]	Δ [%]
1109	GSU-231	1.011	-11.5	1.016	-8.3	0.5	-38.6
1156	GSU-692	1.007	-11.8	1.008	-8.6	0.1	-37.2
INC231	INC-231	-	-	0.000	0	N/A	N/A
INC232	INC-232	-	-	0.000	0	N/A	N/A
1152	GNO-691	1.002	-12	1.008	-8.3	0.6	-44.6
1153	GNO-692	1.008	-12.6	1.013	-8.7	0.5	-44.8
12009	APA-69	1.008	-12.7	1.013	-8.8	0.5	-44.3
12020	BZA-69	1.009	-13	1.013	-8.8	0.4	-47.7
12132	LNI-69	1.000	-12.4	1.008	-8.4	0.8	-47.6
12133	NOR-69	0.998	-12.6	1.006	-8.6	0.8	-46.5
12198	ZAP-69	0.997	-12.7	1.006	-8.7	0.9	-46.0
12025	CEM-69	0.999	-12.6	1.007	-8.6	0.8	-46.5
12091	INC-691	1.010	-13.1	0.000	0	N/A	N/A
12092	INC-692	0.996	-13	1.001	-3.1	0.5	-319.4
1204	CEN-69	1.016	-13.5	1.011	-10.6	-0.5	-27.4
12027	CEN-692	1.016	-13.5	1.011	-10.6	-0.5	-27.4
12163	SJD-69	0.995	-13.1	1.000	-3.2	0.5	-309.4
12057	ESI-69	0.995	-13	0.000	0	N/A	N/A
12100	LCA-69	1.008	-13.4	0.000	0	N/A	N/A
12095	KAM-69	0.995	-13	1.011	-10.6	1.6	-22.6
12089	HIP-69	1.014	-13.3	1.011	-10.6	-0.3	-25.5
12286	NAR-69	1.009	-13.1	0.000	0	N/A	N/A
12153	ROO-69	1.007	-12.6	0.000	0	N/A	N/A

12258	KOR-69	1.007	-12.6	0.000	0	N/A	N/A
MIX69B	MIX-69B	1.014	-13.8	1.009	-10.9	-0.5	-26.6
12186	TIN-69	1.013	-13.9	1.009	-11	-0.4	-26.4
12093	IND-69	1.013	-13.9	1.009	-11	-0.4	-26.4
12103	LIZ-69	1.013	-13.9	1.009	-11	-0.4	-26.4
12102	LFL-69	1.013	-13.9	1.008	-11.1	-0.5	-25.2
12127	MON-69	1.007	-12.1	0.000	0	N/A	N/A
12119	MIN-69	1.006	-12.1	1.003	-2.8	-0.3	-332.1
12240	SJS-69	1.007	-11.6	1.005	-2.5	-0.2	-364.0
12049	CQU-69	1.010	-11.2	1.007	-2.2	-0.3	-409.1
1249	LVA-69	1.024	-7.7	1.020	-0.4	-0.4	-1825.0
12022	CDO-691	0.999	-12.4	1.005	-8.7	0.6	-42.5
12023	CDO-692	1.002	-13.3	1.012	-8.9	1.0	-49.4
12263	GER-691	1.000	-13.5	1.000	-3.2	0.0	-321.9
12262	CVI-691	0.999	-13.6	0.000	0	N/A	N/A
12267	OKM-69D	0.999	-13.6	0.000	0	N/A	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LV. **Ahorro de pérdidas de potencia [MW] en el SNI al incluir el nuevo proyecto año 2 CCNTG EHD Max, EHD Med y EHD Min**

Época húmeda	Pérdidas MW		
	CB	CCNTG	Ahorro
Máxima	89.207	N/A	N/A
Media	58.586	N/A	N/A
Mínima	24.709	22.279	2.430

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LVI. **Ahorro de pérdidas de potencia [MW] en la zona 2 al incluir el nuevo proyecto año 2 CCNTG EHD Max, EHD Med y EHD Min**

Época húmeda	Pérdidas MW		
	CB	CCNTG	Ahorro
Máxima	20.468	N/A	N/A
Media	14.591	N/A	N/A
Mínima	2.984	2.054	0.930

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

**E. Resultados de flujos de carga de solución al caso de contingencia para el año 2 del proyecto, fase 2: 2016 época seca**

**Tabla LVII. Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG ESD Max**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	0	47.42	100.0	0	0.02	100.0	0	62.1	100.0
INC-69D	NAR-693	0	47.39	100.0	0	0.06	100.0	0	74	100.0
NAR-693	NAR-691	0	47.34	100.0	0	0.03	100.0	0	62.2	100.0
NAR-691	NAR-69	0	47.31	100.0	0	0.01	100.0	0	62.2	100.0
NAR-69	NAR-692	0	40.03	100.0	0	0	0.0	0	52.8	100.0
NAR-692	NAR-694	0	40.02	100.0	0	0.02	100.0	0	52.8	100.0
NAR-694	CG5-693	0	40	100.0	0	0.04	100.0	0	62.8	100.0
CG5-693	CG5-692	0	39.96	100.0	0	0.13	100.0	0	52.8	100.0
CG5-692	CG5-691	0	39.83	100.0	0	0.02	100.0	0	62.9	100.0
CG5-691	KOR-69D	0	39.81	100.0	0	0.08	100.0	0	62.9	100.0
KOR-69D	ROO-694	0	39.73	100.0	0	0.01	100.0	0	62.9	100.0
ROO-694	ROO-692	0	39.72	100.0	0	0.02	100.0	0	62.9	100.0
ROO-692	ROO-69	0	39.69	100.0	0	0	0.0	0	62.9	100.0
ROO-69	KOR-69D1	0	1.75	100.0	0	0	0.0	0	8.2	100.0
KOR-69D1	KOR-69	0	1.75	100.0	0	0	0.0	0	7.3	100.0
ROO-69	ROO-691	0	16.99	100.0	0	0	0.0	0	22.8	100.0
ROO-691	MON-692	0	16.99	100.0	0	0.01	100.0	0	22.8	100.0
MON-692	MON-69	0	16.98	100.0	0	0.02	100.0	0	22.8	100.0
MON-69	MON-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	MON-695	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-695	MON-694	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-694	MIN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	N/A	2.49	N/A	N/A	0	N/A	N/A	9.7	N/A
GRA-691	MIN-69D	N/A	2.49	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	11.6	N/A
MIN-69D	MIN-69	N/A	2.48	N/A	N/A	0	N/A	N/A	9.9	N/A
MIN-69	MON-694	N/A	-8.4	N/A	N/A	0	N/A	N/A	12.4	N/A
MON-694	MON-695	N/A	-8.41	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	14.8	N/A
MON-695	MON-69D	N/A	-8.42	N/A	N/A	0	N/A	N/A	14.8	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	N/A	-8.42	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	14.8	N/A
SJS-69D	SJS-69	N/A	13.37	N/A	N/A	0.1	N/A	N/A	26.9	N/A
SJS-69D	CQU-69	N/A	-21.81	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	33.4	N/A
CQU-69	LVA-69	N/A	-34.8	N/A	N/A	0.65	N/A	N/A	52.3	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	0	11.38	100.0	0	0.01	100.0	0	14.7	100.0
CG2-69D	ESI-693	0	11.37	100.0	0	0.01	100.0	0	14.7	100.0
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	0	11.36	100.0	0	0.01	100.0	0	19.6	100.0
LCA-69D	LCA-69	0	11.36	100.0	0	0.01	100.0	0	25.1	100.0
CG2-69D	TIK-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0.1	100.0
TIK-692	TIK-69D	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	0	-9.35	100.0	0	0.01	100.0	0	13.8	100.0
CG3-69D	ESI-692	0	21.07	100.0	0	0.02	100.0	0	27.3	100.0
ESI-692	ESI-691	0	21.04	100.0	0	0	0.0	0	27.3	100.0
ESI-691	ESI-69	0	21.04	100.0	0	0	0.0	0	27.3	100.0
CG3-69D	CG3-692	0	-30.44	100.0	0	0.03	100.0	0	40.6	100.0
CG3-692	KAM-691	0	-30.47	100.0	0	0.02	100.0	0	40.5	100.0
KAM-691	CEN-69	-	-30.53	N/A	-	0.06	N/A	-	40.5	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	18.45	100.0	0	0.02	100.0	0	23.8	100.0
SJD-692	SJD-691	0	18.44	100.0	0	0	0.0	0	23.8	100.0
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	0	18.42	100.0	0	0	0.0	0	23.7	100.0
SJD-694	GER-693	0	18.43	100.0	0	0.03	100.0	0	23.8	100.0
GER-693	CVI-69	0	18.41	100.0	0	0.02	100.0	0	28.3	100.0
CVI-69	CVI-691	0	18.39	100.0	0	0	0.0	0	23.8	100.0
CVI-691	CVI-692	0	2.34	100.0	0	0	0.0	0	3	100.0
CVI-692	OKM-69D	0	2.34	100.0	0	0	0.0	0	4.2	100.0
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	N/A	32.01	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	41.6	N/A
SJD-69	GER-692	N/A	9.7	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	12.7	N/A
GER-692	GER-69	N/A	9.69	N/A	N/A	0	N/A	N/A	15.1	N/A
GER-69	GER-691	N/A	9.69	N/A	N/A	0	N/A	N/A	12.7	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	N/A	38.01	N/A	N/A	0	N/A	N/A	58.7	N/A
CEN-692	CG6-692	N/A	24.65	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	32.3	N/A
CG6-692	CG6-691	N/A	24.6	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	38.4	N/A
CG6-691	ROO-693	N/A	24.59	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	38.4	N/A
ROO-693	MON-693	N/A	24.56	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	38.4	N/A
MON-693	TIN-69D	N/A	24.52	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	38.4	N/A
TIN-69D	MIX-69B	N/A	24.5	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	32.3	N/A
MIX-69B	TIN-69D1	N/A	24.48	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	32.3	N/A
TIN-69D1	TIN-69	N/A	24.47	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	32.3	N/A
TIN-69	TIN-691	N/A	24.45	N/A	N/A	0	N/A	N/A	32.3	N/A
TIN-691	TIN-692	N/A	1.16	N/A	N/A	0	N/A	N/A	3	N/A
TIN-692	IND-69	N/A	1.16	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.6	N/A
IND-69	LIZ-69	N/A	1.16	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.6	N/A
TIN-691	LIZ-691	N/A	15.77	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	20.9	N/A
LIZ-691	LFL-69	N/A	15.76	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	20.9	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	N/A	24.73	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	33.1	N/A
CG5-694	HIP-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG5-694	INC-691	N/A	24.69	N/A	-	0.07	N/A	-	33.1	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	30.53	N/A	-	0.06	N/A	-	40.5	N/A
KAM-691	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-	30.47	N/A	-	0.02	N/A	-	40.5	N/A
CG3-692	CG3-69D	-	30.44	N/A	-	0.03	N/A	-	40.6	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	21.07	N/A	-	0.02	N/A	-	27.3	N/A
ESI-692	ESI-691	-	21.04	N/A	-	0	N/A	-	27.3	N/A
ESI-691	ESI-69	-	21.04	N/A	-	0	N/A	-	27.3	N/A
CG3-69D	INC-693	-	9.35	N/A	-	0.01	N/A	-	13.8	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	N/A	15.59	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	20.3	N/A
KAM-692	KAM-69	N/A	15.57	N/A	N/A	0	N/A	N/A	20.3	N/A
KAM-692	TIK-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	N/A	0.74	N/A	N/A	0	N/A	N/A	3.4	N/A
HIP-69D	HIP-69	N/A	0.74	N/A	N/A	0	N/A	N/A	3.4	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	N/A	33.05	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	42.9	N/A
GG6-693	GNG-695	N/A	33.04	N/A	N/A	0.08	N/A	N/A	51.1	N/A
GNG-695	CEM-69	N/A	32.96	N/A	N/A	0.17	N/A	N/A	51.1	N/A
CEM-69	NOR-691	N/A	28.05	N/A	N/A	0	N/A	N/A	44.2	N/A
NOR-691	NOR-69	N/A	28.05	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	44.2	N/A
NOR-69	ZAP-693	N/A	16.16	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	26.3	N/A
ZAP-693	ZAP-692	N/A	4.86	N/A	N/A	0	N/A	N/A	19.6	N/A
ZAP-692	ZAP-69	N/A	4.85	N/A	N/A	0	N/A	N/A	19.6	N/A
ZAP-693	MIN-692	0	11.29	100.0	0	0.02	100.0	0	19.4	100.0
MIN-692	GRA-69	0	11.27	100.0	0	0	0.0	0	19.4	100.0
GRA-69	INC-692	-	11.26	N/A	-	0.01	N/A	-	16.3	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	N/A	33.71	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	52.5	N/A
APA-691	GG3-692	N/A	33.68	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A	52.5	N/A
GG3-692	GG3-691	N/A	33.62	N/A	N/A	0.11	N/A	N/A	58.7	N/A
GG3-691	LNI-69	N/A	10.1	N/A	N/A	0	N/A	N/A	15.7	N/A
GG3-691	MIN-691	0	23.41	100.0	0	0.12	100.0	0	41.2	100.0
MIN-691	INC-693	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	23.29	N/A	-	0.04	N/A	-	41.3	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	N/A	52.65	N/A	N/A	0.07	N/A	N/A	79	N/A
APA-692	APA-69	N/A	7.78	N/A	N/A	0	N/A	N/A	12.6	N/A
APA-692	GG2-693	N/A	44.8	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A	67.1	N/A
GG2-693	GG2-692	N/A	44.71	N/A	N/A	0.19	N/A	N/A	74.9	N/A
GG2-692	GG2-691	N/A	44.52	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A	74.9	N/A
GG2-691	BZA-69D	N/A	44.45	N/A	N/A	0.14	N/A	N/A	74.9	N/A
BZA-69D	BZA-69	N/A	0.71	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.9	N/A
BZA-69D	ZAP-691	0	43.6	100.0	0	0.19	100.0	0	73.7	100.0
ZAP-691	INC-691	-	43.42	N/A	-	0.13	N/A	-	73.7	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	N/A	12.28	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	18.5	N/A
GNG-694	GNG-691	N/A	12.27	N/A	N/A	0	N/A	N/A	18.5	N/A
GNG-691	MIL-69	N/A	0.21	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0.4	N/A
MIL-69	MIL-691	N/A	0.21	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0.5	N/A
GNG-691	GG3-695	N/A	12.05	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	22.6	N/A
GG3-695	GG3-694	N/A	1.45	N/A	N/A	0	N/A	N/A	3.1	N/A
GG3-694	KER-69	N/A	1.45	N/A	N/A	0	N/A	N/A	5.8	N/A
GG3-695	CDO-692	N/A	10.59	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	23	N/A
CDO-692	CDO-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0.1	100.0
CDO-693	CDO-694	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0.1	100.0
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	CVI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	CVI-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LVIII. Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG ESD Med

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	0	44.52	100.0	0	0.02	100.0	0	60.3	100.0
INC-69D	NAR-693	0	44.5	100.0	0	0.06	100.0	0	71.8	100.0
NAR-693	NAR-691	0	44.44	100.0	0	0.02	100.0	0	60.3	100.0
NAR-691	NAR-69	0	44.41	100.0	0	0	0.0	0	60.3	100.0
NAR-69	NAR-692	0	39.86	100.0	0	0	0.0	0	54.3	100.0
NAR-692	NAR-694	0	39.86	100.0	0	0.02	100.0	0	54.3	100.0
NAR-694	CG5-693	0	39.84	100.0	0	0.05	100.0	0	64.7	100.0
CG5-693	CG5-692	0	39.79	100.0	0	0.14	100.0	0	54.3	100.0
CG5-692	CG5-691	0	39.65	100.0	0	0.02	100.0	0	64.7	100.0
CG5-691	KOR-69D	0	39.63	100.0	0	0.08	100.0	0	64.7	100.0
KOR-69D	ROO-694	0	39.54	100.0	0	0.01	100.0	0	64.7	100.0
ROO-694	ROO-692	0	39.53	100.0	0	0.02	100.0	0	64.7	100.0
ROO-692	ROO-69	0	39.49	100.0	0	0	0.0	0	64.7	100.0
ROO-69	KOR-69D1	0	2.43	100.0	0	0	0.0	0	11.4	100.0
KOR-69D1	KOR-69	0	2.43	100.0	0	0	0.0	0	10.2	100.0
ROO-69	ROO-691	0	15.09	100.0	0	0	0.0	0	21.1	100.0
ROO-691	MON-692	0	15.09	100.0	0	0.01	100.0	0	21.1	100.0
MON-692	MON-69	0	15.09	100.0	0	0.02	100.0	0	21.1	100.0
MON-69	MON-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69	CQU-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	MON-695	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-695	MON-694	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-694	MIN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	N/A	-14.08	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	18.9	N/A
GRA-691	MIN-69D	N/A	-14.1	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	22.5	N/A
MIN-69D	MIN-69	N/A	-14.11	N/A	N/A	0	N/A	N/A	18.9	N/A
MIN-69	MON-694	N/A	-21.16	N/A	N/A	0	N/A	N/A	27.1	N/A
MON-694	MON-695	N/A	-21.21	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	32.3	N/A
MON-695	MON-69D	N/A	-21.21	N/A	N/A	0	N/A	N/A	32.2	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	N/A	-21.27	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A	32.3	N/A
SJS-69D	SJS-69	N/A	6.49	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	12.4	N/A
SJS-69	CQU-69	N/A	-27.78	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	41.9	N/A
CQU-69	LVA-69	N/A	-34.8	N/A	N/A	0.63	N/A	N/A	51.5	N/A

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	0	19.62	100.0	0	0.02	100.0	0	26.8	100.0
CG2-69D	ESI-693	0	19.6	100.0	0	0.02	100.0	0	26.8	100.0
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	0	19.58	100.0	0	0.02	100.0	0	35.7	100.0
LCA-69D	LCA-69	0	19.56	100.0	0	0.02	100.0	0	45.8	100.0
CG2-69D	TIK-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0.1	100.0
TIK-692	TIK-69D	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	0	-10.53	100.0	0	0.01	100.0	0	15.6	100.0
CG3-69D	ESI-692	0	22.37	100.0	0	0.03	100.0	0	30.5	100.0
ESI-692	ESI-691	0	22.35	100.0	0	0	0.0	0	30.5	100.0
ESI-691	ESI-69	0	22.33	100.0	0	0	0.0	0	30.4	100.0
CG3-69D	CG3-692	0	-32.94	100.0	0	0.04	100.0	0	45.9	100.0
CG3-692	KAM-691	0	-32.97	100.0	0	0.03	100.0	0	45.8	100.0
KAM-691	CEN-69	-	-33.05	N/A	-	0.08	N/A	-	45.8	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	20.8	100.0	0	0.02	100.0	0	26.8	100.0
SJD-692	SJD-691	0	20.78	100.0	0	0	0.0	0	26.8	100.0
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	0	20.77	100.0	0	0	0.0	0	26.8	100.0
SJD-694	GER-693	0	20.78	100.0	0	0.04	100.0	0	26.8	100.0
GER-693	CVI-69	0	20.74	100.0	0	0.02	100.0	0	32	100.0
CVI-69	CVI-691	0	20.72	100.0	0	0	0.0	0	26.9	100.0
CVI-691	CVI-692	0	1.81	100.0	0	0	0.0	0	2.3	100.0
CVI-692	OKM-69D	0	1.81	100.0	0	0	0.0	0	3.2	100.0
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	N/A	27.18	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	36.3	N/A
SJD-69	GER-692	N/A	8.44	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	11.1	N/A
GER-692	GER-69	N/A	8.44	N/A	N/A	0	N/A	N/A	13.3	N/A
GER-69	GER-691	N/A	8.43	N/A	N/A	0	N/A	N/A	11.2	N/A



LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	N/A	33.12	N/A	N/A	0	N/A	N/A	52.1	N/A
CEN-692	CG6-692	N/A	21.46	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	28.7	N/A
CG6-692	CG6-691	N/A	21.43	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	34.2	N/A
CG6-691	ROO-693	N/A	21.42	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	34.2	N/A
ROO-693	MON-693	N/A	21.39	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	34.2	N/A
MON-693	TIN-69D	N/A	21.36	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	34.2	N/A
TIN-69D	MIX-69B	N/A	21.35	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	28.8	N/A
MIX-69B	TIN-69D1	N/A	21.34	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	28.8	N/A
TIN-69D1	TIN-69	N/A	21.32	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	28.8	N/A
TIN-69	TIN-691	N/A	21.31	N/A	N/A	0	N/A	N/A	28.8	N/A
TIN-691	TIN-692	N/A	1.92	N/A	N/A	0	N/A	N/A	5.2	N/A
TIN-692	IND-69	N/A	1.92	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.4	N/A
IND-69	LIZ-69	N/A	1.92	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.4	N/A
TIN-691	LIZ-691	N/A	13.89	N/A	N/A	0	N/A	N/A	18.8	N/A
LIZ-691	LFL-69	N/A	13.88	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	18.8	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	N/A	26.89	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	37.5	N/A
CG5-694	HIP-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG5-694	INC-691	N/A	26.84	N/A	-	0.09	N/A	-	37.5	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	33.05	N/A	-	0.08	N/A	-	45.8	N/A
KAM-691	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-	32.97	N/A	-	0.03	N/A	-	45.8	N/A
CG3-692	CG3-69D	-	32.94	N/A	-	0.04	N/A	-	45.9	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	22.37	N/A	-	0.03	N/A	-	30.5	N/A
ESI-692	ESI-691	-	22.35	N/A	-	0	N/A	-	30.5	N/A
ESI-691	ESI-69	-	22.33	N/A	-	0	N/A	-	30.4	N/A
CG3-69D	INC-693	-	10.53	N/A	-	0.01	N/A	-	15.6	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	N/A	12.11	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	16.6	N/A
KAM-692	KAM-69	N/A	12.1	N/A	N/A	0	N/A	N/A	16.6	N/A
KAM-692	TIK-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	N/A	0.51	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.4	N/A
HIP-69D	HIP-69	N/A	0.51	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.4	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	N/A	16.2	N/A	N/A	0	N/A	N/A	23.9	N/A
GG6-693	GNG-695	N/A	16.2	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	28.5	N/A
GNG-695	CEM-69	N/A	16.17	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	28.6	N/A
CEM-69	NOR-691	N/A	13.34	N/A	N/A	0	N/A	N/A	24.5	N/A
NOR-691	NOR-69	N/A	13.33	N/A	N/A	0	N/A	N/A	24.5	N/A
NOR-69	ZAP-693	N/A	3.95	N/A	N/A	0	N/A	N/A	11.2	N/A
ZAP-693	ZAP-692	N/A	0.49	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.6	N/A
ZAP-692	ZAP-69	N/A	0.5	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.7	N/A
ZAP-693	MIN-692	0	3.45	100.0	0	0.01	100.0	0	9.6	100.0
MIN-692	GRA-69	0	3.44	100.0	0	0	0.0	0	9.6	100.0
GRA-69	INC-692	-	3.44	N/A	-	0	N/A	-	8.1	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	N/A	15.34	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	27.7	N/A
APA-691	GG3-692	N/A	15.33	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	27.7	N/A
GG3-692	GG3-691	N/A	15.31	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	31.1	N/A
GG3-691	LNI-69	N/A	5.56	N/A	N/A	0	N/A	N/A	9	N/A
GG3-691	MIN-691	0	9.72	100.0	0	0.03	100.0	0	21.4	100.0
MIN-691	INC-693	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	9.68	N/A	-	0.01	N/A	-	21.5	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	N/A	52.78	N/A	N/A	0.08	N/A	N/A	79.9	N/A
APA-692	APA-69	N/A	3.42	N/A	N/A	0	N/A	N/A	5.9	N/A
APA-692	GG2-693	N/A	49.28	N/A	N/A	0.11	N/A	N/A	74.3	N/A
GG2-693	GG2-692	N/A	49.17	N/A	N/A	0.23	N/A	N/A	83.1	N/A
GG2-692	GG2-691	N/A	48.94	N/A	N/A	0.08	N/A	N/A	83.1	N/A
GG2-691	BZA-69D	N/A	48.87	N/A	N/A	0.18	N/A	N/A	83.1	N/A
BZA-69D	BZA-69	N/A	0.62	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.5	N/A
BZA-69D	ZAP-691	0	48.06	100.0	0	0.23	100.0	0	82	100.0
ZAP-691	INC-691	-	47.83	N/A	-	0.16	N/A	-	82	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	N/A	8.85	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	13.6	N/A
GNG-694	GNG-691	N/A	8.84	N/A	N/A	0	N/A	N/A	13.6	N/A
GNG-691	MIL-69	N/A	0.37	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0.7	N/A
MIL-69	MIL-691	N/A	0.37	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0.9	N/A
GNG-691	GG3-695	N/A	8.48	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	16.2	N/A
GG3-695	GG3-694	N/A	1.19	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.6	N/A
GG3-694	KER-69	N/A	1.19	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.8	N/A
GG3-695	CDO-692	N/A	7.28	N/A	N/A	0	N/A	N/A	16.2	N/A
CDO-692	CDO-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0.1	100.0
CDO-693	CDO-694	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0.1	100.0
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	CVI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	CVI-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LIX. **Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG ESD Min**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]
<b>LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO</b>										
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
<b>LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6</b>										
INC-691	INC-69D	0	20.31	100.0	0	0	0.0	0	25.4	100.0
INC-69D	NAR-693	0	20.31	100.0	0	0.01	100.0	0	30.3	100.0
NAR-693	NAR-691	0	20.29	100.0	0	0	0.0	0	25.4	100.0
NAR-691	NAR-69	0	20.29	100.0	0	0	0.0	0	25.4	100.0
NAR-69	NAR-692	0	17.76	100.0	0	0	0.0	0	22.3	100.0
NAR-692	NAR-694	0	17.76	100.0	0	0	0.0	0	22.3	100.0
NAR-694	CG5-693	0	17.76	100.0	0	0.01	100.0	0	26.5	100.0
CG5-693	CG5-692	0	17.75	100.0	0	0.02	100.0	0	22.3	100.0
CG5-692	CG5-691	0	17.73	100.0	0	0	0.0	0	26.5	100.0
CG5-691	KOR-69D	0	17.72	100.0	0	0.01	100.0	0	26.5	100.0
KOR-69D	ROO-694	0	17.71	100.0	0	0	0.0	0	26.5	100.0
ROO-694	ROO-692	0	17.71	100.0	0	0	0.0	0	26.5	100.0
ROO-692	ROO-69	0	17.69	100.0	0	0	0.0	0	26.5	100.0
ROO-69	KOR-69D1	0	1.41	100.0	0	0	0.0	0	6.3	100.0
KOR-69D1	KOR-69	0	1.41	100.0	0	0	0.0	0	5.7	100.0
ROO-69	ROO-691	0	6.24	100.0	0	0	0.0	0	7.9	100.0
ROO-691	MON-692	0	6.24	100.0	0	0	0.0	0	7.9	100.0
MON-692	MON-69	0	6.24	100.0	0	0	0.0	0	7.9	100.0
MON-69	MON-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	MON-695	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-695	MON-694	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-694	MIN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-10.39	3.33	412.0	0.01	0	N/A	13.1	4.4	-197.7
GRA-691	MIN-69D	-10.39	3.33	412.0	0.01	0	N/A	15.6	5.3	-194.3
MIN-69D	MIN-69	-10.39	3.32	413.0	0	0	0.0	13.1	4.4	-197.7
MIN-69	MON-694	-12.69	1.03	1332.0	0	0	0.0	16.1	2.5	-544.0
MON-694	MON-695	-12.71	1.03	1334.0	0.02	0	N/A	19.1	2.9	-558.6
MON-695	MON-69D	-12.7	1.03	1333.0	0	0	0.0	19.1	2.9	-558.6
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-12.73	1.03	1335.9	0.02	0	N/A	19.1	2.9	-558.6
SJS-69D	SJS-69	3.52	3.52	0.0	0.01	0.01	0.0	6.5	6.5	0.0
SJS-69D	CQU-69	-16.26	-2.5	-550.4	0.01	0	N/A	24.4	4.4	-454.5
CQU-69	LVA-69	-19.42	-5.48	-254.4	0.2	0.02	-900.0	28.8	8.4	-242.9
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	0	6.73	100.0	0	0	0.0	0	8.4	100.0
CG2-69D	ESI-693	0	6.73	100.0	0	0	0.0	0	8.4	100.0
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	0	6.73	100.0	0	0	0.0	0	11.2	100.0
LCA-69D	LCA-69	0	6.72	100.0	0	0	0.0	0	14.4	100.0
CG2-69D	TIK-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0.1	100.0
TIK-692	TIK-69D	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	0	-8.58	100.0	0	0	0.0	0	11.7	100.0
CG3-69D	ESI-692	0	6.72	100.0	0	0	0.0	0	8.4	100.0
ESI-692	ESI-691	0	6.71	100.0	0	0	0.0	0	8.4	100.0
ESI-691	ESI-69	0	6.71	100.0	0	0	0.0	0	8.4	100.0
CG3-69D	CG3-692	0	-15.3	100.0	0	0.01	100.0	0	19.8	100.0
CG3-692	KAM-691	0	-15.31	100.0	0	0.01	100.0	0	19.8	100.0
KAM-691	CEN-69	-	-15.32	N/A	-	0.01	N/A	-	19.8	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	7.63	100.0	0	0	0.0	0	9.7	100.0
SJD-692	SJD-691	0	7.62	100.0	0	0	0.0	0	9.7	100.0
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	0	7.62	100.0	0	0	0.0	0	9.7	100.0
SJD-694	GER-693	0	7.63	100.0	0	0	0.0	0	9.7	100.0
GER-693	CVI-69	0	7.62	100.0	0	0	0.0	0	11.6	100.0
CVI-69	CVI-691	0	7.62	100.0	0	0	0.0	0	9.7	100.0
CVI-691	CVI-692	0	0.4	100.0	0	0	0.0	0	0.5	100.0
CVI-692	OKM-69D	0	0.4	100.0	0	0	0.0	0	0.7	100.0
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	10.38	10.38	0.0	0	0	0.0	13.1	13	-0.8
SJD-69	GER-692	2.97	2.98	0.3	0	0	0.0	3.8	3.7	-2.7
GER-692	GER-69	2.97	2.97	0.0	0	0	0.0	4.5	4.4	-2.3
GER-69	GER-691	2.97	2.98	0.3	0	0	0.0	3.8	3.7	-2.7
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	17.3	14.55	-18.9	0	0	0.0	25.5	21.5	-18.6
CEN-692	CG6-692	7.34	7.34	0.0	0	0	0.0	9.1	9.1	0.0
CG6-692	CG6-691	7.34	7.34	0.0	0	0	0.0	10.8	10.9	0.9
CG6-691	ROO-693	7.34	7.34	0.0	0	0	0.0	10.8	10.9	0.9
ROO-693	MON-693	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	10.8	10.9	0.9
MON-693	TIN-69D	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	10.8	10.9	0.9
TIN-69D	MIX-69B	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	9.1	9.1	0.0
MIX-69B	TIN-69D1	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	9.1	9.1	0.0
TIN-69D1	TIN-69	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	9.1	9.1	0.0
TIN-69	TIN-691	7.33	7.33	0.0	0	0	0.0	9.1	9.1	0.0
TIN-691	TIN-692	0.74	0.74	0.0	0	0	0.0	1.9	1.9	0.0
TIN-692	IND-69	0.75	0.75	0.0	0	0	0.0	1.6	1.6	0.0
IND-69	LIZ-69	0.75	0.75	0.0	0	0	0.0	1.6	1.6	0.0
TIN-691	LIZ-691	4.6	4.6	0.0	0	0	0.0	5.7	5.7	0.0
LIZ-691	LFL-69	4.6	4.6	0.0	0	0	0.0	5.7	5.7	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	0	13.48	100.0	0	0.01	100.0	0.1	17.5	99.4
CG5-694	HIP-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG5-694	INC-691	-	13.47	N/A	-	0.02	N/A	-	17.6	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	15.32	N/A	-	0.01	N/A	-	19.8	N/A
KAM-691	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-	15.31	N/A	0	0.01	100.0	0	19.8	100.0
CG3-692	CG3-69D	-	15.3	N/A	0	0.01	100.0	0	19.8	100.0
CG3-69D	ESI-692	-	6.72	N/A	0	0	0.0	0	8.4	100.0
ESI-692	ESI-691	-	6.71	N/A	0	0	0.0	0	8.4	100.0
ESI-691	ESI-69	-	6.71	N/A	0	0	0.0	0	8.4	100.0
CG3-69D	INC-693	-	8.58	N/A	0	0	0.0	0	11.7	100.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	4.92	4.92	0.0	0	0	0.0	6.1	6.1	0.0
KAM-692	KAM-69	4.92	4.93	0.2	0	0	0.0	6.1	6.1	0.0
KAM-692	TIK-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	0.22	0.22	0.0	0	0	0.0	1	1	0.0
HIP-69D	HIP-69	0.22	0.22	0.0	0	0	0.0	1	1	0.0

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	7.21	11.69	38.3	0	0	0.0	9	14.5	37.9
GG6-693	GNG-695	7.21	11.69	38.3	0	0.01	100.0	10.7	17.3	38.2
GNG-695	CEM-69	7.21	11.68	38.3	0.01	0.02	50.0	10.7	17.3	38.2
CEM-69	NOR-691	6.01	10.47	42.6	0	0	0.0	8.9	15.5	42.6
NOR-691	NOR-69	6.02	10.48	42.6	0	0	0.0	8.9	15.5	42.6
NOR-69	ZAP-693	2.88	7.34	60.8	0	0	0.0	4.3	10.9	60.6
ZAP-693	ZAP-692	2.88	2.89	0.3	0	0	0.0	11.3	11.3	0.0
ZAP-692	ZAP-69	2.88	2.88	0.0	0	0	0.0	11.3	11.3	0.0
ZAP-693	MIN-692	0	4.45	100.0	0	0	0.0	0	6.6	100.0
MIN-692	GRA-69	0	4.45	100.0	0	0	0.0	0	6.6	100.0
GRA-69	INC-692	-	4.45	N/A	-	0	N/A	-	5.5	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	2.16	11.45	81.1	0	0	0.0	3.2	16.9	81.1
APA-691	GG3-692	2.16	11.45	81.1	0	0.01	100.0	3.2	16.9	81.1
GG3-692	GG3-691	2.16	11.44	81.1	0	0.01	100.0	3.6	18.9	81.0
GG3-691	LNI-69	2.16	2.16	0.0	0	0	0.0	3.2	3.2	0.0
GG3-691	MIN-691	0	9.27	100.0	0	0.02	100.0	0.2	15.3	98.7
MIN-691	INC-693	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	9.26	N/A	-	0.01	N/A	-	15.3	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	2.07	14.79	86.0	0	0.01	100.0	3.1	22.7	86.3
APA-692	APA-69	1.76	1.76	0.0	0	0	0.0	2.6	2.6	0.0
APA-692	GG2-693	0.31	13.02	97.6	0	0.01	100.0	0.5	20.3	97.5
GG2-693	GG2-692	0.31	13.02	97.6	0	0.02	100.0	0.5	22.6	97.8
GG2-692	GG2-691	0.31	13	97.6	0	0.01	100.0	0.5	22.6	97.8
GG2-691	BZA-69D	0.31	12.99	97.6	0	0.01	100.0	0.5	22.6	97.8
BZA-69D	BZA-69	0.31	0.31	0.0	0	0	0.0	1.2	1.2	0.0
BZA-69D	ZAP-691	0	12.67	100.0	0	0.02	100.0	0.1	22.1	99.5
ZAP-691	INC-691	-	12.65	N/A	-	0.01	N/A	-	22.1	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	4.14	4.14	0.0	0	0	0.0	6.1	6.1	0.0
GNG-694	GNG-691	4.14	4.14	0.0	0	0	0.0	6.1	6.1	0.0
GNG-691	MIL-69	0.12	0.12	0.0	0	0	0.0	0.3	0.3	0.0
MIL-69	MIL-691	0.12	0.12	0.0	0	0	0.0	0.3	0.3	0.0
GNG-691	GG3-695	4.01	4.02	0.2	0	0	0.0	7.4	7.4	0.0
GG3-695	GG3-694	0.92	0.92	0.0	0	0	0.0	2	2	0.0
GG3-694	KER-69	0.92	0.92	0.0	0	0	0.0	3.6	3.6	0.0
GG3-695	CDO-692	3.1	3.1	0.0	0	0	0.0	6.6	6.6	0.0
CDO-692	CDO-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0.1	0.1	0.0
CDO-693	CDO-694	0	0	0.0	0	0	0.0	0.1	0.1	0.0
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	-	-	N/A	0	-	N/A	0.1	0.1	0.0
GER-69	GER-691	-	-	N/A	0	-	N/A	3.8	3.7	-2.7
GER-69	CVI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	CVI-691	-	-	N/A	0	-	N/A	0	9.7	100.0
CVI-69	OKM-69D	-	-	N/A	0	-	N/A	0	0.7	100.0

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LX. Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG ESD Max

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CCNTG [MVAR]	SOLCCNTG [MVAR]	Δ [%]	CCNTG [MVAR]	SOLCCNTG [MVAR]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO							
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6							
INC-691	INC-69D	0	10.23	100.0	0	0.09	100.0
INC-69D	NAR-693	0	10.14	100.0	0	0.17	100.0
NAR-693	NAR-691	0	9.97	100.0	0	0.1	100.0
NAR-691	NAR-69	0	9.87	100.0	0	0.02	100.0
NAR-69	NAR-692	0	9	100.0	0	0.01	100.0
NAR-692	NAR-694	0	8.99	100.0	0	0.07	100.0
NAR-694	CG5-693	0	8.92	100.0	0	0.12	100.0
CG5-693	CG5-692	0	8.8	100.0	0	0.49	100.0
CG5-692	CG5-691	0	8.31	100.0	0	0.06	100.0
CG5-691	KOR-69D	0	8.25	100.0	0	0.22	100.0
KOR-69D	ROO-694	0	8.03	100.0	0	0.04	100.0
ROO-694	ROO-692	0	7.99	100.0	0	0.05	100.0
ROO-692	ROO-69	0	7.93	100.0	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0	0.01	100.0	0	-0.01	100.0
KOR-69D1	KOR-69	0	0	0.0	0	-0.01	100.0
ROO-69	ROO-691	0	3.97	100.0	0	0	0.0
ROO-691	MON-692	0	3.97	100.0	0	0.02	100.0
MON-692	MON-69	0	3.95	100.0	0	0.03	100.0
MON-69	MON-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	MON-695	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-695	MON-694	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-694	MIN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	-	-	N/A	-	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA							
INC-692	GRA-691	N/A	7.19	N/A	N/A	-0.03	N/A
GRA-691	MIN-69D	N/A	7.22	N/A	N/A	-0.05	N/A
MIN-69D	MIN-69	N/A	7.27	N/A	N/A	0	N/A
MIN-69	MON-694	N/A	4.77	N/A	N/A	0	N/A
MON-694	MON-695	N/A	4.77	N/A	N/A	-0.03	N/A
MON-695	MON-69D	N/A	4.8	N/A	N/A	0	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	N/A	4.8	N/A	N/A	-0.04	N/A
SJS-69D	SJS-69	N/A	4.83	N/A	N/A	0.03	N/A
SJS-69D	CQU-69	N/A	0.02	N/A	N/A	0.03	N/A
CQU-69	LVA-69	N/A	3.97	N/A	N/A	1.72	N/A

