

ANALISIS DE CONFIGURACION DEL SISTEMA DE TRANSMISION

Índice

1.0	INTRODUCCION.....	4
2.0	OBJETIVO	4
3.0	DATOS UTILIZADOS	4
4.0	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
4.1	Área de Influencia del Proyecto	5
4.2	Configuración del Sistema de Transmisión.....	5
5.0	PROYECCION DE DEMANDA EN EL AREA DE INFLUENCIA.....	7
6.0	ANALISIS DE FLUJO DE POTENCIA.....	8
6.1	Objetivo	8
6.2	Criterios.....	8
6.3	Consideraciones.....	9
6.3.1	Consideraciones generales.....	9
6.3.2	Topología del sistema	9
6.4	Metodología	10
6.5	Resultados	11
6.5.1	Flujo de potencia durante las etapas de energización de la línea.....	11
6.5.2	Flujo de potencia durante la toma de carga de la subestación Iquitos.....	12
6.5.3	Flujo de potencia en Operación Normal.	13
6.5.4	Flujo de potencia en Contingencias.	14
7.0	ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO.....	14
7.1	Objetivo	14
7.2	Consideraciones.....	14
7.3	Resultados	15

8.0	ANÁLISIS DE TRANSITORIOS ELECTROMECAÑICOS.....	15
8.1	Objetivo	15
8.2	Consideraciones.....	15
8.3	Resultados	15
9.0	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TENSIÓN	16
9.1	Objetivo	16
9.2	Consideraciones.....	16
9.3	Resultados	16
10.0	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	18

Anexos:

Anexo 1: Parámetros eléctricos.

Anexo 2: Simulaciones de energización de la línea de transmisión.

Anexo 3: Simulaciones de flujo de potencia durante la toma de carga.

Anexo 4: Simulaciones de flujo de potencia en operación normal.

Anexo 5: Simulaciones de cortocircuito trifásico.

ANALISIS DE CONFIGURACION DEL SISTEMA DE TRANSMISION

1.0 INTRODUCCION

El plan de expansión del sistema de transmisión considera la construcción de una línea de transmisión en 220 kV Cajamarca Norte – Caclic –Moyobamba, obra que se encuentra actualmente en su etapa de licitación por parte de Proinversión.

En este sentido, estando prevista en el corto plazo una barra de suministro 220 kV en Moyobamba, el MINEM ha considerado conveniente evaluar la viabilidad técnica de extender esta línea hasta Iquitos, cuyas localidades actualmente pertenecen al sector de demanda del sistema aislado.

Dada la longitud de la línea, 660 km aproximadamente, es mucho mayor que líneas convencionales en este nivel de tensión, se requerirá de un análisis técnico detallado y cuidadoso que garantice que el esquema de transmisión propuesto cumpla con las exigencias de calidad y confiabilidad requeridas en toda instalación de suministro eléctrico en 220 kV.

2.0 OBJETIVO

- Verificar la correcta operación con el sistema interconectado, de la línea Moyobamba – Iquitos y de su equipamiento asociado, tal que se garantice el suministro de energía al sistema eléctrico de Iquitos, respetando las tolerancias establecidas.

3.0 DATOS UTILIZADOS

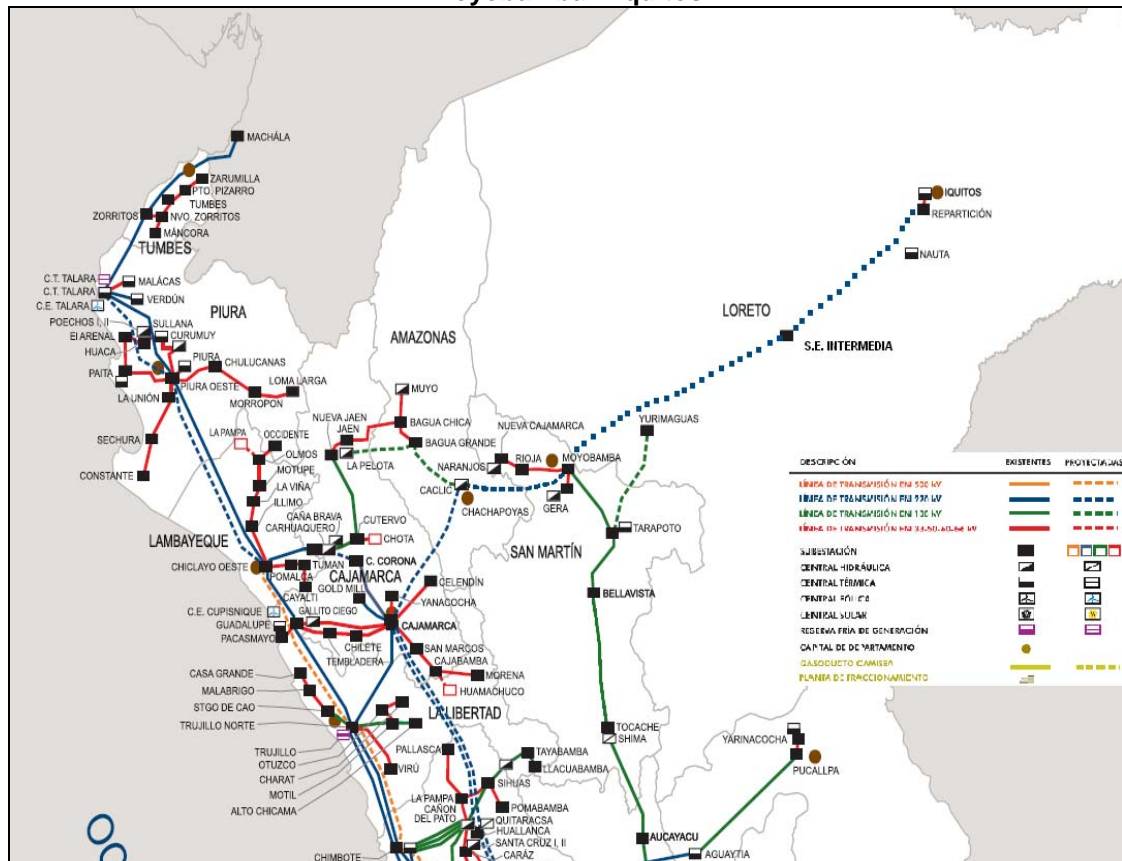
- Archivo (pfd) del software de sistemas de potencia Power Factory (Versión 14.0.520) de DlgSILENT, suministrado desde el portal web del COES. En este archivo se encuentra el modelo del sistema interconectado nacional a partir del año 2011 para las condiciones hidrológicas de avenida y estiaje en los escenarios de máxima y mínima demanda. También está la distribución de la demanda de las cargas vegetativas y mineras, el despacho de los generadores y equipos de compensación reactiva, tales como capacitores, reactores, compensadores síncronos y SVCs.
- Archivo de datos de demanda y programa de obras desarrollado por el COES; que contiene la proyección de demanda de potencia de los principales proyectos mineros y el programa de obras de generación para los años 2011 – 2016, y transmisión para los años 2011 – 2014,
- Informe de análisis del mercado eléctrico y alternativas de configuración del proyecto, correspondiente al Primer Informe del presente proyecto.

4.0 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1 Área de Influencia del Proyecto

La zona de influencia del proyecto se muestra en la siguiente figura.

Figura 1 - Sistema proyectado por el MINEM, con inclusión del proyecto LT 220 kV Moyobamba – Iquitos



4.2 Configuración del Sistema de Transmisión

Luego de analizar diversas alternativas de configuración para el sistema de transmisión, se ha determinado el equipamiento adecuado que permita una correcta operación en el sistema interconectado, el cual se describe a continuación.

Línea de Transmisión:

La línea de transmisión de 220 kV Moyobamba – Iquitos poseerá configuración de torre de simple circuito con dos conductores por fase ACAR de 355 mm², la longitud de la línea es de 613 Km. Debido a su gran longitud, se deberá contar con equipos de compensación reactiva Shunt (Reactores). El dimensionamiento de los reactores se ha realizado a partir de simulaciones de flujo de potencia (Ver Acápite 6), determinándose su capacidad y ubicación, tal como se detalla a continuación:

- Subestación Moyobamba: 1 reactor de línea de 70 MVAR.
- Subestación Iquitos: 1 reactor de línea de 70 MVAR.

Los reactores han sido dimensionados con la finalidad de evitar problemas de sobretensiones durante; las etapas de energización de la línea y en condiciones de operación en mínima demanda.

Los reactores de línea se ubicarán en los extremos de la línea de transmisión debido a que no se considera subestación intermedia. Se ha desestimado la alternativa de construcción de una subestación intermedia, debido a las dificultades para la ubicación de un terreno adecuado en donde construir la subestación y a los problemas de acceso que se tendría para el traslado de equipos.

Compensación Serie:

La configuración del sistema de transmisión considera en una primera etapa (año 2016 – 2020), la operación sin compensación serie, sin embargo a partir del año 2021, debido a la magnitud de potencia transmitida de 105.924 MW, se considera compensación serie de 60% de la impedancia de la línea, por las siguientes consideraciones:

- Se obtiene una diferencia angular en la línea menor a 30°.
- Se obtiene una mayor capacidad de transmisión, puesto que el punto de operación se aleja del punto de colapso de tensión.
- Se obtienen pérdidas de transmisión menores de 10%.

Debido a que no se considera subestación intermedia, la compensación serie se realizaría en subestaciones existentes (S.E. Moyobamba y S.E. Iquitos), con lo cual se facilitarían el traslado de equipos y los futuros mantenimientos a realizarse.

SVC y Compensador Síncrono:

Con la finalidad de lograr fijar la tensión en la barra de Iquitos con tiempos de respuesta rápidos, se hace necesaria la instalación de un equipo de compensación estática SVC de +/- 50 MVAR, pues frente a ligeros cambios en la demanda de Iquitos la tensión variaría significativamente sin este equipo.

Asimismo, para obtener niveles de cortocircuito adecuados, que se traduce en una mayor “fortaleza eléctrica del sistema”, se ha considerado la instalación de un compensador síncrono de +/- 25 MVAR en la subestación Iquitos que operará de manera conjunta con el SVC y un segundo compensador síncrono de las mismas características que servirá de respaldo ante la indisponibilidad del primero.

Los siguientes esquemas muestran la configuración del sistema de transmisión, para las dos etapas de operación descritas.

Figura 2 - Esquema de transmisión - Etapa 1

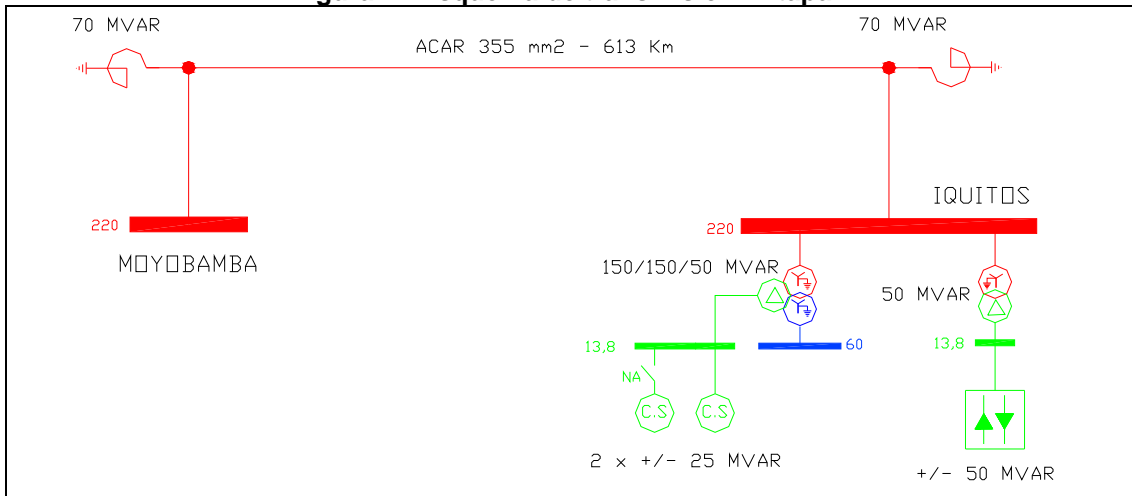
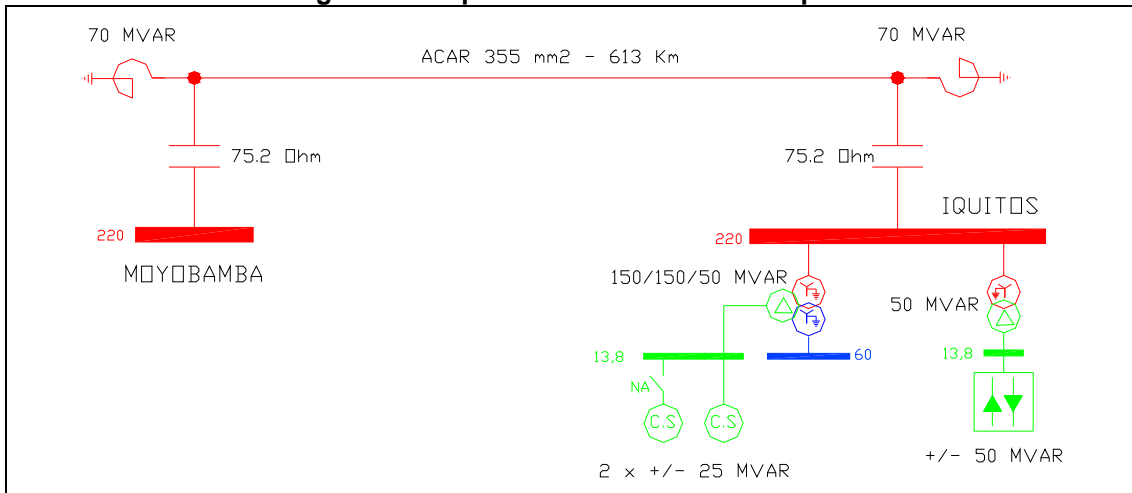


Figura 3 - Esquema de transmisión - Etapa 2



5.0 PROYECCION DE DEMANDA EN EL AREA DE INFLUENCIA

Debido a la incertidumbre ante el crecimiento de la demanda, para los análisis de flujo de potencia se consideró la proyección optimista en el área de influencia del proyecto. A continuación se muestra la proyección de demanda, indicada en el Informe de Mercados Eléctricos.