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	0	1.41	100.0	0	-0.01	100.0
CG2-69D	ESI-693	0	1.46	100.0	0	-0.01	100.0
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	0	1.48	100.0	0	-0.01	100.0
LCA-69D	LCA-69	0	1.48	100.0	0	0	0.0
CG2-69D	TIK-692	0	0.02	100.0	0	-0.03	100.0
TIK-692	TIK-69D	0	0.01	100.0	0	-0.01	100.0
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	0	0	0.0	0	0	0.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	0	5.32	100.0	0	-0.02	100.0
CG3-69D	ESI-692	0	3.62	100.0	0	0.05	100.0
ESI-692	ESI-691	0	3.57	100.0	0	0	0.0
ESI-691	ESI-69	0	3.57	100.0	0	0	0.0
CG3-69D	CG3-692	0	9.04	100.0	0	0.1	100.0
CG3-692	KAM-691	0	9.13	100.0	0	0.08	100.0
KAM-691	CEN-69	-	9.34	N/A	-	0.21	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	1.91	100.0	0	0.03	100.0
SJD-692	SJD-691	0	1.9	100.0	0	0	0.0
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	0	1.83	100.0	0	0	0.0
SJD-694	GER-693	0	1.88	100.0	0	0.05	100.0
GER-693	CVI-69	0	1.83	100.0	0	0.02	100.0
CVI-69	CVI-691	0	1.81	100.0	0	0	0.0
CVI-691	CVI-692	0	0.34	100.0	0	0	0.0
CVI-692	OKM-69D	0	0.34	100.0	0	-0.02	100.0
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	-0.03	100.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	N/A	5.99	N/A	N/A	0.16	N/A
SJD-69	GER-692	N/A	1.85	N/A	N/A	-0.03	N/A
GER-692	GER-69	N/A	1.89	N/A	N/A	-0.01	N/A
GER-69	GER-691	N/A	1.9	N/A	N/A	0	N/A



LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	N/A	8.11	N/A	N/A	0	N/A
CEN-692	CG6-692	N/A	6.2	N/A	N/A	0.12	N/A
CG6-692	CG6-691	N/A	6.08	N/A	N/A	0.03	N/A
CG6-691	ROO-693	N/A	6.05	N/A	N/A	0.07	N/A
ROO-693	MON-693	N/A	5.98	N/A	N/A	0.09	N/A
MON-693	TIN-69D	N/A	5.89	N/A	N/A	0.04	N/A
TIN-69D	MIX-69B	N/A	5.85	N/A	N/A	0.06	N/A
MIX-69B	TIN-69D1	N/A	5.79	N/A	N/A	0.06	N/A
TIN-69D1	TIN-69	N/A	5.73	N/A	N/A	0.02	N/A
TIN-69	TIN-691	N/A	5.71	N/A	N/A	0	N/A
TIN-691	TIN-692	N/A	0.02	N/A	N/A	0	N/A
TIN-692	IND-69	N/A	0.01	N/A	N/A	-0.01	N/A
IND-69	LIZ-69	N/A	0.02	N/A	N/A	0	N/A
TIN-691	LIZ-691	N/A	3.95	N/A	N/A	0.01	N/A
LIZ-691	LFL-69	N/A	3.95	N/A	N/A	0.02	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	N/A	8.26	N/A	N/A	0.11	N/A
CG5-694	HIP-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CG5-694	INC-691	-	8.14	N/A	-	0.2	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	9.34	N/A	-	0.21	N/A
KAM-691	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-	9.13	N/A	-	0.08	N/A
CG3-692	CG3-69D	-	9.04	N/A	-	0.1	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	3.62	N/A	-	0.05	N/A
ESI-692	ESI-691	-	3.57	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	3.57	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	INC-693	-	5.32	N/A	-	-0.02	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	N/A	3.46	N/A	N/A	0.01	N/A
KAM-692	KAM-69	N/A	3.46	N/A	N/A	0	N/A
KAM-692	TIK-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	N/A	0.02	N/A	N/A	-0.01	N/A
HIP-69D	HIP-69	N/A	0.03	N/A	N/A	-0.01	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	N/A	9.29	N/A	N/A	0.02	N/A
GG6-693	GNG-695	N/A	9.26	N/A	N/A	0.21	N/A
GNG-695	CEM-69	N/A	9.06	N/A	N/A	0.42	N/A
CEM-69	NOR-691	N/A	8.62	N/A	N/A	0	N/A
NOR-691	NOR-69	N/A	8.62	N/A	N/A	0.03	N/A
NOR-69	ZAP-693	N/A	6.62	N/A	N/A	0.02	N/A
ZAP-693	ZAP-692	N/A	0.53	N/A	N/A	0	N/A
ZAP-692	ZAP-69	N/A	0.53	N/A	N/A	-0.01	N/A
ZAP-693	MIN-692	0	6.06	100.0	0	-0.02	100.0
MIN-692	GRA-69	0	6.08	100.0	0	0	0.0
GRA-69	INC-692	-	6.09	N/A	-	-0.01	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	N/A	10.45	N/A	N/A	0.09	N/A
APA-691	GG3-692	N/A	10.36	N/A	N/A	0.16	N/A
GG3-692	GG3-691	N/A	10.21	N/A	N/A	0.27	N/A
GG3-691	LNI-69	N/A	2.54	N/A	N/A	0	N/A
GG3-691	MIN-691	0	7.4	100.0	0	0.23	100.0
MIN-691	INC-693	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	7.16	N/A	-	0.08	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	N/A	5.75	N/A	N/A	0.22	N/A
APA-692	APA-69	N/A	3.19	N/A	N/A	-0.01	N/A
APA-692	GG2-693	N/A	2.34	N/A	N/A	0.26	N/A
GG2-693	GG2-692	N/A	2.08	N/A	N/A	0.47	N/A
GG2-692	GG2-691	N/A	1.62	N/A	N/A	0.16	N/A
GG2-691	BZA-69D	N/A	1.46	N/A	N/A	0.36	N/A
BZA-69D	BZA-69	N/A	0.06	N/A	N/A	-0.01	N/A
BZA-69D	ZAP-691	0	1.04	100.0	0	0.47	100.0
ZAP-691	INC-691	-	0.57	N/A	-	0.33	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	N/A	1.63	N/A	N/A	0	N/A
GNG-694	GNG-691	N/A	1.63	N/A	N/A	0	N/A
GNG-691	MIL-69	N/A	0.02	N/A	N/A	-0.02	N/A
MIL-69	MIL-691	N/A	0.03	N/A	N/A	-0.01	N/A
GNG-691	GG3-695	N/A	1.67	N/A	N/A	-0.01	N/A
GG3-695	GG3-694	N/A	0.03	N/A	N/A	-0.01	N/A
GG3-694	KER-69	N/A	0.04	N/A	N/A	-0.02	N/A
GG3-695	CDO-692	N/A	1.66	N/A	N/A	-0.01	N/A
CDO-692	CDO-693	0	0.07	100.0	0	0	0.0
CDO-693	CDO-694	0	0	0.0	0	-0.07	100.0
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	CVI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	CVI-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	-	-	N/A	-	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXI. **Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG ESD Med**

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CCNTG [MVAR]	SOLCCNTG [MVAR]	Δ [%]	CCNTG [MVAR]	SOLCCNTG [MVAR]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO							
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6							
INC-691	INC-69D	0	15.25	100.0	0	0.08	100.0
INC-69D	NAR-693	0	15.17	100.0	0	0.16	100.0
NAR-693	NAR-691	0	15	100.0	0	0.09	100.0
NAR-691	NAR-69	0	14.91	100.0	0	0.02	100.0
NAR-69	NAR-692	0	13.78	100.0	0	0.01	100.0
NAR-692	NAR-694	0	13.77	100.0	0	0.07	100.0
NAR-694	CG5-693	0	13.69	100.0	0	0.13	100.0
CG5-693	CG5-692	0	13.56	100.0	0	0.52	100.0
CG5-692	CG5-691	0	13.04	100.0	0	0.07	100.0
CG5-691	KOR-69D	0	12.98	100.0	0	0.23	100.0
KOR-69D	ROO-694	0	12.74	100.0	0	0.04	100.0
ROO-694	ROO-692	0	12.71	100.0	0	0.06	100.0
ROO-692	ROO-69	0	12.6	100.0	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0	0.13	100.0	0	-0.01	100.0
KOR-69D1	KOR-69	0	0.14	100.0	0	-0.01	100.0
ROO-69	ROO-691	0	5.62	100.0	0	0	0.0
ROO-691	MON-692	0	5.61	100.0	0	0.01	100.0
MON-692	MON-69	0	5.6	100.0	0	0.02	100.0
MON-69	MON-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	MON-695	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-695	MON-694	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-694	MIN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	-	-	N/A	-	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA							
INC-692	GRA-691	N/A	4.81	N/A	N/A	0	N/A
GRA-691	MIN-69D	N/A	4.8	N/A	N/A	0.01	N/A
MIN-69D	MIN-69	N/A	4.8	N/A	N/A	0	N/A
MIN-69	MON-694	N/A	2.79	N/A	N/A	0	N/A
MON-694	MON-695	N/A	2.79	N/A	N/A	0.09	N/A
MON-695	MON-69D	N/A	2.69	N/A	N/A	0	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	N/A	2.7	N/A	N/A	0.1	N/A
SJS-69D	SJS-69	N/A	1.51	N/A	N/A	-0.16	N/A
SJS-69D	CQU-69	N/A	1.09	N/A	N/A	0.05	N/A
CQU-69	LVA-69	N/A	2.31	N/A	N/A	1.64	N/A

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	0	7.11	100.0	0	0.04	100.0
CG2-69D	ESI-693	0	7.12	100.0	0	0.04	100.0
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	0	7.07	100.0	0	0.03	100.0
LCA-69D	LCA-69	0	7.04	100.0	0	0.02	100.0
CG2-69D	TIK-692	0	0.02	100.0	0	-0.03	100.0
TIK-692	TIK-69D	0	0.01	100.0	0	-0.01	100.0
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	0	0	0.0	0	0	0.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	0	6.08	100.0	0	-0.01	100.0
CG3-69D	ESI-692	0	8.15	100.0	0	0.07	100.0
ESI-692	ESI-691	0	8.1	100.0	0	0	0.0
ESI-691	ESI-69	0	8.04	100.0	0	0	0.0
CG3-69D	CG3-692	0	14.37	100.0	0	0.14	100.0
CG3-692	KAM-691	0	14.48	100.0	0	0.11	100.0
KAM-691	CEN-69	-	14.76	N/A	-	0.28	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	2.37	100.0	0	0.04	100.0
SJD-692	SJD-691	0	2.34	100.0	0	0	0.0
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	0	2.31	100.0	0	0	0.0
SJD-694	GER-693	0	2.33	100.0	0	0.08	100.0
GER-693	CVI-69	0	2.24	100.0	0	0.04	100.0
CVI-69	CVI-691	0	2.21	100.0	0	0	0.0
CVI-691	CVI-692	0	0.01	100.0	0	0	0.0
CVI-692	OKM-69D	0	0	0.0	0	-0.02	100.0
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	-0.03	100.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	N/A	8.92	N/A	N/A	0.11	N/A
SJD-69	GER-692	N/A	2.3	N/A	N/A	-0.04	N/A
GER-692	GER-69	N/A	2.34	N/A	N/A	-0.02	N/A
GER-69	GER-691	N/A	2.36	N/A	N/A	0	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	N/A	9.97	N/A	N/A	0	N/A
CEN-692	CG6-692	N/A	7.33	N/A	N/A	0.08	N/A
CG6-692	CG6-691	N/A	7.25	N/A	N/A	0.02	N/A
CG6-691	ROO-693	N/A	7.23	N/A	N/A	0.05	N/A
ROO-693	MON-693	N/A	7.18	N/A	N/A	0.06	N/A
MON-693	TIN-69D	N/A	7.12	N/A	N/A	0.02	N/A
TIN-69D	MIX-69B	N/A	7.1	N/A	N/A	0.04	N/A
MIX-69B	TIN-69D1	N/A	7.05	N/A	N/A	0.04	N/A
TIN-69D1	TIN-69	N/A	7.01	N/A	N/A	0.01	N/A
TIN-69	TIN-691	N/A	7	N/A	N/A	0	N/A
TIN-691	TIN-692	N/A	0.56	N/A	N/A	0	N/A
TIN-692	IND-69	N/A	0.56	N/A	N/A	-0.01	N/A
IND-69	LIZ-69	N/A	0.57	N/A	N/A	0	N/A
TIN-691	LIZ-691	N/A	4.6	N/A	N/A	0	N/A
LIZ-691	LFL-69	N/A	4.6	N/A	N/A	0	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	N/A	12.41	N/A	N/A	0.16	N/A
CG5-694	HIP-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CG5-694	INC-691	-	12.26	N/A	-	0.29	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	14.76	N/A	-	0.28	N/A
KAM-691	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-	14.48	N/A	-	0.11	N/A
CG3-692	CG3-69D	-	14.37	N/A	-	0.14	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	8.15	N/A	-	0.07	N/A
ESI-692	ESI-691	-	8.1	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	8.04	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	INC-693	-	6.08	N/A	-	-0.01	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	N/A	4.97	N/A	N/A	-0.01	N/A
KAM-692	KAM-69	N/A	4.98	N/A	N/A	0	N/A
KAM-692	TIK-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	N/A	0.16	N/A	N/A	-0.01	N/A
HIP-69D	HIP-69	N/A	0.17	N/A	N/A	-0.01	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	N/A	10.25	N/A	N/A	0	N/A
GG6-693	GNG-695	N/A	10.25	N/A	N/A	0.03	N/A
GNG-695	CEM-69	N/A	10.22	N/A	N/A	0.07	N/A
CEM-69	NOR-691	N/A	9.4	N/A	N/A	0	N/A
NOR-691	NOR-69	N/A	9.4	N/A	N/A	0	N/A
NOR-69	ZAP-693	N/A	6.32	N/A	N/A	-0.03	N/A
ZAP-693	ZAP-692	N/A	1.06	N/A	N/A	0	N/A
ZAP-692	ZAP-69	N/A	1.06	N/A	N/A	-0.02	N/A
ZAP-693	MIN-692	0	5.28	100.0	0	-0.07	100.0
MIN-692	GRA-69	0	5.35	100.0	0	0	0.0
GRA-69	INC-692	-	5.36	N/A	-	-0.03	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	N/A	10.61	N/A	N/A	0.01	N/A
APA-691	GG3-692	N/A	10.6	N/A	N/A	0.02	N/A
GG3-692	GG3-691	N/A	10.58	N/A	N/A	0.04	N/A
GG3-691	LNI-69	N/A	2.22	N/A	N/A	0	N/A
GG3-691	MIN-691	0	8.32	100.0	0	-0.01	100.0
MIN-691	INC-693	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	8.33	N/A	-	0	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	N/A	11.55	N/A	N/A	0.22	N/A
APA-692	APA-69	N/A	2	N/A	N/A	-0.01	N/A
APA-692	GG2-693	N/A	9.32	N/A	N/A	0.33	N/A
GG2-693	GG2-692	N/A	9	N/A	N/A	0.59	N/A
GG2-692	GG2-691	N/A	8.4	N/A	N/A	0.19	N/A
GG2-691	BZA-69D	N/A	8.21	N/A	N/A	0.45	N/A
BZA-69D	BZA-69	N/A	0.1	N/A	N/A	-0.01	N/A
BZA-69D	ZAP-691	0	7.66	100.0	0	0.59	100.0
ZAP-691	INC-691	-	7.07	N/A	-	0.42	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	N/A	2.45	N/A	N/A	-0.03	N/A
GNG-694	GNG-691	N/A	2.48	N/A	N/A	-0.01	N/A
GNG-691	MIL-69	N/A	0.08	N/A	N/A	-0.02	N/A
MIL-69	MIL-691	N/A	0.16	N/A	N/A	-0.01	N/A
GNG-691	GG3-695	N/A	2.41	N/A	N/A	-0.02	N/A
GG3-695	GG3-694	N/A	0.29	N/A	N/A	-0.01	N/A
GG3-694	KER-69	N/A	0.3	N/A	N/A	-0.02	N/A
GG3-695	CDO-692	N/A	2.14	N/A	N/A	-0.02	N/A
CDO-692	CDO-693	0	0.08	100.0	0	0	0.0
CDO-693	CDO-694	0	0	0.0	0	-0.07	100.0
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	CVI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	CVI-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	-	-	N/A	-	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXII. Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG ESD Min

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CCNTG [MVAR]	SOLCCNTG [MVAR]	Δ [%]	CCNTG [MVAR]	SOLCCNTG [MVAR]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO							
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6							
INC-691	INC-69D	0	2.02	100.0	0	0.01	100.0
INC-69D	NAR-693	0	2.02	100.0	0	0.02	100.0
NAR-693	NAR-691	0	2	100.0	0	0.01	100.0
NAR-691	NAR-69	0	1.99	100.0	0	0	0.0
NAR-69	NAR-692	0	1.78	100.0	0	0	0.0
NAR-692	NAR-694	0	1.78	100.0	0	0	0.0
NAR-694	CG5-693	0	1.77	100.0	0	0.01	100.0
CG5-693	CG5-692	0	1.77	100.0	0	0.03	100.0
CG5-692	CG5-691	0	1.73	100.0	0	0	0.0
CG5-691	KOR-69D	0	1.73	100.0	0	0.01	100.0
KOR-69D	ROO-694	0	1.72	100.0	0	0	0.0
ROO-694	ROO-692	0	1.71	100.0	0	0	0.0
ROO-692	ROO-69	0	1.68	100.0	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0	0.04	100.0	0	-0.01	100.0
KOR-69D1	KOR-69	0	0.06	100.0	0	-0.01	100.0
ROO-69	ROO-691	0	0.81	100.0	0	-0.01	100.0
ROO-691	MON-692	0	0.82	100.0	0	-0.02	100.0
MON-692	MON-69	0	0.84	100.0	0	-0.04	100.0
MON-69	MON-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	MON-695	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-695	MON-694	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-694	MIN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	-	-	N/A	-	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA							
INC-692	GRA-691	0.77	1.22	36.9	-0.02	-0.04	50.0
GRA-691	MIN-69D	0.74	1.15	35.7	-0.03	-0.07	57.1
MIN-69D	MIN-69	0.74	1.16	36.2	0	0	0.0
MIN-69	MON-694	1.3	1.71	24.0	0	0	0.0
MON-694	MON-695	1.29	1.65	21.8	-0.01	-0.07	85.7
MON-695	MON-69D	1.28	1.64	22.0	0	0	0.0
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	1.27	1.57	19.1	-0.02	-0.08	75.0
SJS-69D	SJS-69	0.04	0.04	0.0	-0.21	-0.21	0.0
SJS-69D	CQU-69	1.32	1.58	16.5	0.01	-0.02	150.0
CQU-69	LVA-69	1.8	1.49	-20.8	0.27	-0.3	190.0

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	0	0.55	100.0	0	-0.03	100.0
CG2-69D	ESI-693	0	0.64	100.0	0	-0.03	100.0
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	0	0.67	100.0	0	-0.02	100.0
LCA-69D	LCA-69	0	0.69	100.0	0	-0.01	100.0
CG2-69D	TIK-692	0	0.02	100.0	0	-0.03	100.0
TIK-692	TIK-69D	0	0.01	100.0	0	-0.01	100.0
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	0	0	0.0	0	0	0.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	0	3.92	100.0	0	-0.02	100.0
CG3-69D	ESI-692	0	0.51	100.0	0	-0.03	100.0
ESI-692	ESI-691	0	0.54	100.0	0	0	0.0
ESI-691	ESI-69	0	0.54	100.0	0	0	0.0
CG3-69D	CG3-692	0	4.44	100.0	0	0	0.0
CG3-692	KAM-691	0	4.44	100.0	0	0	0.0
KAM-691	CEN-69	-	4.45	N/A	-	0.01	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	1.5	100.0	0	-0.03	100.0
SJD-692	SJD-691	0	1.53	100.0	0	0	0.0
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	0	1.53	100.0	0	0	0.0
SJD-694	GER-693	0	1.53	100.0	0	-0.05	100.0
GER-693	CVI-69	0	1.58	100.0	0	-0.02	100.0
CVI-69	CVI-691	0	1.6	100.0	0	0	0.0
CVI-691	CVI-692	0	0.02	100.0	0	0	0.0
CVI-692	OKM-69D	0	0.02	100.0	0	-0.02	100.0
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	-0.03	100.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	0.79	0.78	-1.3	-0.02	-0.02	0.0
SJD-69	GER-692	0.15	0.14	-7.1	-0.07	-0.07	0.0
GER-692	GER-69	0.21	0.21	0.0	-0.03	-0.03	0.0
GER-69	GER-691	0.24	0.25	4.0	0	0	0.0



LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	0.73	0.36	-102.8	0	0	0.0
CEN-692	CG6-692	0.28	0.28	0.0	-0.04	-0.04	0.0
CG6-692	CG6-691	0.32	0.32	0.0	-0.01	-0.01	0.0
CG6-691	ROO-693	0.33	0.33	0.0	-0.02	-0.02	0.0
ROO-693	MON-693	0.35	0.36	2.8	-0.03	-0.03	0.0
MON-693	TIN-69D	0.39	0.39	0.0	-0.01	-0.01	0.0
TIN-69D	MIX-69B	0.4	0.4	0.0	-0.02	-0.02	0.0
MIX-69B	TIN-69D1	0.42	0.42	0.0	-0.02	-0.02	0.0
TIN-69D1	TIN-69	0.44	0.44	0.0	-0.01	-0.01	0.0
TIN-69	TIN-691	0.45	0.44	-2.3	0	0	0.0
TIN-691	TIN-692	0.01	0.01	0.0	0	0	0.0
TIN-692	IND-69	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
IND-69	LIZ-69	0	0	0.0	0	0	0.0
TIN-691	LIZ-691	0.3	0.3	0.0	-0.02	-0.02	0.0
LIZ-691	LFL-69	0.32	0.32	0.0	-0.04	-0.04	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	0	4.3	100.0	-0.05	-0.01	-400.0
CG5-694	HIP-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CG5-694	INC-691	-	4.3	N/A	-	-0.01	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	4.45	N/A	-	0.01	N/A
KAM-691	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	CG3-692	0	4.44	100.0	0	0	0.0
CG3-692	CG3-69D	0	4.44	100.0	0	0	0.0
CG3-69D	ESI-692	0	0.51	100.0	0	-0.03	100.0
ESI-692	ESI-691	0	0.54	100.0	0	0	0.0
ESI-691	ESI-69	0	0.54	100.0	0	0	0.0
CG3-69D	INC-693	0	3.92	100.0	0	-0.02	100.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	0.43	0.43	0.0	-0.05	-0.05	0.0
KAM-692	KAM-69	0.47	0.49	4.1	0	0	0.0
KAM-692	TIK-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
HIP-69D	HIP-69	0.01	0.01	0.0	-0.01	-0.01	0.0

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	0.18	0.12	-50.0	0	0	0.0
GG6-693	GNG-695	0.18	0.12	-50.0	-0.03	-0.02	-50.0
GNG-695	CEM-69	0.22	0.13	-69.2	-0.07	-0.04	-75.0
CEM-69	NOR-691	0.24	0.12	-100.0	0	0	0.0
NOR-691	NOR-69	0.25	0.15	-66.7	-0.01	0	N/A
NOR-69	ZAP-693	0.01	0.08	87.5	-0.04	-0.03	-33.3
ZAP-693	ZAP-692	0.15	0.15	0.0	0	0	0.0
ZAP-692	ZAP-69	0.14	0.14	0.0	-0.02	-0.02	0.0
ZAP-693	MIN-692	0.01	0.14	92.9	-0.09	-0.08	-12.5
MIN-692	GRA-69	0	0.13	100.0	-0.01	-0.01	0.0
GRA-69	INC-692	-	0.1	N/A	-	-0.04	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	0.04	0.25	84.0	-0.02	-0.01	-100.0
APA-691	GG3-692	0.06	0.24	75.0	-0.03	-0.01	-200.0
GG3-692	GG3-691	0.09	0.23	60.9	-0.05	-0.02	-150.0
GG3-691	LNI-69	0.25	0.25	0.0	0	0	0.0
GG3-691	MIN-691	0	0.41	100.0	-0.11	-0.06	-83.3
MIN-691	INC-693	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	0.39	N/A	-	-0.02	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	0.02	3.99	99.5	-0.02	0	N/A
APA-692	APA-69	0.21	0.21	0.0	-0.01	-0.01	0.0
APA-692	GG2-693	0.14	4.2	96.7	-0.03	0	N/A
GG2-693	GG2-692	0.09	4.2	97.9	-0.05	0	N/A
GG2-692	GG2-691	0.08	4.2	98.1	-0.02	0	N/A
GG2-691	BZA-69D	0.04	4.2	99.0	-0.04	0	N/A
BZA-69D	BZA-69	0.01	0.01	0.0	-0.01	-0.01	0.0
BZA-69D	ZAP-691	0	4.21	100.0	-0.05	0	N/A
ZAP-691	INC-691	-	4.2	N/A	-	0	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	0.01	0.01	0.0	-0.05	-0.05	0.0
GNG-694	GNG-691	-0.01	0	N/A	-0.02	-0.01	-100.0
GNG-691	MIL-69	0.07	0.07	0.0	-0.02	-0.02	0.0
MIL-69	MIL-691	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GNG-691	GG3-695	0.09	0.09	0.0	-0.04	-0.04	0.0
GG3-695	GG3-694	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GG3-694	KER-69	0.01	0.01	0.0	-0.02	-0.02	0.0
GG3-695	CDO-692	0.13	0.14	7.1	-0.02	-0.02	0.0
CDO-692	CDO-693	0.08	0.08	0.0	0	0	0.0
CDO-693	CDO-694	0	0	0.0	-0.07	-0.07	0.0
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	0	-	N/A	-0.07	-	N/A
GER-69	GER-691	0.24	-	N/A	0	-	N/A
GER-69	CVI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	CVI-691	0	-	N/A	0	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	0	-	N/A	0	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXIII. **Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 SOLCCNTG ESD Max**

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]
GSU 230/69 (1)	N/A	95.21	N/A	N/A	64.3	N/A
GSU 230/69 (2)	N/A	137.3	N/A	N/A	83.6	N/A
GSU 230/69 (3)	N/A	41.2	N/A	N/A	50.4	N/A
GNO 230/69 (1)	N/A	58.7	N/A	N/A	39.7	N/A
GNO 230/69 (2)	N/A	61.94	N/A	N/A	41.9	N/A
GNO 230/69 (3)	N/A	81.58	N/A	N/A	55.4	N/A
INC 230/69 (1)	0	0	N/A	0	0	N/A
INC 230/69 (2)	0	0	N/A	0	0	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXIV. **Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 SOLCCNTG ESD Med**

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]
GSU 230/69 (1)	N/A	87.82	N/A	N/A	58.8	N/A
GSU 230/69 (2)	N/A	126.89	N/A	N/A	84.6	N/A
GSU 230/69 (3)	N/A	28.52	N/A	N/A	37.7	N/A
GNO 230/69 (1)	N/A	34.1	N/A	N/A	23.6	N/A
GNO 230/69 (2)	N/A	35.99	N/A	N/A	25	N/A
GNO 230/69 (3)	N/A	73.49	N/A	N/A	51.8	N/A
INC 230/69 (1)	0	0	N/A	0	0	N/A
INC 230/69 (2)	0	0	N/A	0	0	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXV. **Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 SOLCCNTG ESD Min**

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]
GSU 230/69 (1)	36.62	46.43	21.1	33.8	40.8	17.2
GSU 230/69 (2)	52.7	67.85	22.3	38.5	51.7	25.5
GSU 230/69 (3)	14.64	14.27	-2.6	15.6	14.5	-7.6
GNO 230/69 (1)	13.68	20.27	32.5	15.7	15.1	-4.0
GNO 230/69 (2)	14.23	21.42	33.6	9.5	15.5	38.7
GNO 230/69 (3)	27.9	38.38	27.3	18.6	25.6	27.3
INC 230/69 (1)	0	0	N/A	-	0	N/A
INC 230/69 (2)	0	0	N/A	-	0	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXVI. **Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 SOLCCNTG ESD Max**

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje Δ [%]	Ángulo Δ [%]
		CCNTG [p.u.]	CCNTG [°]	SOLCCNTG [p.u.]	SOLCCNTG [°]		
1109	GSU-231	N/A	N/A	0.998	-9.4	N/A	N/A
1156	GSU-692	N/A	N/A	1.004	-12.9	N/A	N/A
INC231	INC-231	0.000	0	0.000	0	0.0	0.0
INC232	INC-232	0.000	0	0.000	0	0.0	0.0
1152	GNO-691	N/A	N/A	1.008	-12.6	N/A	N/A
1153	GNO-692	N/A	N/A	1.005	-13.5	N/A	N/A
12009	APA-69	N/A	N/A	1.002	-13.8	N/A	N/A
12020	BZA-69	N/A	N/A	0.991	-15.5	N/A	N/A
12132	LNI-69	N/A	N/A	0.997	-13.5	N/A	N/A
12133	NOR-69	N/A	N/A	0.994	-13.8	N/A	N/A
12198	ZAP-69	N/A	N/A	0.991	-14	N/A	N/A
12025	CEM-69	N/A	N/A	0.995	-13.8	N/A	N/A
12091	INC-691	N/A	N/A	0.983	-16.7	N/A	N/A
12092	INC-692	N/A	N/A	0.985	-14.3	N/A	N/A
1204	CEN-69	N/A	N/A	0.992	-15.8	N/A	N/A
12027	CEN-692	N/A	N/A	0.992	-15.8	N/A	N/A
12163	SJD-69	N/A	N/A	0.983	-14.7	N/A	N/A
12057	ESI-69	N/A	N/A	0.983	-16.8	N/A	N/A
12100	LCA-69	N/A	N/A	0.980	-17	N/A	N/A
12095	KAM-69	N/A	N/A	0.991	-16	N/A	N/A
12089	HIP-69	N/A	N/A	0.990	-16	N/A	N/A
12286	NAR-69	N/A	N/A	0.979	-17.1	N/A	N/A
12153	ROO-69	N/A	N/A	0.965	-18.7	N/A	N/A

12258	KOR-69	N/A	N/A	0.965	-18.7	N/A	N/A
MIX69B	MIX-69B	N/A	N/A	0.981	-17	N/A	N/A
12186	TIN-69	N/A	N/A	0.979	-17.2	N/A	N/A
12093	IND-69	N/A	N/A	0.979	-17.2	N/A	N/A
12103	LIZ-69	N/A	N/A	0.979	-17.2	N/A	N/A
12102	LFL-69	N/A	N/A	0.976	-17.5	N/A	N/A
12127	MON-69	N/A	N/A	0.962	-19.1	N/A	N/A
12119	MIN-69	N/A	N/A	0.981	-14.3	N/A	N/A
12240	SJS-69	N/A	N/A	0.967	-14.7	N/A	N/A
12049	CQU-69	N/A	N/A	0.980	-13.8	N/A	N/A
1249	LVA-69	N/A	N/A	1.004	-10.5	N/A	N/A
12022	CDO-691	N/A	N/A	0.996	-13.7	N/A	N/A
12023	CDO-692	N/A	N/A	1.000	-14	N/A	N/A
12263	GER-691	N/A	N/A	0.981	-14.9	N/A	N/A
12262	CVI-691	N/A	N/A	0.979	-17.4	N/A	N/A
12267	OKM-69D	N/A	N/A	0.979	-17.4	N/A	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXVII. Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 SOLCCNTG ESD Med

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo
		CCNTG [p.u.]	CCNTG [°]	SOLCCNTG [p.u.]	SOLCCNTG [°]	Δ [%]	Δ [%]
1109	GSU-231	N/A	N/A	0.980	-9.6	N/A	N/A
1156	GSU-692	N/A	N/A	1.007	-12	N/A	N/A
INC231	INC-231	0.000	0	0.000	0	0.0	0.0
INC232	INC-232	0.000	0	0.000	0	0.0	0.0
1152	GNO-691	N/A	N/A	1.009	-11.4	N/A	N/A
1153	GNO-692	N/A	N/A	1.014	-13	N/A	N/A
12009	APA-69	N/A	N/A	1.011	-13.3	N/A	N/A
12020	BZA-69	N/A	N/A	0.994	-15.1	N/A	N/A
12132	LNI-69	N/A	N/A	1.001	-11.7	N/A	N/A
12133	NOR-69	N/A	N/A	0.998	-11.9	N/A	N/A
12198	ZAP-69	N/A	N/A	0.996	-11.9	N/A	N/A
12025	CEM-69	N/A	N/A	0.998	-11.9	N/A	N/A
12091	INC-691	N/A	N/A	0.983	-16.3	N/A	N/A
12092	INC-692	N/A	N/A	0.992	-12	N/A	N/A
1204	CEN-69	N/A	N/A	0.995	-15.4	N/A	N/A
12027	CEN-692	N/A	N/A	0.995	-15.4	N/A	N/A
12163	SJD-69	N/A	N/A	0.989	-12.2	N/A	N/A
12057	ESI-69	N/A	N/A	0.982	-16.4	N/A	N/A
12100	LCA-69	N/A	N/A	0.975	-16.9	N/A	N/A
12095	KAM-69	N/A	N/A	0.993	-15.5	N/A	N/A
12089	HIP-69	N/A	N/A	0.993	-15.5	N/A	N/A
12286	NAR-69	N/A	N/A	0.978	-16.7	N/A	N/A
12153	ROO-69	N/A	N/A	0.961	-18.2	N/A	N/A

12258	KOR-69	N/A	N/A	0.960	-18.2	N/A	N/A
MIX69B	MIX-69B	N/A	N/A	0.983	-16.4	N/A	N/A
12186	TIN-69	N/A	N/A	0.981	-16.6	N/A	N/A
12093	IND-69	N/A	N/A	0.981	-16.6	N/A	N/A
12103	LIZ-69	N/A	N/A	0.981	-16.6	N/A	N/A
12102	LFL-69	N/A	N/A	0.978	-16.8	N/A	N/A
12127	MON-69	N/A	N/A	0.957	-18.5	N/A	N/A
12119	MIN-69	N/A	N/A	0.992	-11.5	N/A	N/A
12240	SJS-69	N/A	N/A	0.990	-10.9	N/A	N/A
12049	CQU-69	N/A	N/A	0.995	-10.4	N/A	N/A
1249	LVA-69	N/A	N/A	1.016	-7.1	N/A	N/A
12022	CDO-691	N/A	N/A	0.998	-12.1	N/A	N/A
12023	CDO-692	N/A	N/A	1.010	-13.4	N/A	N/A
12263	GER-691	N/A	N/A	0.987	-12.5	N/A	N/A
12262	CVI-691	N/A	N/A	0.977	-17.1	N/A	N/A
12267	OKM-69D	N/A	N/A	0.977	-17.1	N/A	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXVIII. Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 SOLCCNTG ESD Min

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo
		CCNTG [p.u.]	CCNTG [°]	SOLCCNTG [p.u.]	SOLCCNTG [°]	Δ [%]	Δ [%]
1109	GSU-231	1.038	3	1.034	-3.8	-0.4	178.9
1156	GSU-692	1.015	1.8	1.015	-5	0.0	136.0
INC231	INC-231	0.000	0	0.000	0	0.0	0.0
INC232	INC-232	0.000	0	0.000	0	0.0	0.0
1152	GNO-691	1.011	1.5	1.016	-5.5	0.5	127.3
1153	GNO-692	1.012	0.9	1.011	-6.3	-0.1	114.3
12009	APA-69	1.012	0.9	1.011	-6.4	-0.1	114.1
12020	BZA-69	1.012	0.9	1.011	-6.9	-0.1	113.0
12132	LNI-69	1.011	1.5	1.014	-5.8	0.3	125.9
12133	NOR-69	1.010	1.2	1.013	-6	0.3	120.0
12198	ZAP-69	1.009	1.2	1.012	-6.1	0.3	119.7
12025	CEM-69	1.010	1.2	1.013	-5.9	0.3	120.3
12091	INC-691	0.000	0	1.011	-7.3	100.0	100.0
12092	INC-692	0.997	-5.5	1.012	-6.2	1.5	11.3
1204	CEN-69	1.019	0.7	1.016	-6.8	-0.3	110.3
12027	CEN-692	1.019	0.7	1.016	-6.8	-0.3	110.3
12163	SJD-69	0.997	-5.6	1.011	-6.3	1.4	11.1
12057	ESI-69	0.000	0	1.011	-7.3	100.0	100.0
12100	LCA-69	0.000	0	1.009	-7.5	100.0	100.0
12095	KAM-69	1.018	0.6	1.015	-6.9	-0.3	108.7
12089	HIP-69	1.018	0.6	1.015	-6.9	-0.3	108.7
12286	NAR-69	0.000	0	1.009	-7.5	100.0	100.0
12153	ROO-69	0.000	0	1.005	-8.1	100.0	100.0

12258	KOR-69	0.000	0	1.005	-8.2	100.0	100.0
MIX69B	MIX-69B	1.017	0.3	1.014	-7.2	-0.3	104.2
12186	TIN-69	1.016	0.3	1.013	-7.3	-0.3	104.1
12093	IND-69	1.016	0.3	1.013	-7.3	-0.3	104.1
12103	LIZ-69	1.016	0.3	1.013	-7.3	-0.3	104.1
12102	LFL-69	1.016	0.2	1.013	-7.4	-0.3	102.7
12127	MON-69	0.000	0	1.004	-8.3	100.0	100.0
12119	MIN-69	0.999	-5.2	1.012	-6.3	1.3	17.5
12240	SJS-69	1.001	-4.9	1.011	-6.6	1.0	25.8
12049	CQU-69	1.004	-4.6	1.013	-6.4	0.9	28.1
1249	LVA-69	1.017	-2.8	1.019	-5.9	0.2	52.5
12022	CDO-691	1.008	1.1	1.013	-5.9	0.5	118.6
12023	CDO-692	1.011	0.7	1.010	-6.5	-0.1	110.8
12263	GER-691	0.996	-5.7	1.011	-6.4	1.5	10.9
12262	CVI-691	0.000	0	1.008	-7.6	100.0	100.0
12267	OKM-69D	0.000	0	1.008	-7.6	100.0	100.0

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXIX. **Ahorro de pérdidas de potencia [MW] en el SNI al incluir el nuevo proyecto año 2 SOLCCNTG ESD Max, ESD Med y ESD Min**

Época seca	Pérdidas MW		
	CCNTG	SOLCCNTG	Ahorro
Máxima	N/A	78.954	N/A
Media	N/A	48.427	N/A
Mínima	16.194	17.263	-1.069

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXX. **Ahorro de pérdidas de potencia [MW] en la zona 2 al incluir el nuevo proyecto año 2 SOLCCNTG ESD Max, ESD Med y ESD Min**

Época seca	Pérdidas MW		
	CCNTG	SOLCCNTG	Ahorro
Máxima	N/A	21.724	N/A
Media	N/A	17.198	N/A
Mínima	5.925	6.356	-0.431

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

**F. Resultados de flujo de carga de solución al caso de contingencia para el año 2 del proyecto, fase 2: 2016 época húmeda**