**Estudios de Viabilidad Técnica para la construcción de la Línea de Transmisión
Moyobamba – Yurimaguas – Nauta – Iquitos en 220 kV**

Cuadro 1 - Proyección de demanda en la zona de influencia del proyecto

AREA DE DEMANDA:		ESCENARIO OPTIMISTA						
SISTEMAS ELÉCTRICOS								
		2016	2017	2019	2020	2021	2022	2025
SISTEMA ELÉCTRICO SAN MARTIN								
SET	TENSION (kV)							
BELLA10	10	1.11	1.22	1.46	1.59	1.74	1.90	2.48
BELLA23	22.9	9.18	10.05	12.03	13.16	14.38	15.72	20.51
GERA23	22.9	1.28	1.40	1.67	1.83	2.00	2.19	2.85
JJUI10	10	3.80	4.16	4.99	5.45	5.96	6.51	8.50
MOYO10	10	6.03	6.61	7.91	8.65	9.46	10.33	13.49
RIOJA23	22.9	16.43	18.00	21.55	23.57	25.76	28.15	36.74
TARA23	22.9	5.22	5.72	6.85	7.49	8.19	8.94	11.67
TARAP10	10	23.27	25.48	30.51	33.37	36.48	39.86	52.02
TOTAL Sistema Eléctrico SAN MARTIN		66.32	72.62	86.96	95.10	103.97	113.61	148.27
SISTEMA ELÉCTRICO LORETO								
SET	TENSION (kV)							
WARTSLA	10	51.46	55.53	64.65	69.72	75.18	81.05	101.53
santarosa	10	21.04	22.71	26.43	28.51	30.74	33.14	41.52
TOTAL Sistema Eléctrico LORETO		72.50	78.24	91.08	98.23	105.92	114.19	143.05
SISTEMA ELÉCTRICO AMAZONAS - CAJAMARCA								
SET	TENSION (kV)							
Lonya	22.9	0.55	0.60	0.71	0.76	0.83	0.90	1.15
Quanda	22.9	4.03	4.37	5.13	5.56	6.03	6.54	8.36
Muyo	22.9	8.57	9.28	10.90	11.82	12.82	13.91	17.78
La Pelota	10	4.44	4.81	5.64	6.12	6.64	7.20	9.21
Chachapoyas	10	3.22	3.49	4.10	4.45	4.82	5.23	6.69
Cáclic	22.9	7.20	7.80	9.16	9.93	10.77	11.69	14.94
TOTAL Sistema Eléctrico AMAZONAS - CAJAMARCA		28.03	30.35	35.64	38.64	41.91	45.48	58.12
TOTAL		166.85	181.22	213.68	231.98	251.80	273.28	349.44

6.0 ANALISIS DE FLUJO DE POTENCIA

6.1 Objetivo

- Verificar la correcta operación del sistema eléctrico en estudio, considerando el equipamiento asociado a la línea de transmisión Moyobamba – Iquitos.

6.2 Criterios

Las tolerancias operativas para la operación en estado estacionario se mencionan a continuación:

Tensión:

- Estado Normal: debe estar dentro del rango $\pm 5\%$ de las tensiones nominales de los equipos instalados en las subestaciones, principalmente transformadores de potencia. Asimismo, en caso de las barras del sistema de transmisión, las tensiones en Estado Normal deben estar en el rango de $\pm 2.5\%$ de las tensiones de operación.
- Estado en Contingencia: se debe mantener un nivel de tensión comprendido entre 0.90 y 1.10 p.u. de la tensión de operación.

Sobrecargas:

- Estado Normal: no se admiten sobrecargas ni en líneas ni en transformadores de potencia.
- Estado en Contingencia: en líneas y transformadores admisibles de acuerdo a las fichas técnicas.

6.3 Consideraciones

6.3.1 Consideraciones generales

- Con el ingreso de la línea de transmisión no será necesaria la operación de las centrales térmicas existentes en el sistema Iquitos, siendo estas de un costo muy elevado. Sin embargo, las centrales térmicas servirán como respaldo en caso de salida de servicio de la línea.
- Si bien las bases del concurso indican que se debe evaluar la implementación de subestaciones en Yurimaguas y Nauta, se considera que esto no es conveniente por las siguientes razones:
 - i) Ambas ciudades se encuentran muy cerca de los extremos de la línea por lo que pueden ser alimentadas directamente desde Moyobamba e Iquitos respectivamente.
 - ii) El alto costo que demandaría una subestación intermedia de 220 kV para alimentar una carga pequeña.
 - iii) Se conformarían tramos pequeños de línea que complicaría la compensación serie de toda la longitud de la línea, necesaria para obtener la mayor capacidad de transmisión de esta.

6.3.2 Topología del sistema

En el presente estudio se considera los siguientes cambios topológicos en la zona de influencia del proyecto:

Cuadro 2 - Proyectos de transmisión

Año	Descripción
2014	Ingreso de la LT 220 kV Cajamarca Norte – Carhuaquero, de 102 km de longitud aproximadamente, con capacidad nominal de 220 MVA.
2015	Ingreso de la LT 220 kV Cajamarca Norte – Caclic – Moyobamba, de 303 km de longitud, con capacidad nominal de 220 MVA
2016	Ingreso de la LT 220 kV Moyobamba – Iquitos de 613 km de longitud

Para fines de modelamiento, debido a que no se cuenta con la certeza de nuevos proyectos de generación o transmisión en la zona de influencia del proyecto, se ha realizado a manera referencial refuerzos complementarios en las redes eléctricas ubicadas en el área de influencia del proyecto, esto con la finalidad de mantener un adecuado perfil de tensiones y evitar problemas de sobrecarga debido al crecimiento de la demanda vegetativa. A continuación se lista la relación de refuerzos planteados, los

**Estudios de Viabilidad Técnica para la construcción de la Línea de Transmisión
Moyobamba – Yurimaguas – Nauta – Iquitos en 220 kV**

cuales deberán ser verificados por las correspondientes empresas concesionarias propietarias.