**Tabla LXXI. Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG EHD Max**

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	0	48.19	100.0	0	0.02	100.0	0	63.4	100.0
INC-69D	NAR-693	0	48.17	100.0	0	0.06	100.0	0	75.4	100.0
NAR-693	NAR-691	0	48.11	100.0	0	0.03	100.0	0	63.4	100.0
NAR-691	NAR-69	0	48.08	100.0	0	0.01	100.0	0	63.4	100.0
NAR-69	NAR-692	0	40.4	100.0	0	0	0.0	0	53.4	100.0
NAR-692	NAR-694	0	40.39	100.0	0	0.02	100.0	0	53.4	100.0
NAR-694	CG5-693	0	40.37	100.0	0	0.04	100.0	0	63.6	100.0
CG5-693	CG5-692	0	40.33	100.0	0	0.14	100.0	0	53.4	100.0
CG5-692	CG5-691	0	40.19	100.0	0	0.02	100.0	0	63.6	100.0
CG5-691	KOR-69D	0	40.17	100.0	0	0.08	100.0	0	63.6	100.0
KOR-69D	ROO-694	0	40.09	100.0	0	0.01	100.0	0	63.7	100.0
ROO-694	ROO-692	0	40.07	100.0	0	0.02	100.0	0	63.7	100.0
ROO-692	ROO-69	0	40.05	100.0	0	0	0.0	0	63.6	100.0
ROO-69	KOR-69D1	0	1.77	100.0	0	0	0.0	0	8.3	100.0
KOR-69D1	KOR-69	0	1.77	100.0	0	0	0.0	0	7.4	100.0
ROO-69	ROO-691	0	17.15	100.0	0	0	0.0	0	23.1	100.0
ROO-691	MON-692	0	17.15	100.0	0	0.01	100.0	0	23.1	100.0
MON-692	MON-69	0	17.14	100.0	0	0.02	100.0	0	23.1	100.0
MON-69	MON-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	MON-695	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-695	MON-694	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-694	MIN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A



LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	N/A	2.25	N/A	N/A	0	N/A	N/A	11.6	N/A
GRA-691	MIN-69D	N/A	2.24	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	13.9	N/A
MIN-69D	MIN-69	N/A	2.23	N/A	N/A	0	N/A	N/A	11.8	N/A
MIN-69	MON-694	N/A	-8.75	N/A	N/A	0	N/A	N/A	13.8	N/A
MON-694	MON-695	N/A	-8.76	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	16.5	N/A
MON-695	MON-69D	N/A	-8.76	N/A	N/A	0	N/A	N/A	16.5	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	N/A	-8.78	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	16.5	N/A
SJS-69D	SJS-69	N/A	13.49	N/A	N/A	0.1	N/A	N/A	27.1	N/A
SJS-69D	CQU-69	N/A	-22.29	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	34	N/A
CQU-69	LVA-69	N/A	-35.4	N/A	N/A	0.66	N/A	N/A	52.9	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	0	11.68	100.0	0	0.01	100.0	0	15.1	100.0
CG2-69D	ESI-693	0	11.67	100.0	0	0.01	100.0	0	15.1	100.0
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	0	11.66	100.0	0	0.01	100.0	0	20.1	100.0
LCA-69D	LCA-69	0	11.66	100.0	0	0.01	100.0	0	25.9	100.0
CG2-69D	TIK-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0.1	100.0
TIK-692	TIK-69D	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	0	-6.92	100.0	0	0	0.0	0	9.5	100.0
CG3-69D	ESI-692	0	21.26	100.0	0	0.02	100.0	0	27.7	100.0
ESI-692	ESI-691	0	21.25	100.0	0	0	0.0	0	27.7	100.0
ESI-691	ESI-69	0	21.23	100.0	0	0	0.0	0	27.7	100.0
CG3-69D	CG3-692	0	-28.2	100.0	0	0.03	100.0	0	37.1	100.0
CG3-692	KAM-691	0	-28.22	100.0	0	0.02	100.0	0	37	100.0
KAM-691	CEN-69	-	-28.27	N/A	-	0.05	N/A	-	37	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	18.86	100.0	0	0.02	100.0	0	24.4	100.0
SJD-692	SJD-691	0	18.85	100.0	0	0	0.0	0	24.4	100.0
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	0	18.84	100.0	0	0	0.0	0	24.3	100.0
SJD-694	GER-693	0	18.85	100.0	0	0.03	100.0	0	24.4	100.0
GER-693	CVI-69	0	18.82	100.0	0	0.02	100.0	0	29	100.0
CVI-69	CVI-691	0	18.8	100.0	0	0	0.0	0	24.4	100.0
CVI-691	CVI-692	0	2.36	100.0	0	0	0.0	0	3.1	100.0
CVI-692	OKM-69D	0	2.36	100.0	0	0	0.0	0	4.2	100.0
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	N/A	32.3	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	41.7	N/A
SJD-69	GER-692	N/A	9.79	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	12.7	N/A
GER-692	GER-69	N/A	9.78	N/A	N/A	0	N/A	N/A	15.1	N/A
GER-69	GER-691	N/A	9.77	N/A	N/A	0	N/A	N/A	12.7	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	N/A	39.59	N/A	N/A	0	N/A	N/A	61.6	N/A
CEN-692	CG6-692	N/A	24.9	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	32.8	N/A
CG6-692	CG6-691	N/A	24.86	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	39	N/A
CG6-691	ROO-693	N/A	24.84	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	39	N/A
ROO-693	MON-693	N/A	24.81	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	39.1	N/A
MON-693	TIN-69D	N/A	24.77	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	39.1	N/A
TIN-69D	MIX-69B	N/A	24.75	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	32.8	N/A
MIX-69B	TIN-69D1	N/A	24.73	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	32.8	N/A
TIN-69D1	TIN-69	N/A	24.71	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	32.8	N/A
TIN-69	TIN-691	N/A	24.7	N/A	N/A	0	N/A	N/A	32.8	N/A
TIN-691	TIN-692	N/A	1.17	N/A	N/A	0	N/A	N/A	3.1	N/A
TIN-692	IND-69	N/A	1.17	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.6	N/A
IND-69	LIZ-69	N/A	1.17	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.6	N/A
TIN-691	LIZ-691	N/A	15.94	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	21.3	N/A
LIZ-691	LFL-69	N/A	15.93	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	21.3	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	N/A	22.43	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	29.5	N/A
CG5-694	HIP-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG5-694	INC-691	N/A	22.39	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A	29.5	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	28.27	N/A	-	0.05	N/A	-	37	N/A
KAM-691	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-	28.22	N/A	-	0.02	N/A	-	37	N/A
CG3-692	CG3-69D	-	28.2	N/A	-	0.03	N/A	-	37.1	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	21.26	N/A	-	0.02	N/A	-	27.7	N/A
ESI-692	ESI-691	-	21.25	N/A	-	0	N/A	-	27.7	N/A
ESI-691	ESI-69	-	21.23	N/A	-	0	N/A	-	27.7	N/A
CG3-69D	INC-693	-	6.92	N/A	-	0	N/A	-	9.5	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	N/A	15.73	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	20.6	N/A
KAM-692	KAM-69	N/A	15.71	N/A	N/A	0	N/A	N/A	20.6	N/A
KAM-692	TIK-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	N/A	0.74	N/A	N/A	0	N/A	N/A	3.4	N/A
HIP-69D	HIP-69	N/A	0.74	N/A	N/A	0	N/A	N/A	3.4	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	N/A	33.21	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	43	N/A
GG6-693	GNG-695	N/A	33.2	N/A	N/A	0.08	N/A	N/A	51.2	N/A
GNG-695	CEM-69	N/A	33.12	N/A	N/A	0.17	N/A	N/A	51.3	N/A
CEM-69	NOR-691	N/A	28.17	N/A	N/A	0	N/A	N/A	44.5	N/A
NOR-691	NOR-69	N/A	28.17	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	44.5	N/A
NOR-69	ZAP-693	N/A	16.18	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	26.6	N/A
ZAP-693	ZAP-692	N/A	4.9	N/A	N/A	0	N/A	N/A	19.6	N/A
ZAP-692	ZAP-69	N/A	4.9	N/A	N/A	0	N/A	N/A	19.6	N/A
ZAP-693	MIN-692	0	11.26	100.0	0	0.02	100.0	0	19.8	100.0
MIN-692	GRA-69	0	11.24	100.0	0	0	0.0	0	19.8	100.0
GRA-69	INC-692	-	11.24	N/A	-	0.01	N/A	-	16.7	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	N/A	33.88	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	52.8	N/A
APA-691	GG3-692	N/A	33.85	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A	52.8	N/A
GG3-692	GG3-691	N/A	33.8	N/A	N/A	0.12	N/A	N/A	59	N/A
GG3-691	LNI-69	N/A	10.19	N/A	N/A	0	N/A	N/A	15.7	N/A
GG3-691	MIN-691	0	23.49	100.0	0	0.12	100.0	0	41.6	100.0
MIN-691	INC-693	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	23.37	N/A	-	0.04	N/A	-	41.6	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	N/A	59.19	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A	89.6	N/A
APA-692	APA-69	N/A	7.85	N/A	N/A	0	N/A	N/A	12.6	N/A
APA-692	GG2-693	N/A	51.25	N/A	N/A	0.12	N/A	N/A	77.2	N/A
GG2-693	GG2-692	N/A	51.13	N/A	N/A	0.25	N/A	N/A	86.3	N/A
GG2-692	GG2-691	N/A	50.88	N/A	N/A	0.08	N/A	N/A	86.3	N/A
GG2-691	BZA-69D	N/A	50.8	N/A	N/A	0.19	N/A	N/A	86.3	N/A
BZA-69D	BZA-69	N/A	0.72	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.9	N/A
BZA-69D	ZAP-691	0	49.89	100.0	0	0.25	100.0	0	85.1	100.0
ZAP-691	INC-691	-	49.64	N/A	-	0.18	N/A	-	85.1	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	N/A	12.4	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	18.5	N/A
GNG-694	GNG-691	N/A	12.38	N/A	N/A	0	N/A	N/A	18.5	N/A
GNG-691	MIL-69	N/A	0.21	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0.4	N/A
MIL-69	MIL-691	N/A	0.21	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0.5	N/A
GNG-691	GG3-695	N/A	12.16	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	22.6	N/A
GG3-695	GG3-694	N/A	1.46	N/A	N/A	0	N/A	N/A	3.1	N/A
GG3-694	KER-69	N/A	1.46	N/A	N/A	0	N/A	N/A	5.8	N/A
GG3-695	CDO-692	N/A	10.69	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	23.1	N/A
CDO-692	CDO-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0.1	100.0
CDO-693	CDO-694	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0.1	100.0
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	CVI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	CVI-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXXII. Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG EHD Med

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	0	46.16	100.0	0	0.02	100.0	0	62.8	100.0
INC-69D	NAR-693	0	46.14	100.0	0	0.06	100.0	0	74.7	100.0
NAR-693	NAR-691	0	46.08	100.0	0	0.03	100.0	0	62.8	100.0
NAR-691	NAR-69	0	46.06	100.0	0	0.01	100.0	0	62.8	100.0
NAR-69	NAR-692	0	41.25	100.0	0	0	0.0	0	56.4	100.0
NAR-692	NAR-694	0	41.24	100.0	0	0.02	100.0	0	56.4	100.0
NAR-694	CG5-693	0	41.22	100.0	0	0.05	100.0	0	67.2	100.0
CG5-693	CG5-692	0	41.17	100.0	0	0.15	100.0	0	56.4	100.0
CG5-692	CG5-691	0	41.02	100.0	0	0.03	100.0	0	67.2	100.0
CG5-691	KOR-69D	0	40.99	100.0	0	0.09	100.0	0	67.2	100.0
KOR-69D	ROO-694	0	40.9	100.0	0	0.01	100.0	0	67.2	100.0
ROO-694	ROO-692	0	40.89	100.0	0	0.02	100.0	0	67.2	100.0
ROO-692	ROO-69	0	40.85	100.0	0	0	0.0	0	67.2	100.0
ROO-69	KOR-69D1	0	2.51	100.0	0	0	0.0	0	11.8	100.0
KOR-69D1	KOR-69	0	2.51	100.0	0	0	0.0	0	10.6	100.0
ROO-69	ROO-691	0	15.61	100.0	0	0	0.0	0	21.9	100.0
ROO-691	MON-692	0	15.61	100.0	0	0.01	100.0	0	21.9	100.0
MON-692	MON-69	0	15.6	100.0	0	0.02	100.0	0	22	100.0
MON-69	MON-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	MON-695	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-695	MON-694	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-694	MIN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	N/A	-13.4	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	17.9	N/A
GRA-691	MIN-69D	N/A	-13.42	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	21.4	N/A
MIN-69D	MIN-69	N/A	-13.43	N/A	N/A	0	N/A	N/A	18	N/A
MIN-69	MON-694	N/A	-20.72	N/A	N/A	0	N/A	N/A	26.6	N/A
MON-694	MON-695	N/A	-20.77	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	31.6	N/A
MON-695	MON-69D	N/A	-20.77	N/A	N/A	0	N/A	N/A	31.5	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	N/A	-20.83	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A	31.6	N/A
SJS-69D	SJS-69	N/A	6.71	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	12.9	N/A
SJS-69D	CQU-69	N/A	-27.56	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	41.6	N/A
CQU-69	LVA-69	N/A	-34.81	N/A	N/A	0.63	N/A	N/A	51.6	N/A

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	0	20.17	100.0	0	0.02	100.0	0	27.7	100.0
CG2-69D	ESI-693	0	20.15	100.0	0	0.02	100.0	0	27.7	100.0
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	0	20.13	100.0	0	0.02	100.0	0	36.8	100.0
LCA-69D	LCA-69	0	20.1	100.0	0	0.02	100.0	0	47.3	100.0
CG2-69D	TIK-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0.1	100.0
TIK-692	TIK-69D	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	0	-9.33	100.0	0	0.01	100.0	0	15.9	100.0
CG3-69D	ESI-692	0	23.14	100.0	0	0.03	100.0	0	31.6	100.0
ESI-692	ESI-691	0	23.11	100.0	0	0	0.0	0	31.6	100.0
ESI-691	ESI-69	0	23.1	100.0	0	0	0.0	0	31.6	100.0
CG3-69D	CG3-692	0	-32.5	100.0	0	0.04	100.0	0	46.8	100.0
CG3-692	KAM-691	0	-32.54	100.0	0	0.03	100.0	0	46.8	100.0
KAM-691	CEN-69	-	-32.62	N/A	-	0.08	N/A	-	46.7	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	21.73	100.0	0	0.02	100.0	0	28.1	100.0
SJD-692	SJD-691	0	21.71	100.0	0	0	0.0	0	28.1	100.0
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	0	21.71	100.0	0	0	0.0	0	28.1	100.0
SJD-694	GER-693	0	21.71	100.0	0	0.04	100.0	0	28.1	100.0
GER-693	CVI-69	0	21.67	100.0	0	0.02	100.0	0	33.5	100.0
CVI-69	CVI-691	0	21.65	100.0	0	0	0.0	0	28.1	100.0
CVI-691	CVI-692	0	1.87	100.0	0	0	0.0	0	2.4	100.0
CVI-692	OKM-69D	0	1.87	100.0	0	0	0.0	0	3.3	100.0
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS										
INC-692	SJD-69	N/A	28.12	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	37.7	N/A
SJD-69	GER-692	N/A	8.74	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	11.6	N/A
GER-692	GER-69	N/A	8.73	N/A	N/A	0	N/A	N/A	13.8	N/A
GER-69	GER-691	N/A	8.73	N/A	N/A	0	N/A	N/A	11.6	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6										
CEN-69	CEN-692	N/A	33.83	N/A	N/A	0	N/A	N/A	53.3	N/A
CEN-692	CG6-692	N/A	22.25	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	29.8	N/A
CG6-692	CG6-691	N/A	22.21	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	35.5	N/A
CG6-691	ROO-693	N/A	22.2	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	35.5	N/A
ROO-693	MON-693	N/A	22.17	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	35.6	N/A
MON-693	TIN-69D	N/A	22.14	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	35.6	N/A
TIN-69D	MIX-69B	N/A	22.13	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	29.9	N/A
MIX-69B	TIN-69D1	N/A	22.11	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	29.9	N/A
TIN-69D1	TIN-69	N/A	22.1	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	29.9	N/A
TIN-69	TIN-691	N/A	22.09	N/A	N/A	0	N/A	N/A	29.9	N/A
TIN-691	TIN-692	N/A	1.98	N/A	N/A	0	N/A	N/A	5.4	N/A
TIN-692	IND-69	N/A	1.98	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.5	N/A
IND-69	LIZ-69	N/A	1.98	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.5	N/A
TIN-691	LIZ-691	N/A	14.41	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	19.5	N/A
LIZ-691	LFL-69	N/A	14.4	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	19.5	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5										
CEN-69	CG5-694	N/A	26.24	N/A	N/A	0.05	N/A	N/A	38.2	N/A
CG5-694	HIP-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG5-694	INC-691	N/A	26.19	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A	38.2	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3										
CEN-69	KAM-691	-	32.62	N/A	-	0.08	N/A	-	46.7	N/A
KAM-691	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-	32.54	N/A	-	0.03	N/A	-	46.8	N/A
CG3-692	CG3-69D	-	32.5	N/A	-	0.04	N/A	-	46.8	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	23.14	N/A	-	0.03	N/A	-	31.6	N/A
ESI-692	ESI-691	-	23.11	N/A	-	0	N/A	-	31.6	N/A
ESI-691	ESI-69	-	23.1	N/A	-	0	N/A	-	31.6	N/A
CG3-69D	INC-693	-	9.33	N/A	-	0.01	N/A	-	15.9	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2										
CEN-69	KAM-692	N/A	12.53	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	17.2	N/A
KAM-692	KAM-69	N/A	12.52	N/A	N/A	0	N/A	N/A	17.2	N/A
KAM-692	TIK-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	N/A	0.53	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.5	N/A
HIP-69D	HIP-69	N/A	0.53	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.5	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	N/A	17.31	N/A	N/A	0	N/A	N/A	25.3	N/A
GG6-693	GNG-695	N/A	17.3	N/A	N/A	0.03	N/A	N/A	30.1	N/A
GNG-695	CEM-69	N/A	17.28	N/A	N/A	0.06	N/A	N/A	30.2	N/A
CEM-69	NOR-691	N/A	14.34	N/A	N/A	0	N/A	N/A	25.9	N/A
NOR-691	NOR-69	N/A	14.34	N/A	N/A	0	N/A	N/A	26	N/A
NOR-69	ZAP-693	N/A	4.6	N/A	N/A	0	N/A	N/A	11.8	N/A
ZAP-693	ZAP-692	N/A	0.53	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.9	N/A
ZAP-692	ZAP-69	N/A	0.52	N/A	N/A	0	N/A	N/A	4.9	N/A
ZAP-693	MIN-692	0	4.09	100.0	0	0.01	100.0	0	10.1	100.0
MIN-692	GRA-69	0	4.08	100.0	0	0	0.0	0	10.1	100.0
GRA-69	INC-692	-	4.08	N/A	-	0	N/A	-	8.5	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	N/A	16.52	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	29.4	N/A
APA-691	GG3-692	N/A	16.51	N/A	N/A	0.02	N/A	N/A	29.4	N/A
GG3-692	GG3-691	N/A	16.5	N/A	N/A	0.04	N/A	N/A	32.9	N/A
GG3-691	LNI-69	N/A	5.76	N/A	N/A	0	N/A	N/A	9.3	N/A
GG3-691	MIN-691	0	10.7	100.0	0	0.04	100.0	0	22.8	100.0
MIN-691	INC-693	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	10.67	N/A	-	0.01	N/A	-	22.9	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	N/A	58.12	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A	87.2	N/A
APA-692	APA-69	N/A	3.54	N/A	N/A	0	N/A	N/A	6.1	N/A
APA-692	GG2-693	N/A	54.49	N/A	N/A	0.13	N/A	N/A	81.6	N/A
GG2-693	GG2-692	N/A	54.36	N/A	N/A	0.28	N/A	N/A	91.2	N/A
GG2-692	GG2-691	N/A	54.07	N/A	N/A	0.09	N/A	N/A	91.2	N/A
GG2-691	BZA-69D	N/A	53.98	N/A	N/A	0.21	N/A	N/A	91.2	N/A
BZA-69D	BZA-69	N/A	0.64	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.6	N/A
BZA-69D	ZAP-691	0	53.13	100.0	0	0.28	100.0	0	90.1	100.0
ZAP-691	INC-691	-	52.85	N/A	-	0.2	N/A	-	90.1	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	N/A	9.16	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	14.1	N/A
GNG-694	GNG-691	N/A	9.15	N/A	N/A	0	N/A	N/A	14.1	N/A
GNG-691	MIL-69	N/A	0.38	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0.7	N/A
MIL-69	MIL-691	N/A	0.38	N/A	N/A	0	N/A	N/A	0.9	N/A
GNG-691	GG3-695	N/A	8.77	N/A	N/A	0.01	N/A	N/A	16.8	N/A
GG3-695	GG3-694	N/A	1.23	N/A	N/A	0	N/A	N/A	2.7	N/A
GG3-694	KER-69	N/A	1.23	N/A	N/A	0	N/A	N/A	5	N/A
GG3-695	CDO-692	N/A	7.53	N/A	N/A	0	N/A	N/A	16.8	N/A
CDO-692	CDO-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0.1	100.0
CDO-693	CDO-694	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0.1	100.0
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	CVI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	CVI-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXXIII. Flujos de potencia y factor de utilización en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG EHD Min

Barra		Potencia Activa			Pérdidas (Activa)			Factor de utilización		
Procedencia	Destino	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO										
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6										
INC-691	INC-69D	0	20.03	100.0	0	0	0.0	0	25.2	100.0
INC-69D	NAR-693	0	20.03	100.0	0	0.01	100.0	0	30	100.0
NAR-693	NAR-691	0	20.02	100.0	0	0	0.0	0	25.2	100.0
NAR-691	NAR-69	0	20.02	100.0	0	0	0.0	0	25.2	100.0
NAR-69	NAR-692	0	17.35	100.0	0	0	0.0	0	21.8	100.0
NAR-692	NAR-694	0	17.35	100.0	0	0	0.0	0	21.8	100.0
NAR-694	CG5-693	0	17.34	100.0	0	0.01	100.0	0	26	100.0
CG5-693	CG5-692	0	17.34	100.0	0	0.02	100.0	0	21.8	100.0
CG5-692	CG5-691	0	17.31	100.0	0	0	0.0	0	26	100.0
CG5-691	KOR-69D	0	17.31	100.0	0	0.01	100.0	0	26	100.0
KOR-69D	ROO-694	0	17.3	100.0	0	0	0.0	0	26	100.0
ROO-694	ROO-692	0	17.29	100.0	0	0	0.0	0	26	100.0
ROO-692	ROO-69	0	17.29	100.0	0	0	0.0	0	26	100.0
ROO-69	KOR-69D1	0	1.38	100.0	0	0	0.0	0	6.2	100.0
KOR-69D1	KOR-69	0	1.38	100.0	0	0	0.0	0	5.6	100.0
ROO-69	ROO-691	0	6.09	100.0	0	0	0.0	0	7.7	100.0
ROO-691	MON-692	0	6.09	100.0	0	0	0.0	0	7.7	100.0
MON-692	MON-69	0	6.09	100.0	0	0	0.0	0	7.7	100.0
MON-69	MON-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	MON-695	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-695	MON-694	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-694	MIN-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A



LÍNEA INCIENSO - MINERVA										
INC-692	GRA-691	-10.15	-27.21	62.7	0.01	0.04	75.0	12.8	34.7	63.1
GRA-691	MIN-69D	-10.15	-27.29	62.8	0.01	0.08	87.5	15.2	41.3	63.2
MIN-69D	MIN-69	-10.15	-27.3	62.8	0	0	0.0	12.8	34.7	63.1
MIN-69	MON-694	-12.4	-29.54	58.0	0	0	0.0	15.6	37.4	58.3
MON-694	MON-695	-12.41	-29.63	58.1	0.02	0.09	77.8	18.6	44.6	58.3
MON-695	MON-69D	-12.41	-29.63	58.1	0	0	0.0	18.5	44.4	58.3
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-12.43	-29.74	58.2	0.02	0.11	81.8	18.6	44.6	58.3
SJS-69D	SJS-69	3.44	3.44	0.0	0.01	0.01	0.0	6.3	6.3	0.0
SJS-69D	CQU-69	-15.88	-33.22	52.2	0.01	0.03	66.7	23.7	49.7	52.3
CQU-69	LVA-69	-18.96	-36.8	48.5	0.19	0.69	72.5	28	54	48.1
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2										
INC-691	CG2-69D	0	7.1	100.0	0	0	0.0	0	8.9	100.0
CG2-69D	ESI-693	0	7.1	100.0	0	0	0.0	0	8.9	100.0
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	0	7.1	100.0	0	0	0.0	0	11.9	100.0
LCA-69D	LCA-69	0	7.09	100.0	0	0	0.0	0	15.2	100.0
CG2-69D	TIK-692	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0.1	100.0
TIK-692	TIK-69D	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3										
INC-691	CG3-69D	0	-3.86	100.0	0	0	0.0	0	7.7	100.0
CG3-69D	ESI-692	0	6.56	100.0	0	0	0.0	0	8.2	100.0
ESI-692	ESI-691	0	6.57	100.0	0	0	0.0	0	8.2	100.0
ESI-691	ESI-69	0	6.57	100.0	0	0	0.0	0	8.2	100.0
CG3-69D	CG3-692	0	-10.42	100.0	0	0	0.0	0	14.6	100.0
CG3-692	KAM-691	0	-10.43	100.0	0	0	0.0	0	14.6	100.0
KAM-691	CEN-69	-	-10.44	N/A	-	0.01	N/A	-	14.6	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA										
INC-691	SJD-692	0	8.02	100.0	0	0	0.0	0	10.2	100.0
SJD-692	SJD-691	0	8.01	100.0	0	0	0.0	0	10.2	100.0
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	0	-	N/A	0	-	N/A
SJD-691	SJD-694	0	8.02	100.0	0	0	0.0	0	10.3	100.0
SJD-694	GER-693	0	8.01	100.0	0	0.01	100.0	0	10.2	100.0
GER-693	CVI-69	0	8.01	100.0	0	0	0.0	0	12.2	100.0
CVI-69	CVI-691	0	8	100.0	0	0	0.0	0	10.3	100.0
CVI-691	CVI-692	0	0.39	100.0	0	0	0.0	0	0.5	100.0
CVI-692	OKM-69D	0	0.39	100.0	0	0	0.0	0	0.7	100.0
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4										
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS											
INC-692	SJD-69	10.14	10.14	0.0	0	0	0.0	12.8	12.8	0.0	
SJD-69	GER-692	2.91	2.91	0.0	0	0	0.0	3.7	3.7	0.0	
GER-692	GER-69	2.91	2.91	0.0	0	0	0.0	4.4	4.4	0.0	
GER-69	GER-691	2.9	2.91	0.3	0	0	0.0	3.7	3.7	0.0	
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6											
CEN-69	CEN-692	16.93	15.14	-11.8	0	0	0.0	25.1	22.4	-12.1	
CEN-692	CG6-692	7.17	7.17	0.0	0	0	0.0	8.9	8.9	0.0	
CG6-692	CG6-691	7.17	7.17	0.0	0	0	0.0	10.6	10.6	0.0	
CG6-691	ROO-693	7.17	7.17	0.0	0	0	0.0	10.6	10.6	0.0	
ROO-693	MON-693	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	10.6	10.6	0.0	
MON-693	TIN-69D	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	10.6	10.6	0.0	
TIN-69D	MIX-69B	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	8.9	8.9	0.0	
MIX-69B	TIN-69D1	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	8.9	8.9	0.0	
TIN-69D1	TIN-69	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	9	8.9	-1.1	
TIN-69	TIN-691	7.16	7.16	0.0	0	0	0.0	9	8.9	-1.1	
TIN-691	TIN-692	0.73	0.73	0.0	0	0	0.0	1.8	1.8	0.0	
TIN-692	IND-69	0.73	0.73	0.0	0	0	0.0	1.6	1.6	0.0	
IND-69	LIZ-69	0.73	0.73	0.0	0	0	0.0	1.6	1.6	0.0	
TIN-691	LIZ-691	4.49	4.49	0.0	0	0	0.0	5.6	5.6	0.0	
LIZ-691	LFL-69	4.49	4.49	0.0	0	0	0.0	5.6	5.6	0.0	
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5											
CEN-69	CG5-694	0	8.64	100.0	0	0.01	100.0	0.1	12.5	99.2	
CG5-694	HIP-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A	
CG5-694	INC-691	-	8.63	N/A	-	0.01	N/A	-	12.6	N/A	
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3											
CEN-69	KAM-691	-	10.44	N/A	-	0.01	N/A	-	14.6	N/A	
KAM-691	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A	
KAM-691	CG3-692	-	10.43	N/A	-	0	N/A	-	14.6	N/A	
CG3-692	CG3-69D	-	10.42	N/A	-	0	N/A	-	14.6	N/A	
CG3-69D	ESI-692	-	6.56	N/A	-	0	N/A	-	8.2	N/A	
ESI-692	ESI-691	-	6.57	N/A	-	0	N/A	-	8.2	N/A	
ESI-691	ESI-69	-	6.57	N/A	-	0	N/A	-	8.2	N/A	
CG3-69D	INC-693	-	3.86	N/A	-	0	N/A	-	7.7	N/A	
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2											
CEN-69	KAM-692	4.81	4.81	0.0	0	0	0.0	6	6	0.0	
KAM-692	KAM-69	4.81	4.81	0.0	0	0	0.0	6	6	0.0	
KAM-692	TIK-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A	
TIK-69D	TIK-692	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A	
TIK-692	CG2-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A	
CG2-69D	ESI-693	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A	
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A	
ESI-693	LCA-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A	
LCA-69D	LCA-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A	
CG2-69D	INC-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A	
KAM-69	HIP-69D	0.21	0.21	0.0	0	0	0.0	0.9	0.9	0.0	
HIP-69D	HIP-69	0.21	0.21	0.0	0	0	0.0	0.9	0.9	0.0	

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6										
GNO-691	GG6-693	7.04	-2.21	418.6	0	0	0.0	8.8	4.1	-114.6
GG6-693	GNG-695	7.04	-2.21	418.6	0	0	0.0	10.5	4.8	-118.8
GNG-695	CEM-69	7.04	-2.22	417.1	0.01	0	N/A	10.5	5	-110.0
CEM-69	NOR-691	5.87	-3.37	274.2	0	0	0.0	8.7	6.3	-38.1
NOR-691	NOR-69	5.88	-3.37	274.5	0	0	0.0	8.8	6.3	-39.7
NOR-69	ZAP-693	2.81	-6.44	143.6	0	0	0.0	4.2	10.2	58.8
ZAP-693	ZAP-692	2.8	2.81	0.4	0	0	0.0	11.1	11.2	0.9
ZAP-692	ZAP-69	2.81	2.81	0.0	0	0	0.0	11.1	11.2	0.9
ZAP-693	MIN-692	0	-9.26	100.0	0	0.01	100.0	0	14.3	100.0
MIN-692	GRA-69	0	-9.26	100.0	0	0	0.0	0	14.3	100.0
GRA-69	INC-692	-	-9.26	N/A	-	0	N/A	-	12	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3										
GNO-691	APA-691	2.11	-5.64	137.4	0	0	0.0	3.1	9.7	68.0
APA-691	GG3-692	2.11	-5.64	137.4	0	0	0.0	3.1	9.7	68.0
GG3-692	GG3-691	2.11	-5.65	137.3	0	0	0.0	3.5	10.9	67.9
GG3-691	LNI-69	2.11	2.11	0.0	0	0	0.0	3.2	3.2	0.0
GG3-691	MIN-691	0	-7.76	100.0	0	0.01	100.0	0.2	14	98.6
MIN-691	INC-693	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	-7.77	N/A	-	0	N/A	-	14	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2										
GNO-692	APA-692	2.02	24.94	91.9	0	0.02	100.0	3	37.8	92.1
APA-692	APA-69	1.72	1.72	0.0	0	0	0.0	2.6	2.6	0.0
APA-692	GG2-693	0.31	23.2	98.7	0	0.03	100.0	0.5	35.4	98.6
GG2-693	GG2-692	0.3	23.17	98.7	0	0.05	100.0	0.5	39.5	98.7
GG2-692	GG2-691	0.31	23.12	98.7	0	0.02	100.0	0.5	39.5	98.7
GG2-691	BZA-69D	0.31	23.1	98.7	0	0.04	100.0	0.5	39.5	98.7
BZA-69D	BZA-69	0.31	0.31	0.0	0	0	0.0	1.2	1.2	0.0
BZA-69D	ZAP-691	0	22.76	100.0	0	0.05	100.0	0.1	39	99.7
ZAP-691	INC-691	-	22.71	N/A	-	0.04	N/A	-	39	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2										
GNO-692	GNG-694	4.04	4.04	0.0	0	0	0.0	6	6	0.0
GNG-694	GNG-691	4.04	4.04	0.0	0	0	0.0	6	6	0.0
GNG-691	MIL-69	0.12	0.12	0.0	0	0	0.0	0.3	0.3	0.0
MIL-69	MIL-691	0.12	0.12	0.0	0	0	0.0	0.3	0.3	0.0
GNG-691	GG3-695	3.92	3.92	0.0	0	0	0.0	7.2	7.2	0.0
GG3-695	GG3-694	0.9	0.9	0.0	0	0	0.0	1.9	1.9	0.0
GG3-694	KER-69	0.9	0.9	0.0	0	0	0.0	3.5	3.5	0.0
GG3-695	CDO-692	3.03	3.03	0.0	0	0	0.0	6.4	6.5	1.5
CDO-692	CDO-693	0	0	0.0	0	0	0.0	0.1	0.1	0.0
CDO-693	CDO-694	0	0	0.0	0	0	0.0	0.1	0.1	0.0
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	CVI-69	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	CVI-691	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXXIV. Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG EHD Max

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CCNTG [MVAR]	SOLCCNTG [MVAR]	Δ [%]	CCNTG [MVAR]	SOLCCNTG [MVAR]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO							
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6							
INC-691	INC-69D	0	10.5	100.0	0	0.09	100.0
INC-69D	NAR-693	0	10.4	100.0	0	0.18	100.0
NAR-693	NAR-691	0	10.22	100.0	0	0.1	100.0
NAR-691	NAR-69	0	10.12	100.0	0	0.02	100.0
NAR-69	NAR-692	0	9.17	100.0	0	0.01	100.0
NAR-692	NAR-694	0	9.15	100.0	0	0.07	100.0
NAR-694	CG5-693	0	9.08	100.0	0	0.12	100.0
CG5-693	CG5-692	0	8.96	100.0	0	0.5	100.0
CG5-692	CG5-691	0	8.46	100.0	0	0.07	100.0
CG5-691	KOR-69D	0	8.39	100.0	0	0.22	100.0
KOR-69D	ROO-694	0	8.17	100.0	0	0.04	100.0
ROO-694	ROO-692	0	8.13	100.0	0	0.06	100.0
ROO-692	ROO-69	0	8.06	100.0	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0	0.01	100.0	0	-0.01	100.0
KOR-69D1	KOR-69	0	0	0.0	0	-0.01	100.0
ROO-69	ROO-691	0	4.04	100.0	0	0	0.0
ROO-691	MON-692	0	4.03	100.0	0	0.02	100.0
MON-692	MON-69	0	4.02	100.0	0	0.04	100.0
MON-69	MON-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	MON-695	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-695	MON-694	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-694	MIN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	-	-	N/A	-	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA							
INC-692	GRA-691	N/A	8.87	N/A	N/A	-0.02	N/A
GRA-691	MIN-69D	N/A	8.89	N/A	N/A	-0.04	N/A
MIN-69D	MIN-69	N/A	8.93	N/A	N/A	0	N/A
MIN-69	MON-694	N/A	6.41	N/A	N/A	0	N/A
MON-694	MON-695	N/A	6.41	N/A	N/A	-0.02	N/A
MON-695	MON-69D	N/A	6.45	N/A	N/A	0	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	N/A	6.44	N/A	N/A	-0.03	N/A
SJS-69D	SJS-69	N/A	4.88	N/A	N/A	0.03	N/A
SJS-69D	CQU-69	N/A	1.59	N/A	N/A	0.03	N/A
CQU-69	LVA-69	N/A	2.46	N/A	N/A	1.76	N/A