Cuadro 3 - Refuerzos en el sistema

Año	Descripción
2016	Refuerzo de la LT 138 kV Tingo María – Aucayacu a una capacidad de 75 MVA
	Refuerzo de la LT 138 kV Aucayacu – Tocache a una capacidad de 75 MVA
	Refuerzo de la LT 138 kV Tocache – Bellavista a una capacidad de 75 MVA
	Refuerzo de la LT 138 kV Bellavista – Tarapoto a una capacidad de 75 MVA
2019	Banco de capacitores de 4x2.5 MVAR en barra de 10 kV de la S.E. Nueva Cajamarca.
	Banco de capacitores de 4x5 MVAR en barra de 10 kV de la S.E. Tarapoto
	Banco de capacitores de 2x2.5 MVAR en barra de 10 kV de la S.E. Juanjui
	Banco de capacitores de 2x5 MVAR en barra de 10 kV de la S.E. Bellavista
2021	Banco de capacitores de 2x2.5 MVAR en barra de 22.9 kV de la S.E. Tocache
2022	Segunda terna de la LT 138 kV Tingo María – Aucayacu.
	Segunda terna de la LT 138 kV Aucayacu – Tocache
	Segunda terna de la LT 138 kV Tocache – Bellavista
	Segunda terna de la LT 138 kV Bellavista – Tarapoto
	Instalación de dos nuevos transformadores en la S.E. Rioja de 4 MVA y 5 MVA
	Instalación de un nuevo transformador en la S.E. Nueva Cajamarca de 10 MVA
	Instalación de un nuevo transformador en la S.E. Juanjui de 7 MVA
	Instalación de un nuevo transformador en la S.E. Bellavista de 15 MVA
	Instalación de un nuevo transformador en la S.E. Tarapoto de 25 MVA
2025	Banco de capacitores de 2x5 MVAR en barra de 22.9 kV de la S.E. Caclic

Se debe recalcar que los refuerzos complementarios en los sistemas eléctricos aledaños al proyecto son referenciales y han sido considerados en el presente informe para garantizar un adecuado comportamiento del sistema. Corresponderá a las empresas concesionarias propietarias de esas redes determinar con más detalle los refuerzos necesarios para garantizar la correcta operación de sus sistemas.

6.4 Metodología

El análisis del flujo de potencia se realiza utilizando el software de sistemas de potencia Power Factory de DigSILENT, el cual muestra como resultado de las simulaciones, las magnitudes de las tensiones en las barras y el flujo de potencia por las líneas de transmisión.

Los años analizados son, el 2016 como año base de análisis (Ingreso del proyecto) y los años 2021 y 2025 (Horizonte de estudio), considerándose los cambios en la topología de la red y el crecimiento de la demanda en el área de influencia del proyecto.

El análisis se desarrolla en la condición hidrológica de estiaje en los escenarios de máxima y mínima demanda, con el fin de verificar las magnitudes de las tensiones en las barras, mostrar los niveles de carga en las líneas de transmisión y transformadores de potencia asociados al proyecto.

Estudios de Viabilidad Técnica para la construcción de la Línea de Transmisión Moyobamba – Yurimaguas – Nauta – Iquitos en 220 kV

Con la finalidad de evidenciar el correcto desempeño de los equipos asociados a la LT 220 kV Moyobamba – Iquitos, garantizando la correcta operación del sistema circundante al proyecto, se realizaron los siguientes análisis:

- Flujo de potencia durante las etapas de energización de la LT 220 kV Moyobamba - Iquitos.
- Flujo de potencia durante la toma de carga de la subestación Iquitos.
- Flujos de potencia en operación normal.
- Flujos de potencia en operación en contingencias.

6.5 Resultados

6.5.1 Flujo de potencia durante las etapas de energización de la línea.

A continuación se describen las etapas de energización de la línea, estas se han definido de acuerdo a la configuración de las nuevas instalaciones.

- Etapa 00: Condiciones operativas previas a la energización de la línea.
- Etapa 01: Energización de la línea 220kV S.E. Moyobamba – S.E. Iquitos.
- Etapa 02: Energización del transformador de la subestación Iquitos.
- Etapa 03: Energización del SVC.
- Etapa 04: Energización del compensador síncrono.

Las simulaciones han sido efectuadas para el escenario de estiaje en máxima y mínima demanda. Los siguientes cuadros muestran las variables eléctricas más importantes registradas en las etapas de energización.

Cuadro 4 - Resultados de energización de la línea - Estiaje 2016 máxima demanda

	INYECCIÓN DE REACTIVOS (MVAR)				TENSIONES EN BARRAS DE 220 kV (p.u)		
	Reactor en Moyobamba	Reactor en Iquitos	SVC	Comp. Síncrono	Moyobamba	Punto Medio de la línea	Iquitos
ETAPA 00	--	--	--	--	1.004	--	--
ETAPA 01	70	70	--	--	1.021	1.127	1.035
ETAPA 03	70	70	4.668	--	1.007	1.100	1.000
ETAPA 04	70	70	4.668	0.000	1.007	1.100	1.000

**Estudios de Viabilidad Técnica para la construcción de la Línea de Transmisión
Moyobamba – Yurimaguas – Nauta – Iquitos en 220 kV**

Cuadro 5 - Resultados de energización de la línea - Estiaje 2016 mínima demanda

	INYECCIÓN DE REACTIVOS (MVAR)				TENSIONES EN BARRAS DE 220 kV (p.u)		
	Reactor en Moyobamba	Reactor en Iquitos	SVC	Comp. Síncrono	Moyobamba	Punto Medio de la línea	Iquitos
ETAPA 00	--	--	--	--	0.990	--	--
ETAPA 01	70	70	--	--	1.003	1.107	1.017
ETAPA 03	70	70	2.478	--	0.997	1.095	1.000
ETAPA 04	70	70	2.478	0.000	0.997	1.095	1.000

Se evidencia que con el equipamiento seleccionado, para cada una de las etapas de energización de la línea, no se afecta la operación del sistema circundante al proyecto.

Debido a la configuración del proyecto, que no considera subestación intermedia, las mayores sobretensiones se presentan aproximadamente en el punto medio de la línea de transmisión, llegando a valores de 1.127 p.u. Este valor debe ser considerado para la etapa de diseño de la línea de transmisión.

Es importante mencionar que la compensación Shunt Inductiva ha sido considerada distribuida entre ambos extremos de la línea de transmisión, pues técnicamente no sería posible energizar la línea de transmisión con un solo reactor en el extremo en vacío (S.E. Iquitos), debido a que se presentarían problemas de sobretensión en la zona de Moyobamba, mientras que en la S.E. de Iquitos se presentarían problemas de subtensión,

En el **Anexo 02** se muestran los resultados gráficos de las simulaciones efectuadas para cada etapa de energización.

6.5.2 Flujo de potencia durante la toma de carga de la subestación Iquitos.

Luego de haber energizado la línea de transmisión y los equipos asociados a esta, se procede a la toma de carga de la subestación Iquitos. Para el desarrollo del flujo de potencia se ha considerado la toma de carga en bloques de 20% de la carga total, registrándose en cada etapa las variables eléctricas más importantes.

Las simulaciones han sido efectuadas para el escenario de estiaje y la carga total corresponde a la máxima demanda para el año 2016.

Cuadro 6 - Resultados de toma de carga - Estiaje 2016 máxima demanda

	INYECCIÓN DE REACTIVOS (MVAR)				TENSIONES EN BARRAS DE 220 kV (p.u)			Demanda Iquitos (MW)
	Reactor en Moyobamba	Reactor en Iquitos	SVC	Comp. Síncrono	Moyobamba	Punto Medio de la línea	Iquitos	
0 % de carga	70	70	4.668	0.000	1.007	1.100	1.000	0.000
20 % de carga	70	70	-0.976	-1.384	1.001	1.096	1.000	14.500
40 % de carga	70	70	-8.212	-2.813	0.993	1.090	1.000	29.000
60 % de carga	70	70	-17.500	-4.288	0.982	1.080	1.000	43.499
80 % de carga	70	70	-29.200	-5.810	0.966	1.066	1.000	57.999
100 % de carga	0	70	-27.028	-7.378	1.015	1.088	1.000	72.499

La desconexión o conexión del reactor de 70 MVAR en la subestación Moyobamba, debe estar coordinada con la operación de los reactores de potencia circundantes a la zona.