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	0	1.49	100.0	0	-0.01	100.0
CG2-69D	ESI-693	0	1.55	100.0	0	-0.01	100.0
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	0	1.56	100.0	0	-0.01	100.0
LCA-69D	LCA-69	0	1.57	100.0	0	0	0.0
CG2-69D	TIK-692	0	0.02	100.0	0	-0.03	100.0
TIK-692	TIK-69D	0	0.01	100.0	0	-0.01	100.0
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	0	0	0.0	0	0	0.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	0	2.6	100.0	0	-0.03	100.0
CG3-69D	ESI-692	0	3.69	100.0	0	0.05	100.0
ESI-692	ESI-691	0	3.69	100.0	0	0	0.0
ESI-691	ESI-69	0	3.63	100.0	0	0	0.0
CG3-69D	CG3-692	0	6.37	100.0	0	0.08	100.0
CG3-692	KAM-691	0	6.44	100.0	0	0.06	100.0
KAM-691	CEN-69	-	6.6	N/A	-	0.16	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	1.86	100.0	0	0.03	100.0
SJD-692	SJD-691	0	1.84	100.0	0	0	0.0
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	0	1.78	100.0	0	0	0.0
SJD-694	GER-693	0	1.83	100.0	0	0.06	100.0
GER-693	CVI-69	0	1.77	100.0	0	0.02	100.0
CVI-69	CVI-691	0	1.75	100.0	0	0	0.0
CVI-691	CVI-692	0	0.35	100.0	0	0	0.0
CVI-692	OKM-69D	0	0.34	100.0	0	-0.02	100.0
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	-0.03	100.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	N/A	6.02	N/A	N/A	0.16	N/A
SJD-69	GER-692	N/A	1.87	N/A	N/A	-0.03	N/A
GER-692	GER-69	N/A	1.9	N/A	N/A	-0.01	N/A
GER-69	GER-691	N/A	1.91	N/A	N/A	0	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	N/A	8.83	N/A	N/A	0	N/A
CEN-692	CG6-692	N/A	6.33	N/A	N/A	0.13	N/A
CG6-692	CG6-691	N/A	6.2	N/A	N/A	0.03	N/A
CG6-691	ROO-693	N/A	6.17	N/A	N/A	0.07	N/A
ROO-693	MON-693	N/A	6.09	N/A	N/A	0.09	N/A
MON-693	TIN-69D	N/A	6	N/A	N/A	0.04	N/A
TIN-69D	MIX-69B	N/A	5.97	N/A	N/A	0.06	N/A
MIX-69B	TIN-69D1	N/A	5.9	N/A	N/A	0.06	N/A
TIN-69D1	TIN-69	N/A	5.84	N/A	N/A	0.02	N/A
TIN-69	TIN-691	N/A	5.82	N/A	N/A	0	N/A
TIN-691	TIN-692	N/A	0.01	N/A	N/A	0	N/A
TIN-692	IND-69	N/A	0.01	N/A	N/A	-0.01	N/A
IND-69	LIZ-69	N/A	0.02	N/A	N/A	0	N/A
TIN-691	LIZ-691	N/A	4.03	N/A	N/A	0.01	N/A
LIZ-691	LFL-69	N/A	4.03	N/A	N/A	0.02	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	N/A	5.51	N/A	N/A	0.08	N/A
CG5-694	HIP-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CG5-694	INC-691	N/A	5.43	N/A	N/A	0.14	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	6.6	N/A	-	0.16	N/A
KAM-691	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-	6.44	N/A	-	0.06	N/A
CG3-692	CG3-69D	-	6.37	N/A	-	0.08	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	3.69	N/A	-	0.05	N/A
ESI-692	ESI-691	-	3.69	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	3.63	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	INC-693	-	2.6	N/A	-	-0.03	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	N/A	3.52	N/A	N/A	0.02	N/A
KAM-692	KAM-69	N/A	3.49	N/A	N/A	0	N/A
KAM-692	TIK-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	N/A	0.02	N/A	N/A	-0.01	N/A
HIP-69D	HIP-69	N/A	0.03	N/A	N/A	-0.01	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	N/A	10.08	N/A	N/A	0.02	N/A
GG6-693	GNG-695	N/A	10.05	N/A	N/A	0.21	N/A
GNG-695	CEM-69	N/A	9.84	N/A	N/A	0.42	N/A
CEM-69	NOR-691	N/A	9.41	N/A	N/A	0	N/A
NOR-691	NOR-69	N/A	9.4	N/A	N/A	0.03	N/A
NOR-69	ZAP-693	N/A	7.39	N/A	N/A	0.02	N/A
ZAP-693	ZAP-692	N/A	0.53	N/A	N/A	0	N/A
ZAP-692	ZAP-69	N/A	0.53	N/A	N/A	-0.01	N/A
ZAP-693	MIN-692	0	6.83	100.0	0	-0.02	100.0
MIN-692	GRA-69	0	6.85	100.0	0	0	0.0
GRA-69	INC-692	-	6.85	N/A	-	-0.01	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	N/A	11.43	N/A	N/A	0.09	N/A
APA-691	GG3-692	N/A	11.34	N/A	N/A	0.16	N/A
GG3-692	GG3-691	N/A	11.18	N/A	N/A	0.27	N/A
GG3-691	LNI-69	N/A	2.56	N/A	N/A	0	N/A
GG3-691	MIN-691	0	8.35	100.0	0	0.24	100.0
MIN-691	INC-693	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	8.12	N/A	-	0.08	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	N/A	12.27	N/A	N/A	0.29	N/A
APA-692	APA-69	N/A	3.21	N/A	N/A	-0.01	N/A
APA-692	GG2-693	N/A	8.77	N/A	N/A	0.35	N/A
GG2-693	GG2-692	N/A	8.42	N/A	N/A	0.64	N/A
GG2-692	GG2-691	N/A	7.77	N/A	N/A	0.21	N/A
GG2-691	BZA-69D	N/A	7.57	N/A	N/A	0.49	N/A
BZA-69D	BZA-69	N/A	0.06	N/A	N/A	-0.01	N/A
BZA-69D	ZAP-691	0	7.02	100.0	0	0.64	100.0
ZAP-691	INC-691	-	6.38	N/A	-	0.45	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	N/A	1.63	N/A	N/A	0	N/A
GNG-694	GNG-691	N/A	1.64	N/A	N/A	0	N/A
GNG-691	MIL-69	N/A	0.02	N/A	N/A	-0.02	N/A
MIL-69	MIL-691	N/A	0.03	N/A	N/A	-0.01	N/A
GNG-691	GG3-695	N/A	1.68	N/A	N/A	-0.01	N/A
GG3-695	GG3-694	N/A	0.03	N/A	N/A	-0.01	N/A
GG3-694	KER-69	N/A	0.04	N/A	N/A	-0.02	N/A
GG3-695	CDO-692	N/A	1.67	N/A	N/A	-0.01	N/A
CDO-692	CDO-693	0	0.08	100.0	0	0	0.0
CDO-693	CDO-694	0	0	0.0	0	-0.07	100.0
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	CVI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	CVI-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	-	-	N/A	-	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXXV. Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG EHD Med

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CCNTG [MVAR]	SOLCCNTG [MVAR]	Δ [%]	CCNTG [MVAR]	SOLCCNTG [MVAR]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO							
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6							
INC-691	INC-69D	0	16.06	100.0	0	0.09	100.0
INC-69D	NAR-693	0	15.97	100.0	0	0.18	100.0
NAR-693	NAR-691	0	15.79	100.0	0	0.1	100.0
NAR-691	NAR-69	0	15.69	100.0	0	0.02	100.0
NAR-69	NAR-692	0	14.5	100.0	0	0.02	100.0
NAR-692	NAR-694	0	14.48	100.0	0	0.08	100.0
NAR-694	CG5-693	0	14.4	100.0	0	0.14	100.0
CG5-693	CG5-692	0	14.26	100.0	0	0.57	100.0
CG5-692	CG5-691	0	13.7	100.0	0	0.07	100.0
CG5-691	KOR-69D	0	13.62	100.0	0	0.25	100.0
KOR-69D	ROO-694	0	13.37	100.0	0	0.04	100.0
ROO-694	ROO-692	0	13.33	100.0	0	0.06	100.0
ROO-692	ROO-69	0	13.22	100.0	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0	0.14	100.0	0	-0.01	100.0
KOR-69D1	KOR-69	0	0.15	100.0	0	-0.01	100.0
ROO-69	ROO-691	0	5.87	100.0	0	0	0.0
ROO-691	MON-692	0	5.87	100.0	0	0.01	100.0
MON-692	MON-69	0	5.86	100.0	0	0.03	100.0
MON-69	MON-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	MON-695	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-695	MON-694	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-694	MIN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	-	-	N/A	-	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA							
INC-692	GRA-691	N/A	4.31	N/A	N/A	0	N/A
GRA-691	MIN-69D	N/A	4.31	N/A	N/A	0	N/A
MIN-69D	MIN-69	N/A	4.31	N/A	N/A	0	N/A
MIN-69	MON-694	N/A	2.23	N/A	N/A	0	N/A
MON-694	MON-695	N/A	2.22	N/A	N/A	0.08	N/A
MON-695	MON-69D	N/A	2.14	N/A	N/A	0	N/A
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	N/A	2.14	N/A	N/A	0.1	N/A
SJS-69D	SJS-69	N/A	1.58	N/A	N/A	-0.16	N/A
SJS-69D	CQU-69	N/A	0.46	N/A	N/A	0.05	N/A
CQU-69	LVA-69	N/A	3.03	N/A	N/A	1.66	N/A



LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	0	7.55	100.0	0	0.05	100.0
CG2-69D	ESI-693	0	7.54	100.0	0	0.05	100.0
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	0	7.49	100.0	0	0.04	100.0
LCA-69D	LCA-69	0	7.46	100.0	0	0.03	100.0
CG2-69D	TIK-692	0	0.02	100.0	0	-0.03	100.0
TIK-692	TIK-69D	0	0.01	100.0	0	-0.01	100.0
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	0	0	0.0	0	0	0.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	0	8.17	100.0	0	-0.01	100.0
CG3-69D	ESI-692	0	8.55	100.0	0	0.08	100.0
ESI-692	ESI-691	0	8.48	100.0	0	0	0.0
ESI-691	ESI-69	0	8.42	100.0	0	0	0.0
CG3-69D	CG3-692	0	16.87	100.0	0	0.15	100.0
CG3-692	KAM-691	0	16.98	100.0	0	0.12	100.0
KAM-691	CEN-69	-	17.28	N/A	-	0.29	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	2.54	100.0	0	0.05	100.0
SJD-692	SJD-691	0	2.49	100.0	0	0	0.0
SJD-691	SJD-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJD-691	SJD-694	0	2.46	100.0	0	0	0.0
SJD-694	GER-693	0	2.49	100.0	0	0.1	100.0
GER-693	CVI-69	0	2.39	100.0	0	0.04	100.0
CVI-69	CVI-691	0	2.35	100.0	0	0	0.0
CVI-691	CVI-692	0	0.02	100.0	0	0	0.0
CVI-692	OKM-69D	0	0	0.0	0	-0.02	100.0
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	-0.03	100.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	N/A	9.34	N/A	N/A	0.12	N/A
SJD-69	GER-692	N/A	2.41	N/A	N/A	-0.04	N/A
GER-692	GER-69	N/A	2.45	N/A	N/A	-0.02	N/A
GER-69	GER-691	N/A	2.47	N/A	N/A	0	N/A

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	N/A	10.32	N/A	N/A	0	N/A
CEN-692	CG6-692	N/A	7.7	N/A	N/A	0.09	N/A
CG6-692	CG6-691	N/A	7.6	N/A	N/A	0.02	N/A
CG6-691	ROO-693	N/A	7.58	N/A	N/A	0.05	N/A
ROO-693	MON-693	N/A	7.53	N/A	N/A	0.07	N/A
MON-693	TIN-69D	N/A	7.46	N/A	N/A	0.03	N/A
TIN-69D	MIX-69B	N/A	7.43	N/A	N/A	0.05	N/A
MIX-69B	TIN-69D1	N/A	7.38	N/A	N/A	0.05	N/A
TIN-69D1	TIN-69	N/A	7.34	N/A	N/A	0.02	N/A
TIN-69	TIN-691	N/A	7.32	N/A	N/A	0	N/A
TIN-691	TIN-692	N/A	0.58	N/A	N/A	0	N/A
TIN-692	IND-69	N/A	0.58	N/A	N/A	-0.01	N/A
IND-69	LIZ-69	N/A	0.59	N/A	N/A	0	N/A
TIN-691	LIZ-691	N/A	4.83	N/A	N/A	0	N/A
LIZ-691	LFL-69	N/A	4.83	N/A	N/A	0.01	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	N/A	14.82	N/A	N/A	0.16	N/A
CG5-694	HIP-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CG5-694	INC-691	N/A	14.65	N/A	N/A	0.3	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	17.28	N/A	-	0.29	N/A
KAM-691	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-	16.98	N/A	-	0.12	N/A
CG3-692	CG3-69D	-	16.87	N/A	-	0.15	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	8.55	N/A	-	0.08	N/A
ESI-692	ESI-691	-	8.48	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	8.42	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	INC-693	-	8.17	N/A	-	-0.01	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	N/A	5.17	N/A	N/A	-0.01	N/A
KAM-692	KAM-69	N/A	5.17	N/A	N/A	0	N/A
KAM-692	TIK-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	N/A	0.17	N/A	N/A	-0.01	N/A
HIP-69D	HIP-69	N/A	0.17	N/A	N/A	-0.01	N/A

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	N/A	10.44	N/A	N/A	0	N/A
GG6-693	GNG-695	N/A	10.43	N/A	N/A	0.04	N/A
GNG-695	CEM-69	N/A	10.4	N/A	N/A	0.09	N/A
CEM-69	NOR-691	N/A	9.53	N/A	N/A	0	N/A
NOR-691	NOR-69	N/A	9.52	N/A	N/A	0	N/A
NOR-69	ZAP-693	N/A	6.31	N/A	N/A	-0.03	N/A
ZAP-693	ZAP-692	N/A	1.11	N/A	N/A	0	N/A
ZAP-692	ZAP-69	N/A	1.09	N/A	N/A	-0.02	N/A
ZAP-693	MIN-692	0	5.23	100.0	0	-0.07	100.0
MIN-692	GRA-69	0	5.3	100.0	0	0	0.0
GRA-69	INC-692	-	5.31	N/A	-	-0.03	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	N/A	10.72	N/A	N/A	0.02	N/A
APA-691	GG3-692	N/A	10.7	N/A	N/A	0.03	N/A
GG3-692	GG3-691	N/A	10.67	N/A	N/A	0.05	N/A
GG3-691	LNI-69	N/A	2.3	N/A	N/A	0	N/A
GG3-691	MIN-691	0	8.32	100.0	0	0	0.0
MIN-691	INC-693	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	8.32	N/A	-	0	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	N/A	9.19	N/A	N/A	0.27	N/A
APA-692	APA-69	N/A	2.08	N/A	N/A	-0.01	N/A
APA-692	GG2-693	N/A	6.84	N/A	N/A	0.4	N/A
GG2-693	GG2-692	N/A	6.45	N/A	N/A	0.72	N/A
GG2-692	GG2-691	N/A	5.73	N/A	N/A	0.24	N/A
GG2-691	BZA-69D	N/A	5.49	N/A	N/A	0.55	N/A
BZA-69D	BZA-69	N/A	0.1	N/A	N/A	-0.01	N/A
BZA-69D	ZAP-691	0	4.84	100.0	0	0.73	100.0
ZAP-691	INC-691	-	4.11	N/A	-	0.51	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	N/A	2.57	N/A	N/A	-0.02	N/A
GNG-694	GNG-691	N/A	2.59	N/A	N/A	-0.01	N/A
GNG-691	MIL-69	N/A	0.09	N/A	N/A	-0.02	N/A
MIL-69	MIL-691	N/A	0.16	N/A	N/A	-0.01	N/A
GNG-691	GG3-695	N/A	2.51	N/A	N/A	-0.02	N/A
GG3-695	GG3-694	N/A	0.3	N/A	N/A	-0.01	N/A
GG3-694	KER-69	N/A	0.31	N/A	N/A	-0.02	N/A
GG3-695	CDO-692	N/A	2.23	N/A	N/A	-0.02	N/A
CDO-692	CDO-693	0	0.08	100.0	0	0	0.0
CDO-693	CDO-694	0	0	0.0	0	-0.07	100.0
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	CVI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	CVI-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	-	-	N/A	-	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXXVI. Flujos de potencia [MVAR] y pérdidas [MVAR] en líneas de 69 kV monitoreadas año 2 SOLCCNTG EHD Min

Barra		Potencia Reactiva			Pérdidas (Reactiva)		
Procedencia	Destino	CCNTG [MVAR]	SOLCCNTG [MVAR]	Δ [%]	CCNTG [MVAR]	SOLCCNTG [MVAR]	Δ [%]
LÍNEA GUATEMALA SUR - INCIENSO							
GSU-231	INC-231	0	0	0.0	0	0	0.0
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 6							
INC-691	INC-69D	0	1.97	100.0	0	0.01	100.0
INC-69D	NAR-693	0	1.96	100.0	0	0.01	100.0
NAR-693	NAR-691	0	1.95	100.0	0	0.01	100.0
NAR-691	NAR-69	0	1.94	100.0	0	0	0.0
NAR-69	NAR-692	0	1.71	100.0	0	0	0.0
NAR-692	NAR-694	0	1.72	100.0	0	0	0.0
NAR-694	CG5-693	0	1.71	100.0	0	0.01	100.0
CG5-693	CG5-692	0	1.71	100.0	0	0.03	100.0
CG5-692	CG5-691	0	1.68	100.0	0	0	0.0
CG5-691	KOR-69D	0	1.67	100.0	0	0.01	100.0
KOR-69D	ROO-694	0	1.67	100.0	0	0	0.0
ROO-694	ROO-692	0	1.66	100.0	0	0	0.0
ROO-692	ROO-69	0	1.66	100.0	0	0	0.0
ROO-69	KOR-69D1	0	0.04	100.0	0	-0.01	100.0
KOR-69D1	KOR-69	0	0.05	100.0	0	-0.01	100.0
ROO-69	ROO-691	0	0.79	100.0	0	-0.01	100.0
ROO-691	MON-692	0	0.8	100.0	0	-0.02	100.0
MON-692	MON-69	0	0.82	100.0	0	-0.04	100.0
MON-69	MON-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	SJS-69	-	-	N/A	-	-	N/A
SJS-69D	CQU-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CQU-69	LVA-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	MON-695	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-695	MON-694	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-694	MIN-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69	MIN-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-69D	GRA-691	-	-	N/A	-	-	N/A
GRA-691	INC-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - MINERVA							
INC-692	GRA-691	0.74	4.54	83.7	-0.02	0.11	118.2
GRA-691	MIN-69D	0.7	4.43	84.2	-0.04	0.18	122.2
MIN-69D	MIN-69	0.7	4.26	83.6	0	0.01	100.0
MIN-69	MON-694	1.25	3.69	66.1	0	0.01	100.0
MON-694	MON-695	1.24	3.68	66.3	-0.02	0.22	109.1
MON-695	MON-69D	1.22	3.48	64.9	0	0	0.0
MON-69D	MON-69	-	-	N/A	-	-	N/A
MON-69D	SJS-69D	1.22	3.46	64.7	-0.02	0.27	107.4
SJS-69D	SJS-69	0.03	0.03	0.0	-0.21	-0.21	0.0
SJS-69D	CQU-69	1.25	3.15	60.3	0	0.08	100.0
CQU-69	LVA-69	1.69	2.87	41.1	0.24	1.83	86.9

LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 2							
INC-691	CG2-69D	0	0.61	100.0	0	-0.03	100.0
CG2-69D	ESI-693	0	0.69	100.0	0	-0.03	100.0
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	0	0.72	100.0	0	-0.02	100.0
LCA-69D	LCA-69	0	0.74	100.0	0	-0.01	100.0
CG2-69D	TIK-692	0	0.02	100.0	0	-0.03	100.0
TIK-692	TIK-69D	0	0.01	100.0	0	-0.01	100.0
TIK-69D	KAM-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	KAM-693	0	0	0.0	0	0	0.0
KAM-693	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 3							
INC-691	CG3-69D	0	4.85	100.0	0	-0.03	100.0
CG3-69D	ESI-692	0	0.5	100.0	0	-0.03	100.0
ESI-692	ESI-691	0	0.56	100.0	0	0	0.0
ESI-691	ESI-69	0	0.56	100.0	0	0	0.0
CG3-69D	CG3-692	0	5.33	100.0	0	-0.01	100.0
CG3-692	KAM-691	0	5.33	100.0	0	-0.01	100.0
KAM-691	CEN-69	-	5.31	N/A	-	-0.02	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS - EL SITIO / INCIENSO - CIUDAD VIEJA							
INC-691	SJD-692	0	1.64	100.0	0	-0.03	100.0
SJD-692	SJD-691	0	1.63	100.0	0	0	0.0
SJD-691	SJD-69	0	-	N/A	0	-	N/A
SJD-691	SJD-694	0	1.69	100.0	0	0	0.0
SJD-694	GER-693	0	1.66	100.0	0	-0.05	100.0
GER-693	CVI-69	0	1.71	100.0	0	-0.02	100.0
CVI-69	CVI-691	0	1.73	100.0	0	0	0.0
CVI-691	CVI-692	0	0.03	100.0	0	0	0.0
CVI-692	OKM-69D	0	0.02	100.0	0	-0.02	100.0
SJD-692	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - GUATEMALA 4							
INC-691	SJD-693	0	0	0.0	0	-0.03	100.0
SJD-693	ESI-692	-	-	N/A	-	-	N/A
LÍNEA INCIENSO - SAN JUAN DE DIOS							
INC-692	SJD-69	0.76	0.76	0.0	-0.02	-0.02	0.0
SJD-69	GER-692	0.14	0.14	0.0	-0.07	-0.07	0.0
GER-692	GER-69	0.21	0.21	0.0	-0.03	-0.03	0.0
GER-69	GER-691	0.23	0.24	4.2	0	0	0.0

LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 6							
CEN-69	CEN-692	0.72	0.48	-50.0	0	0	0.0
CEN-692	CG6-692	0.26	0.26	0.0	-0.04	-0.04	0.0
CG6-692	CG6-691	0.31	0.31	0.0	-0.01	-0.01	0.0
CG6-691	ROO-693	0.32	0.32	0.0	-0.02	-0.02	0.0
ROO-693	MON-693	0.34	0.34	0.0	-0.03	-0.03	0.0
MON-693	TIN-69D	0.37	0.37	0.0	-0.01	-0.01	0.0
TIN-69D	MIX-69B	0.38	0.38	0.0	-0.02	-0.02	0.0
MIX-69B	TIN-69D1	0.41	0.41	0.0	-0.02	-0.02	0.0
TIN-69D1	TIN-69	0.42	0.42	0.0	-0.01	-0.01	0.0
TIN-69	TIN-691	0.44	0.44	0.0	0	0	0.0
TIN-691	TIN-692	0	0	0.0	0	0	0.0
TIN-692	IND-69	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
IND-69	LIZ-69	0.01	0	N/A	0	0	0.0
TIN-691	LIZ-691	0.29	0.29	0.0	-0.02	-0.02	0.0
LIZ-691	LFL-69	0.31	0.31	0.0	-0.04	-0.04	0.0
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 5							
CEN-69	CG5-694	0	5.16	100.0	-0.05	-0.03	-66.7
CG5-694	HIP-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CG5-694	INC-691	-	5.19	N/A	-	-0.05	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 3							
CEN-69	KAM-691	-	5.31	N/A	-	-0.02	N/A
KAM-691	KAM-69	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-691	CG3-692	-	5.33	N/A	-	-0.01	N/A
CG3-692	CG3-69D	-	5.33	N/A	-	-0.01	N/A
CG3-69D	ESI-692	-	0.5	N/A	-	-0.03	N/A
ESI-692	ESI-691	-	0.56	N/A	-	0	N/A
ESI-691	ESI-69	-	0.56	N/A	-	0	N/A
CG3-69D	INC-693	-	4.85	N/A	-	-0.03	N/A
LÍNEA CENTRO - GUATEMALA 2							
CEN-69	KAM-692	0.42	0.42	0.0	-0.05	-0.05	0.0
KAM-692	KAM-69	0.46	0.46	0.0	0	0	0.0
KAM-692	TIK-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-69D	TIK-692	-	-	N/A	-	-	N/A
TIK-692	CG2-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	ESI-693	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	ESI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
ESI-693	LCA-69D	-	-	N/A	-	-	N/A
LCA-69D	LCA-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CG2-69D	INC-691	-	-	N/A	-	-	N/A
KAM-69	HIP-69D	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
HIP-69D	HIP-69	0.01	0.01	0.0	-0.01	-0.01	0.0

LÍNEA NORTE - GUATEMALA 6							
GNO-691	GG6-693	0.16	2.35	93.2	0	0	0.0
GG6-693	GNG-695	0.17	2.35	92.8	-0.03	-0.04	25.0
GNG-695	CEM-69	0.21	2.39	91.2	-0.07	-0.09	22.2
CEM-69	NOR-691	0.23	2.45	90.6	0	0	0.0
NOR-691	NOR-69	0.25	2.45	89.8	-0.01	-0.01	0.0
NOR-69	ZAP-693	0.01	2.21	99.5	-0.04	-0.03	-33.3
ZAP-693	ZAP-692	0.13	0.14	7.1	0	0	0.0
ZAP-692	ZAP-69	0.13	0.13	0.0	-0.02	-0.02	0.0
ZAP-693	MIN-692	0.01	2.1	99.5	-0.09	-0.05	-80.0
MIN-692	GRA-69	0	2.15	100.0	-0.01	0	N/A
GRA-69	INC-692	-	2.15	N/A	-	-0.02	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 3							
GNO-691	APA-691	0.04	3.21	98.8	-0.02	-0.01	-100.0
APA-691	GG3-692	0.06	3.22	98.1	-0.03	-0.02	-50.0
GG3-692	GG3-691	0.08	3.24	97.5	-0.05	-0.04	-25.0
GG3-691	LNI-69	0.24	0.23	-4.3	0	0	0.0
GG3-691	MIN-691	0	3.04	100.0	-0.1	-0.06	-66.7
MIN-691	INC-693	-	-	N/A	-	-	N/A
MIN-691	INC-692	-	3.11	N/A	-	-0.02	N/A
LÍNEA NORTE - GUATEMALA 2							
GNO-692	APA-692	0.02	5.31	99.6	-0.02	0.04	150.0
APA-692	APA-69	0.21	0.21	0.0	-0.01	-0.01	0.0
APA-692	GG2-693	0.14	5.56	97.5	-0.03	0.05	160.0
GG2-693	GG2-692	0.09	5.65	98.4	-0.05	0.09	155.6
GG2-692	GG2-691	0.08	5.69	98.6	-0.02	0.03	166.7
GG2-691	BZA-69D	0.04	5.76	99.3	-0.04	0.07	157.1
BZA-69D	BZA-69	0.01	0.01	0.0	-0.01	-0.01	0.0
BZA-69D	ZAP-691	0	5.86	100.0	-0.05	0.09	155.6
ZAP-691	INC-691	-	5.93	N/A	-	0.07	N/A
LÍNEA GUATEMALA NORTE - GUADALUPE 2							
GNO-692	GNG-694	0.01	0.01	0.0	-0.05	-0.05	0.0
GNG-694	GNG-691	0	0	0.0	-0.02	-0.01	-100.0
GNG-691	MIL-69	0.07	0.07	0.0	-0.02	-0.02	0.0
MIL-69	MIL-691	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GNG-691	GG3-695	0.08	0.08	0.0	-0.04	-0.04	0.0
GG3-695	GG3-694	0	0	0.0	-0.01	-0.01	0.0
GG3-694	KER-69	0.01	0.01	0.0	-0.02	-0.02	0.0
GG3-695	CDO-692	0.13	0.13	0.0	-0.02	-0.02	0.0
CDO-692	CDO-693	0.08	0.08	0.0	0	0	0.0
CDO-693	CDO-694	0	0	0.0	-0.07	-0.07	0.0
CDO-694	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CDO-693	GER-69	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	GER-691	-	-	N/A	-	-	N/A
GER-69	CVI-69	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	CVI-691	-	-	N/A	-	-	N/A
CVI-69	OKM-69D	-	-	N/A	-	-	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXXVII. **Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 SOLCCNTG EHD Max**

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]
GSU 230/69 (1)	N/A	95.62	N/A	N/A	64	N/A
GSU 230/69 (2)	N/A	135.81	N/A	N/A	78	N/A
GSU 230/69 (3)	N/A	49.37	N/A	N/A	65	N/A
GNO 230/69 (1)	N/A	59.06	N/A	N/A	41.4	N/A
GNO 230/69 (2)	N/A	62.32	N/A	N/A	43.7	N/A
GNO 230/69 (3)	N/A	86.5	N/A	N/A	60.3	N/A
INC 230/69 (1)	0	0	0.0	0	0	0.0
INC 230/69 (2)	0	0	0.0	0	0	0.0

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXXVIII. **Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 SOLCCNTG EHD Med**

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]
GSU 230/69 (1)	N/A	84.46	N/A	N/A	59.6	N/A
GSU 230/69 (2)	N/A	126.22	N/A	N/A	95.7	N/A
GSU 230/69 (3)	N/A	21.68	N/A	N/A	31.5	N/A
GNO 230/69 (1)	N/A	35.87	N/A	N/A	24.9	N/A
GNO 230/69 (2)	N/A	37.85	N/A	N/A	26.3	N/A
GNO 230/69 (3)	N/A	74.81	N/A	N/A	52.8	N/A
INC 230/69 (1)	0	0	0.0	0	0	0.0
INC 230/69 (2)	0	0	0.0	0	0	0.0

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).



Tabla LXXIX. **Flujos de potencia y factor de utilización en transformadores monitoreados año 2 SOLCCNTG EHD Min**

Nombre Txfo	Potencia			Factor de utilización		
	CCNTG [MW]	SOLCCNTG [MW]	Δ [%]	CCNTG [%]	SOLCCNTG [%]	Δ [%]
GSU 230/69 (1)	34.7	41.84	17.1	33	34	2.9
GSU 230/69 (2)	49.99	60.31	17.1	37.4	45.6	18.0
GSU 230/69 (3)	3.91	3.84	-1.8	6.5	4.3	-51.2
GNO 230/69 (1)	13.25	4.99	-165.5	11.1	9	-23.3
GNO 230/69 (2)	14	5.27	-165.7	11.1	8.5	-30.6
GNO 230/69 (3)	22.41	42.47	47.2	15.3	28.3	45.9
INC 230/69 (1)	0	0	0.0	0	0	0.0
INC 230/69 (2)	0	0	0.0	0	0	0.0

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXXX. **Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 SOLCCNTG EHD Max**

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo
		CCNTG [p.u.]	CCNTG [°]	SOLCCNTG [p.u.]	SOLCCNTG [°]	Δ [%]	Δ [%]
1109	GSU-231	N/A	N/A	0.983	-12	N/A	N/A
1156	GSU-692	N/A	N/A	1.004	-16	N/A	N/A
INC231	INC-231	0.000	0	0.000	0	0.0	0.0
INC232	INC-232	0.000	0	0.000	0	0.0	0.0
1152	GNO-691	N/A	N/A	1.015	-14.7	N/A	N/A
1153	GNO-692	N/A	N/A	1.012	-15.8	N/A	N/A
12009	APA-69	N/A	N/A	1.009	-16.1	N/A	N/A
12020	BZA-69	N/A	N/A	0.992	-18	N/A	N/A
12132	LNI-69	N/A	N/A	1.004	-15.5	N/A	N/A
12133	NOR-69	N/A	N/A	1.001	-15.9	N/A	N/A
12198	ZAP-69	N/A	N/A	0.998	-16.1	N/A	N/A
12025	CEM-69	N/A	N/A	1.002	-15.8	N/A	N/A
12091	INC-691	N/A	N/A	0.980	-19.2	N/A	N/A
12092	INC-692	N/A	N/A	0.992	-16.4	N/A	N/A
1204	CEN-69	N/A	N/A	0.987	-18.4	N/A	N/A
12027	CEN-692	N/A	N/A	0.987	-18.4	N/A	N/A
12163	SJD-69	N/A	N/A	0.989	-16.7	N/A	N/A
12057	ESI-69	N/A	N/A	0.979	-19.4	N/A	N/A
12100	LCA-69	N/A	N/A	0.977	-19.6	N/A	N/A
12095	KAM-69	N/A	N/A	0.986	-18.6	N/A	N/A
12089	HIP-69	N/A	N/A	0.986	-18.6	N/A	N/A
12286	NAR-69	N/A	N/A	0.976	-19.7	N/A	N/A
12153	ROO-69	N/A	N/A	0.962	-21.3	N/A	N/A
12258	KOR-69	N/A	N/A	0.962	-21.3	N/A	N/A

MIX69B	MIX-69B	N/A	N/A	0.976	-19.6	N/A	N/A
12186	TIN-69	N/A	N/A	0.973	-19.9	N/A	N/A
12093	IND-69	N/A	N/A	0.973	-19.9	N/A	N/A
12103	LIZ-69	N/A	N/A	0.973	-19.9	N/A	N/A
12102	LFL-69	N/A	N/A	0.971	-20.2	N/A	N/A
12127	MON-69	N/A	N/A	0.959	-21.7	N/A	N/A
12119	MIN-69	N/A	N/A	0.987	-16.4	N/A	N/A
12240	SJS-69	N/A	N/A	0.972	-16.6	N/A	N/A
12049	CQU-69	N/A	N/A	0.984	-15.8	N/A	N/A
1249	LVA-69	N/A	N/A	1.006	-12.4	N/A	N/A
12022	CDO-691	N/A	N/A	1.003	-15.8	N/A	N/A
12023	CDO-692	N/A	N/A	1.007	-16.3	N/A	N/A
12263	GER-691	N/A	N/A	0.987	-17	N/A	N/A
12262	CVI-691	N/A	N/A	0.976	-19.9	N/A	N/A
12267	OKM-69D	N/A	N/A	0.976	-20	N/A	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXXXI. Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 SOLCCNTG EHD Med

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo
		CCNTG [p.u.]	CCNTG [°]	SOLCCNTG [p.u.]	SOLCCNTG [°]	Δ [%]	Δ [%]
1109	GSU-231	N/A	N/A	0.964	-13.3	N/A	N/A
1156	GSU-692	N/A	N/A	1.009	-15.1	N/A	N/A
INC231	INC-231	0.000	0	0.000	0	0.0	0.0
INC232	INC-232	0.000	0	0.000	0	0.0	0.0
1152	GNO-691	N/A	N/A	1.006	-14.4	N/A	N/A
1153	GNO-692	N/A	N/A	1.011	-16.1	N/A	N/A
12009	APA-69	N/A	N/A	1.009	-16.3	N/A	N/A
12020	BZA-69	N/A	N/A	0.992	-18.4	N/A	N/A
12132	LNI-69	N/A	N/A	0.998	-14.8	N/A	N/A
12133	NOR-69	N/A	N/A	0.994	-15	N/A	N/A
12198	ZAP-69	N/A	N/A	0.993	-15	N/A	N/A
12025	CEM-69	N/A	N/A	0.995	-15	N/A	N/A
12091	INC-691	N/A	N/A	0.981	-19.8	N/A	N/A
12092	INC-692	N/A	N/A	0.989	-15.1	N/A	N/A
1204	CEN-69	N/A	N/A	0.995	-18.9	N/A	N/A
12027	CEN-692	N/A	N/A	0.995	-18.9	N/A	N/A
12163	SJD-69	N/A	N/A	0.986	-15.4	N/A	N/A
12057	ESI-69	N/A	N/A	0.980	-19.9	N/A	N/A
12100	LCA-69	N/A	N/A	0.973	-20.4	N/A	N/A
12095	KAM-69	N/A	N/A	0.993	-19.1	N/A	N/A
12089	HIP-69	N/A	N/A	0.992	-19.1	N/A	N/A
12286	NAR-69	N/A	N/A	0.976	-20.2	N/A	N/A
12153	ROO-69	N/A	N/A	0.958	-21.7	N/A	N/A
12258	KOR-69	N/A	N/A	0.958	-21.8	N/A	N/A

MIX69B	MIX-69B	N/A	N/A	0.982	-19.9	N/A	N/A
12186	TIN-69	N/A	N/A	0.980	-20.2	N/A	N/A
12093	IND-69	N/A	N/A	0.980	-20.2	N/A	N/A
12103	LIZ-69	N/A	N/A	0.980	-20.2	N/A	N/A
12102	LFL-69	N/A	N/A	0.977	-20.4	N/A	N/A
12127	MON-69	N/A	N/A	0.954	-22.1	N/A	N/A
12119	MIN-69	N/A	N/A	0.988	-14.6	N/A	N/A
12240	SJS-69	N/A	N/A	0.987	-14.1	N/A	N/A
12049	CQU-69	N/A	N/A	0.992	-13.6	N/A	N/A
1249	LVA-69	N/A	N/A	1.015	-10.3	N/A	N/A
12022	CDO-691	N/A	N/A	0.995	-15.2	N/A	N/A
12023	CDO-692	N/A	N/A	1.007	-16.4	N/A	N/A
12263	GER-691	N/A	N/A	0.983	-15.6	N/A	N/A
12262	CVI-691	N/A	N/A	0.975	-20.6	N/A	N/A
12267	OKM-69D	N/A	N/A	0.975	-20.6	N/A	N/A

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

Tabla LXXXII. Voltajes en barras [p.u.] y ángulo [°] en barras monitoreadas año 2 SOLCCNTG EHD Min

Número de nodo	Nombre nodo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo	Voltaje	Ángulo
		CCNTG [p.u.]	CCNTG [°]	SOLCCNTG [p.u.]	SOLCCNTG [°]	Δ [%]	Δ [%]
1109	GSU-231	1.016	-8.3	1.010	-11.7	-0.6	29.1
1156	GSU-692	1.008	-8.6	1.007	-12	-0.1	28.3
INC231	INC-231	0.000	0	0.000	0	0.0	0.0
INC232	INC-232	0.000	0	0.000	0	0.0	0.0
1152	GNO-691	1.008	-8.3	1.001	-11.3	-0.7	26.5
1153	GNO-692	1.013	-8.7	1.010	-13	-0.3	33.1
12009	APA-69	1.013	-8.8	1.010	-13.1	-0.3	32.8
12020	BZA-69	1.013	-8.8	1.008	-14.1	-0.5	37.6
12132	LNI-69	1.008	-8.4	1.000	-11.1	-0.8	24.3
12133	NOR-69	1.006	-8.6	1.000	-11.1	-0.6	22.5
12198	ZAP-69	1.006	-8.7	0.999	-11.1	-0.7	21.6
12025	CEM-69	1.007	-8.6	1.000	-11.1	-0.7	22.5
12091	INC-691	0.000	0	1.007	-14.7	100.0	100.0
12092	INC-692	1.001	-3.1	1.000	-10.7	-0.1	71.0
1204	CEN-69	1.011	-10.6	1.012	-14.5	0.1	26.9
12027	CEN-692	1.011	-10.6	1.012	-14.5	0.1	26.9
12163	SJD-69	1.000	-3.2	0.999	-10.8	-0.1	70.4
12057	ESI-69	0.000	0	1.008	-14.8	100.0	100.0
12100	LCA-69	0.000	0	1.006	-15	100.0	100.0
12095	KAM-69	1.011	-10.6	1.012	-14.5	0.1	26.9
12089	HIP-69	1.011	-10.6	1.012	-14.5	0.1	26.9
12286	NAR-69	0.000	0	1.006	-14.9	100.0	100.0
12153	ROO-69	0.000	0	1.002	-15.6	100.0	100.0
12258	KOR-69	0.000	0	1.001	-15.6	100.0	100.0

MIX69B	MIX-69B	1.009	-10.9	1.010	-14.8	0.1	26.4
12186	TIN-69	1.009	-11	1.010	-14.9	0.1	26.2
12093	IND-69	1.009	-11	1.010	-14.9	0.1	26.2
12103	LIZ-69	1.009	-11	1.010	-14.9	0.1	26.2
12102	LFL-69	1.008	-11.1	1.009	-15	0.1	26.0
12127	MON-69	0.000	0	1.001	-15.7	100.0	100.0
12119	MIN-69	1.003	-2.8	1.002	-9.8	-0.1	71.4
12240	SJS-69	1.005	-2.5	1.004	-8.7	-0.1	71.3
12049	CQU-69	1.007	-2.2	1.007	-8.3	0.0	73.5
1249	LVA-69	1.020	-0.4	1.023	-4.8	0.3	91.7
12022	CDO-691	1.005	-8.7	0.998	-11.6	-0.7	25.0
12023	CDO-692	1.012	-8.9	1.009	-13.2	-0.3	32.6
12263	GER-691	1.000	-3.2	0.999	-10.9	-0.1	70.6
12262	CVI-691	0.000	0	1.005	-15	100.0	100.0
12267	OKM-69D	0.000	0	1.005	-15	100.0	100.0

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

**Tabla LXXXIII. Ahorro de pérdidas de potencia [MW] en el SNI al incluir el nuevo proyecto año 2 SOLCCNTG EHD Max, EHD Med y EHD Min**

Época húmeda	Pérdidas MW		
	CCNTG	SOLCCNTG	Ahorro
Máxima	N/A	89.344	N/A
Media	N/A	60.148	N/A
Mínima	22.279	25.466	-3.187

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).

**Tabla LXXXIV. Ahorro de pérdidas de potencia [MW] en la zona 2 al incluir el nuevo proyecto año 2 SOLCCNTG EHD Max, EHD Med y EHD Min**

Época húmeda	Pérdidas MW		
	CCNTG	SOLCCNTG	Ahorro
Máxima	N/A	20.621	N/A
Media	N/A	15.599	N/A
Mínima	2.054	3.555	-1.501

Fuente: Power Systems Analysis Framework. Versión 3,2 R.1,5 (PSAF).