**Estudios de Viabilidad Técnica para la construcción de la Línea de Transmisión
Moyobamba – Yurimaguas – Nauta – Iquitos en 220 kV**

Se evidencia que con el equipamiento seleccionado, para cada una de las etapas de toma de carga, no se afecta la operación del sistema circundante al proyecto.

Debido a la configuración del proyecto, que no considera subestación intermedia, las mayores sobretensiones se presentan aproximadamente en el punto medio de la línea de transmisión, llegando a valores de 1.100 p.u. Este valor debe ser considerado para la etapa de diseño de la línea de transmisión.

En el **Anexo 03** se muestran los resultados gráficos de las simulaciones efectuadas para las etapas de toma de carga.

6.5.3 Flujo de potencia en Operación Normal.

A continuación se muestran los resultados de las simulaciones de flujo de potencia en operación normal para el año de ingreso del proyecto 2016, año intermedio 2021 y el horizonte de estudio año 2025.

Cuadro 7 - Resultados de flujo de potencia en operación normal

OPERACIÓN NORMAL		Sin Compensador Serie		Con Compensador Serie			
		Es16max	Es16min	Es21max	Es21min	Es25max	Es25min
Pot. MVAR	Rp Moyobamba	0	70	0	70	0	0
	Rp Iquitos	70	70	0	70	0	0
	SVC	-27.028	-14.134	2.508	-34.980	-35.570	-35.639
	Comp. Sinc.	-7.378	-4.288	-11.174	-6.405	-15.690	-15.694
Tensión p.u.	MOYOBAMBA	1.015	0.997	1.000	0.995	0.990	0.990
	PUNTO MEDIO	1.088	1.088	0.976	1.086	0.962	0.962
	IQUITOS	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Pot. MW	Demanda	72.5	43.5	105.92	63.55	143.05	85.83

Cuadro 8 - Resultados de flujo de potencia en operación normal (2)

Escenario	Año	POTENCIA (MW)		PERDIDAS		ANGULO		DIFERENCIA
		Emisor	Receptor	MW	%	Emisor	Receptor	Grados
Máxima Demanda	2016	76.068	72.499	3.569	4.692	95.571	75.831	19.740
	2021	114.084	105.924	8.160	7.153	-46.319	-61.467	15.148
	2025	158.197	143.049	15.148	9.575	69.783	48.433	21.350
Mínima Demanda	2016	45.452	43.499	1.953	4.297	111.379	99.419	11.960
	2021	66.779	63.554	3.225	4.829	103.514	97.216	6.298
	2025	90.634	85.830	4.804	5.300	98.194	89.992	8.202

Para el año de ingreso del proyecto 2016, se presentan resultados satisfactorios en todos los escenarios analizados, garantizándose el suministro de energía hacia el sistema de Iquitos, respetando las tolerancias establecidas en operación normal

Los años comprendidos entre el 2021 y 2025, debido al incremento de la demanda en el sistema eléctrico Iquitos (de 105.9 MW a 143.09 MW), se debe prever la implementación de compensación serie, con la finalidad de evitar que la diferencia angular en la línea sea mayor a 30 grados, evitar que las pérdidas de transmisión sean mayores al 10 % y asegurar la transmisión de potencia hacia el sistema eléctrico de Iquitos. En el cuadro 6,

se puede verificar que las variables eléctricas mencionadas se encuentran dentro de límites aceptables de operación.

Debido a la configuración del proyecto, que no considera subestación intermedia en la línea, las mayores sobretensiones se presentan aproximadamente en el punto medio de la línea de transmisión, llegando a valores de 1.084 p.u. Este valor debe ser considerado para la etapa de diseño de la línea de transmisión.

Los resultados gráficos de las simulaciones pueden apreciarse en el **Anexo 04** del presente informe.

6.5.4 Flujo de potencia en Contingencias.

Las contingencias analizadas corresponden a escenarios operativos de mayor exigencia al sistema eléctrico en estudio, los resultados se muestran a continuación.

Contingencia 1: Fuera de servicio el compensador síncrono de la subestación Iquitos.

Como ya ha sido mencionado, la configuración del proyecto contempla la instalación de dos compensadores síncronos de las mismas características, lo que permite que ante la indisponibilidad de uno de ellos, ya sea por contingencia o por mantenimiento programado, se conecte el segundo compensador síncrono manteniendo la correcta operación del sistema eléctrico en estudio.

Contingencia 2: Fuera de servicio el SVC de la subestación Iquitos.

Ante la indisponibilidad del SVC, ya sea por contingencia o por mantenimiento programado, de acuerdo a los requerimientos de potencia reactiva que solicite el sistema, se debe prever la conexión de los dos compensadores síncronos de la subestación Iquitos, lo que permite la correcta operación del sistema eléctrico en estudio.

7.0 ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO

7.1 Objetivo

- Determinar el impacto en los niveles de cortocircuito en la zona en estudio, que ocasiona la operación de la línea de transmisión Moyobamba – Iquitos y del equipamiento asociado.

7.2 Consideraciones

- Para las simulaciones del año 2016, previo al ingreso de la línea de transmisión, se ha considerado la operación de grupos térmicos en el sistema aislado de Iquitos con la finalidad de obtener el balance oferta – demanda.
- Una vez conectado el sistema aislado de Iquitos al Sistema Interconectado, bajo condiciones normales de operación, los generadores térmicos de Iquitos se pondrán fuera de servicio.

7.3 Resultados

Se ha simulado un cortocircuito trifásico en las barras de la Central Térmica de Iquitos, Subestación Moyobamba y Subestación Iquitos.

En el siguiente cuadro se muestra el resumen de los resultados obtenidos:

Cuadro 9 - Resultados de cortocircuito trifásico

BARRA	Tensión	Potencia de Cortocircuito Trifásico (MVA)		
		SIN PROYECTO		CON PROYECTO
	(kV)	2012	2016	2016
Moyobamba	220	--	405.26	404.72
Iquitos	220	--	--	256.31
Central Térmica de Iquitos	60	165	193.21	242.23

Del cuadro se observa que considerando un compensador síncrono de +/-25 MVAR en la subestación Iquitos, se obtienen valores de cortocircuito mayores que los obtenidos sin considerar el proyecto, permitiendo una mayor fortaleza eléctrica en el sistema de Iquitos.

Los resultados gráficos de las simulaciones de cortocircuito se muestran en el **Anexo 05**.

8.0 ANÁLISIS DE TRANSITORIOS ELECTROMECAÑICOS

8.1 Objetivo

- Verificar la estabilidad del sistema ante una falla monofásica con recierre exitoso en la línea de transmisión Moyobamba - Iquitos.

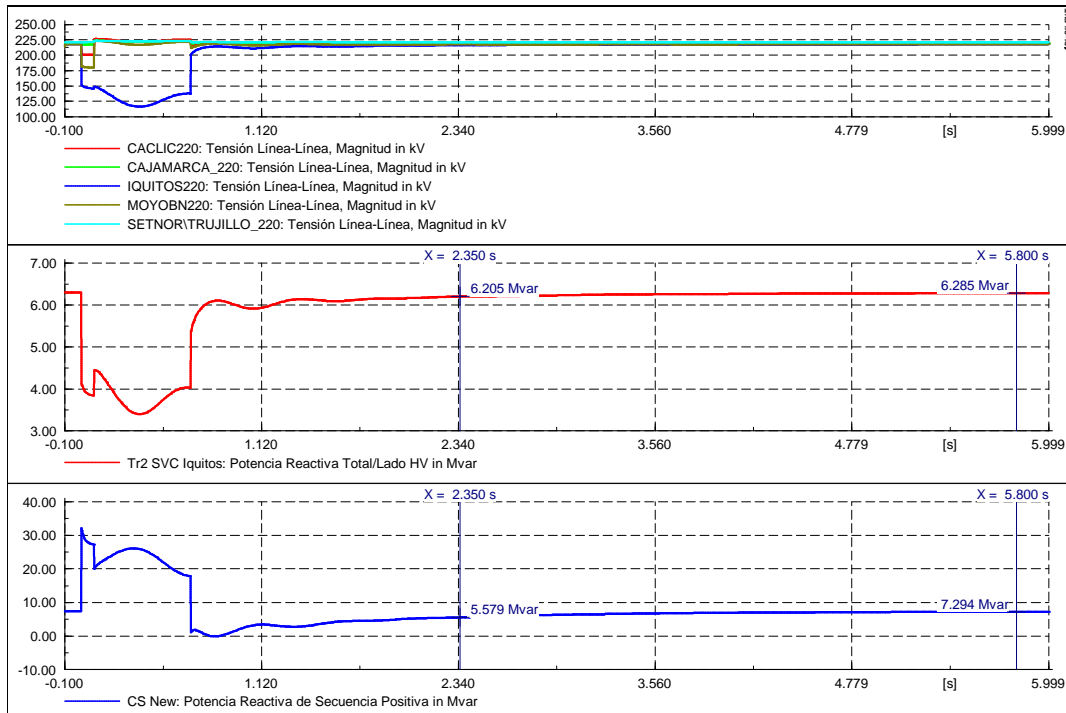
8.2 Consideraciones

- El análisis se ha realizado para la condición hidrológica de estiaje en máxima demanda en el año de ingreso del proyecto 2016. Se muestra la evolución de la tensión en las barras de 220 kV de Caclic, Cajamarca, Iquitos, Moyobamba y Trujillo Norte, y la potencia reactiva de los equipos de compensación reactiva, SVC y compensador síncrono.

8.3 Resultados

De acuerdo a las simulaciones, considerando la operación del SVC y del compensador síncrono, ante una falla monofásica con recierre exitoso en la línea de transmisión en 220 kV Moyobamba – Iquitos, se observa el amortiguamiento de la oscilación de la tensión y de la potencia reactiva inyectada por el SVC y el compensador síncrono. El resultado gráfico de la simulación se muestra en la siguiente figura.

Cuadro 10 - Resultados de evento de falla monofásica con recierre exitoso



9.0 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TENSIÓN

9.1 Objetivo

- Determinar mediante la curva Potencia vs Tensión (Curva PV) la capacidad de potencia que se puede extraer del sistema interconectado hacia la subestación Iquitos.

9.2 Consideraciones

- Para este análisis se utiliza el programa de sistemas de potencia Power Factory de DigSILENT, ejecutando el DPL interno del programa el cual muestra la curva PV según sea el escenario de operación. Las diferentes curvas permiten determinar aproximadamente el límite máximo de potencia a ser transmitida, tomando como criterio principal el nivel mínimo de la tensión en las barras, el cual no debe ser inferior a 0.95 p.u. y evitar sobrecargas en líneas de transmisión, transformadores de potencia, unidades de generación, etc.
- Las simulaciones son realizadas en la condición hidrológica de estiaje en el escenario de máxima demanda para los años 2016 y 2025 considerando el proyecto.

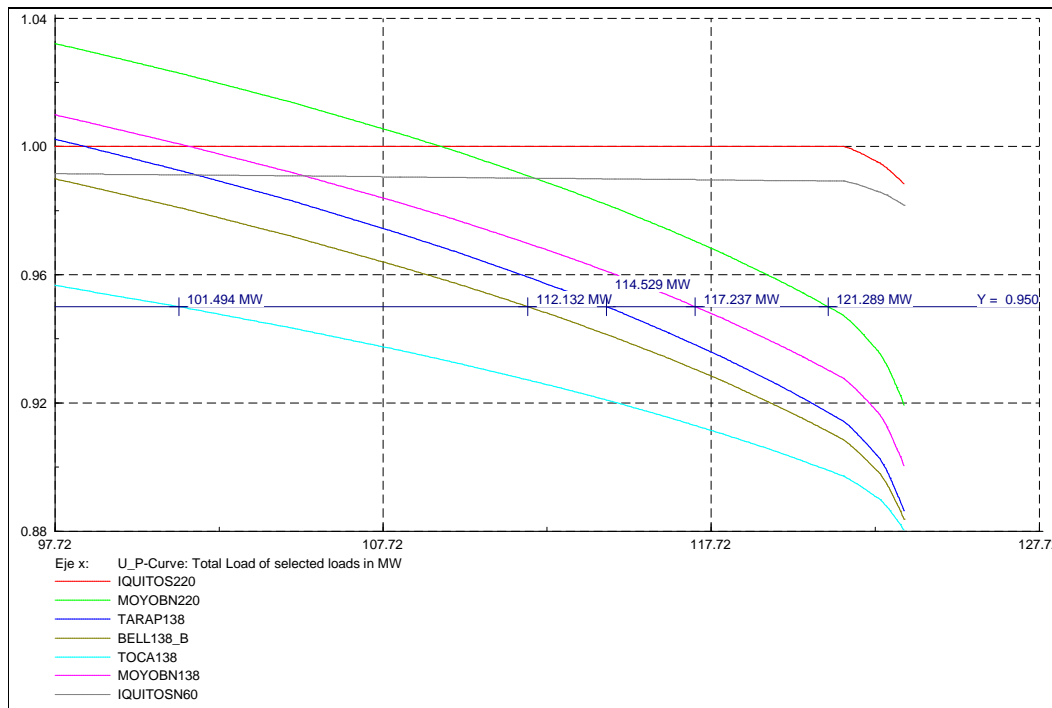
9.3 Resultados

A continuación se resumen los resultados obtenidos:

▪ **Estiaje Máxima Demanda 2016**

De la siguiente figura se observa que para el año 2016, la potencia a extraer del sistema interconectado hacia la subestación Iquitos es aproximadamente 100 MW.

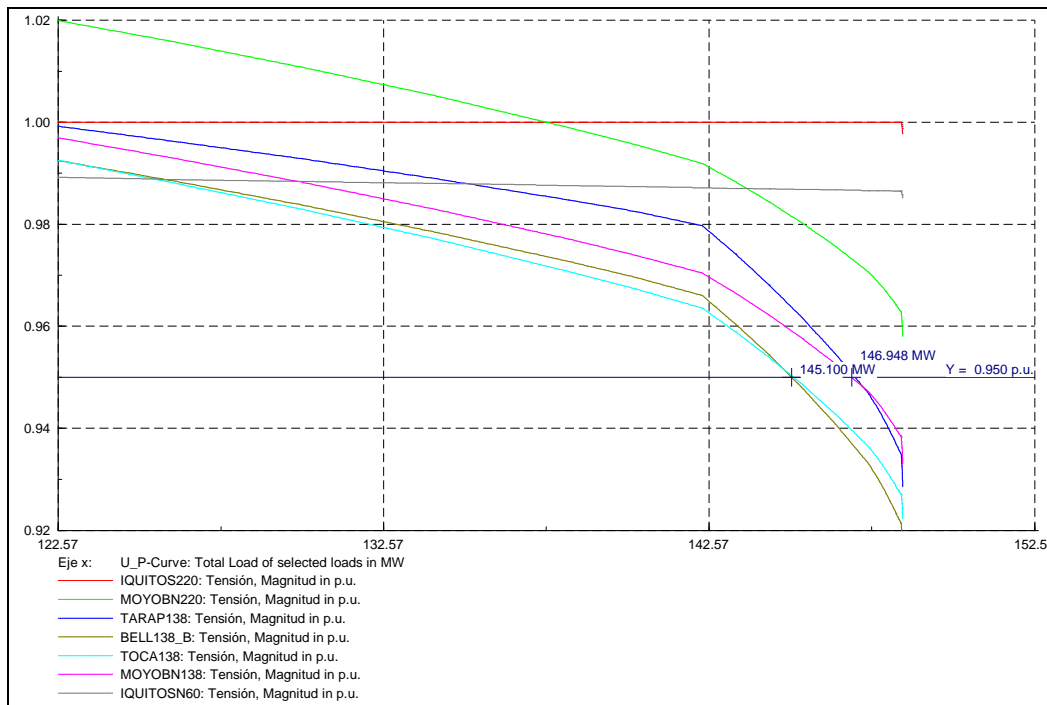
Figura 4 - Curva Potencia vs Tensión - Año 2016



▪ **Estiaje Máxima Demanda 2025**

De la siguiente figura se observa que para el año 2025, la potencia a extraer del sistema interconectado hacia la subestación Iquitos es aproximadamente 145 MW.

Figura 5 - Curva Potencia vs Tensión - Año 2025



10.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Sobre la Configuración del Esquema de Transmisión:

Se ha definido el esquema de transmisión que permita un correcto desempeño operativo en el sistema interconectado y asegure el suministro de energía durante el periodo de estudio (2016 -2025).

No se considera subestación intermedia debido a las dificultades para la ubicación de un terreno adecuado en donde construir la subestación y a los problemas de acceso que se tendría para el traslado de equipos.

Las principales características del equipamiento asociado a la línea de transmisión y el sustento de su selección, se detalla a continuación.

- **Reactor en S.E. Moyobamaba (70 MVAR) y en S.E. Iquitos (70 MVAR):** Para evitar problemas de sobretensiones inadmisibles durante la energización de la línea y en condiciones de operación en mínima demanda.
- **Compensación serie de 60% de la impedancia de la línea (A partir del 2021):** Para obtener diferencias angulares en la línea menores a 30°, para obtener una mayor capacidad de transmisión (El punto de operación se aleja del punto de colapso de tensión), para obtener pérdidas de transmisión menores de 10%.

- **SVC de +/- 50 MVAR:** Para lograr fijar la tensión en la barra de Iquitos con tiempos de respuesta rápidos, ya que frente a ligeros cambios en la demanda de Iquitos la tensión variaría significativamente sin este equipo.
- **Compensador síncrono de +/- 25 MVAR:** Para obtener niveles de cortocircuito adecuados en el sistema de Iquitos, que se traduce en una mayor “fortaleza eléctrica del sistema”.

Sobre la Operación del Sistema en Operación Normal:

- Para el año de ingreso del proyecto 2016, se presentan resultados satisfactorios en todos los escenarios analizados, garantizándose el suministro de energía hacia el sistema de Iquitos, respetando las tolerancias establecidas en operación normal.
- Los años comprendidos entre el 2021 y 2025, debido al incremento de la demanda en el sistema eléctrico Iquitos (de 105.9 MW a 143.09 MW), se debe prever la implementación de compensación serie, con la finalidad de evitar que la diferencia angular en la línea sea mayor a 30 grados, evitar que las pérdidas de transmisión sean mayores al 10 % y asegurar la transmisión de potencia hacia el sistema eléctrico de Iquitos.

Sobre la Operación del Sistema en Contingencias:

Se analizaron contingencias que corresponden a escenarios operativos de mayor exigencia al sistema eléctrico en estudio: SVC o compensador síncrono fuera de servicio.

Los resultados muestran que ante las contingencias mencionadas, gracias al equipamiento propuesto, el sistema opera de manera satisfactoria.

Contingencia 1: Fuera de servicio el compensador síncrono de la subestación Iquitos. Ante la indisponibilidad de uno de los compensadores síncronos, ya sea por contingencia o por mantenimiento programado, se debe conectar el segundo compensador síncrono, asegurando la correcta operación del sistema eléctrico en estudio.

Contingencia 2: Fuera de servicio el SVC de la subestación Iquitos. Ante la indisponibilidad del SVC, ya sea por contingencia o por mantenimiento programado, de acuerdo a los requerimientos de potencia reactiva que solicite el sistema, se debe prever la conexión de los dos compensadores síncronos de la subestación Iquitos, asegurando la correcta operación del sistema eléctrico en estudio.

Sobre los Resultados de Cortocircuito:

Considerando un compensador síncrono de +/-25 MVAR en la subestación Iquitos, se obtienen valores de cortocircuito mayores que los obtenidos sin considerar el proyecto, permitiendo una mayor fortaleza eléctrica en el sistema de Iquitos. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 11 - Resultados de cortocircuito trifásico

BARRA	Tensión (kV)	Potencia de Cortocircuito Trifásico (MVA)		
		SIN PROYECTO		CON PROYECTO
	2012	2016	2016	
Moyobamba	220	--	405.26	404.72
Iquitos	220	--	--	256.31
Central Térmica de Iquitos	60	165	193.21	242.23

Sobre los Resultados de Estabilidad Transitoria:

Considerando la operación del SVC y del compensador síncrono, ante una falla monofásica con recierre exitoso en la línea de transmisión en 220 kV Moyobamba – Iquitos, se observa el amortiguamiento de la oscilación de la tensión y de la potencia reactiva inyectada por el SVC y el compensador síncrono.

Sobre los Resultados de Estabilidad de Tensión:

En el año 2016, sin considerar compensación serie en la línea, la máxima potencia extraída del sistema interconectado hacia la subestación Iquitos es de aproximadamente 100 MW.

En el año 2025, considerando compensación serie en la línea, la máxima potencia extraída del sistema interconectado hacia la subestación Iquitos es de aproximadamente 145 MW.

Sobre las Sobretensiones en la Línea de Transmisión:

Debido a la configuración del proyecto, el cual no considera subestación intermedia, se espera que las mayores sobretensiones en estado estacionario se produzcan aproximadamente en el punto medio de la línea de transmisión. De los análisis realizados, se ha registrado el mayor valor de sobretensión de 1.127 p.u. el cual se produce durante la energización de la línea de transmisión. Este valor debe ser considerado para la etapa de diseño de la línea de transmisión.

ANEXO N° 01

PARÁMETROS ELÉCTRICOS

▪ **Transformador 220/60/22.9 kV en S.E. Iquitos:**

Tipo	: Banco de transformadores monofásicos
Relación de Transformación	: $220/\sqrt{3} / 60/\sqrt{3} / 13.8 \text{ kV}$
Potencia Nominal	: $3 \times (40-50/40-50/14-17.5) \text{ MVA (ONAN-ONAF)}$,
Grupo de Conexión	: $Y_N Y_n 0 d 5$
Regulación de Tensión	: $\pm 1 \times 10\%$
Tensión de Cortocircuito	:
HV – MV	: 7%
MV – LV	: 3.68%
LV – HV	: 5.37%

▪ **LT 220 kV S.E. Moyobamba – S.E. Iquitos:**

Tensión de Servicio	: 220 kV
Longitud	: 613 km
Capacidad de corriente	: 0.5723 kA (218 MVA) - Valor referencial
Parámetros eléctricos	:
R1= 0.0422 ohm/km	Ro= 0.3211 ohm/km
X1= 0.3798 ohm/km	Xo= 1.3237 ohm/km
B= 4.307 uS/km	

▪ **Equipo de compensación Reactiva Estática SVC:**

Tensión de Servicio	: 13 kV
Potencia Nominal	: 50 MVar capacitivos y 50 MVar Inductivos
Elementos que lo conforman	:
TCR	: 100 MVAR Inductivos
Filtros de Armónicos	: 50 MVar Capacitivos

▪ **Compensador Síncrono:**

Tensión de Servicio : 12 kV

Potencia Nominal : 25 MVAr capacitivos y 25 MVAr Inductivos

▪ **Transformador 220/13 kV del SVC Iquitos:**

Relación de Transformación : 220/13 kV

Potencia Nominal : 50 MVA

Grupo de Conexión : YnYn0

Tensión de Cortocircuito : 10.0 %

▪ **Reactores asociados a la LT 220 kV S.E. Moyobamba – S.E. Iquitos:**

Reactor de línea de 70 MVAR a la llegada de la S.E. Moyobamba 220 kV.

Reactor de línea de 70 MVAR a la llegada de la S.E. Iquitos 220 kV.

▪ **Capacitores serie:**

Reactancia capacitiva : 75.20 ohm

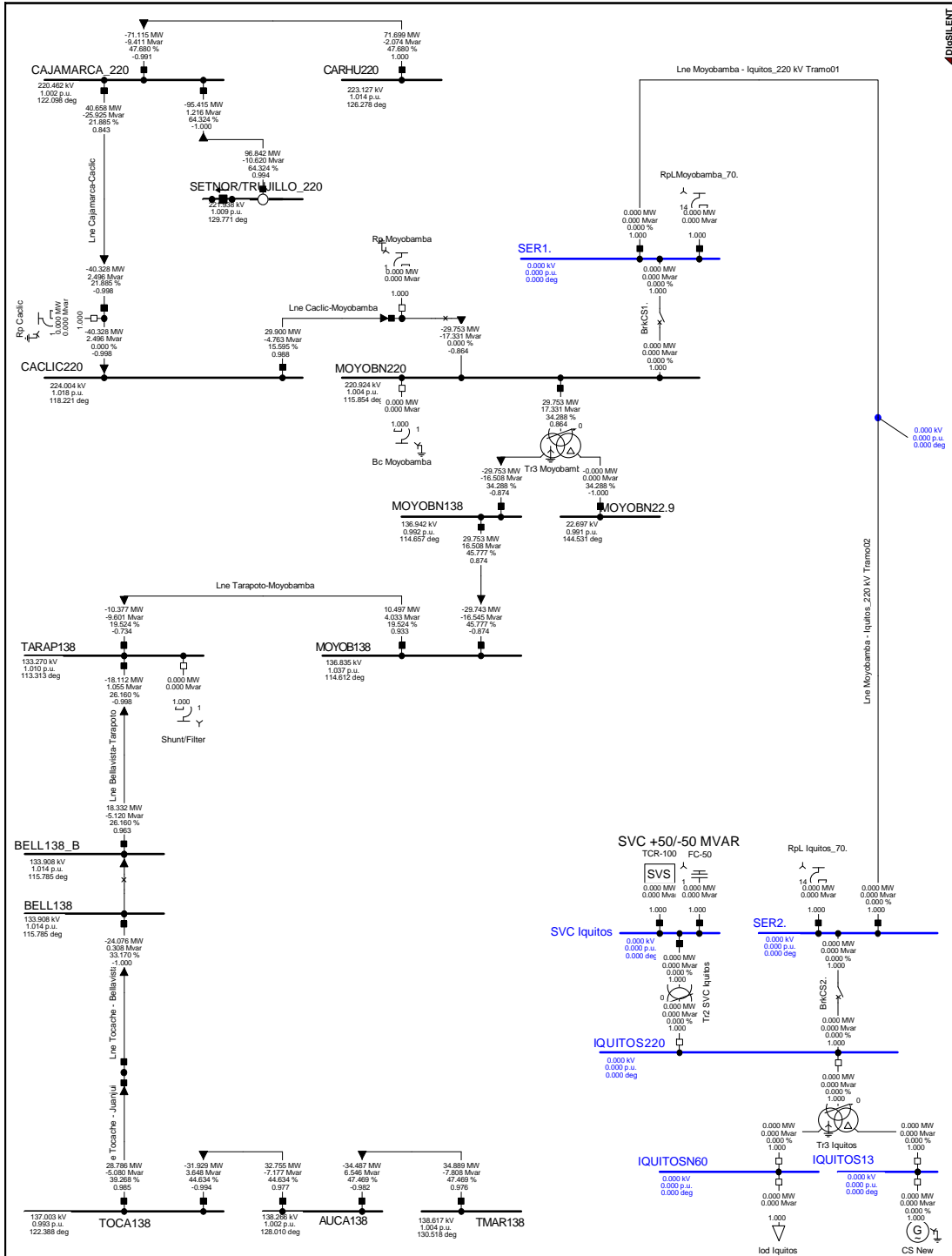
Grado de compensación : 60.0 % (De la impedancia de la línea de transmisión)

Corriente Nominal : 0.5723 kA (Valor referencial)

Frecuencia Nominal : 60 Hz.

ANEXO N° 02

SIMULACIONES DE ENERGIZACIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN



DIGILENT

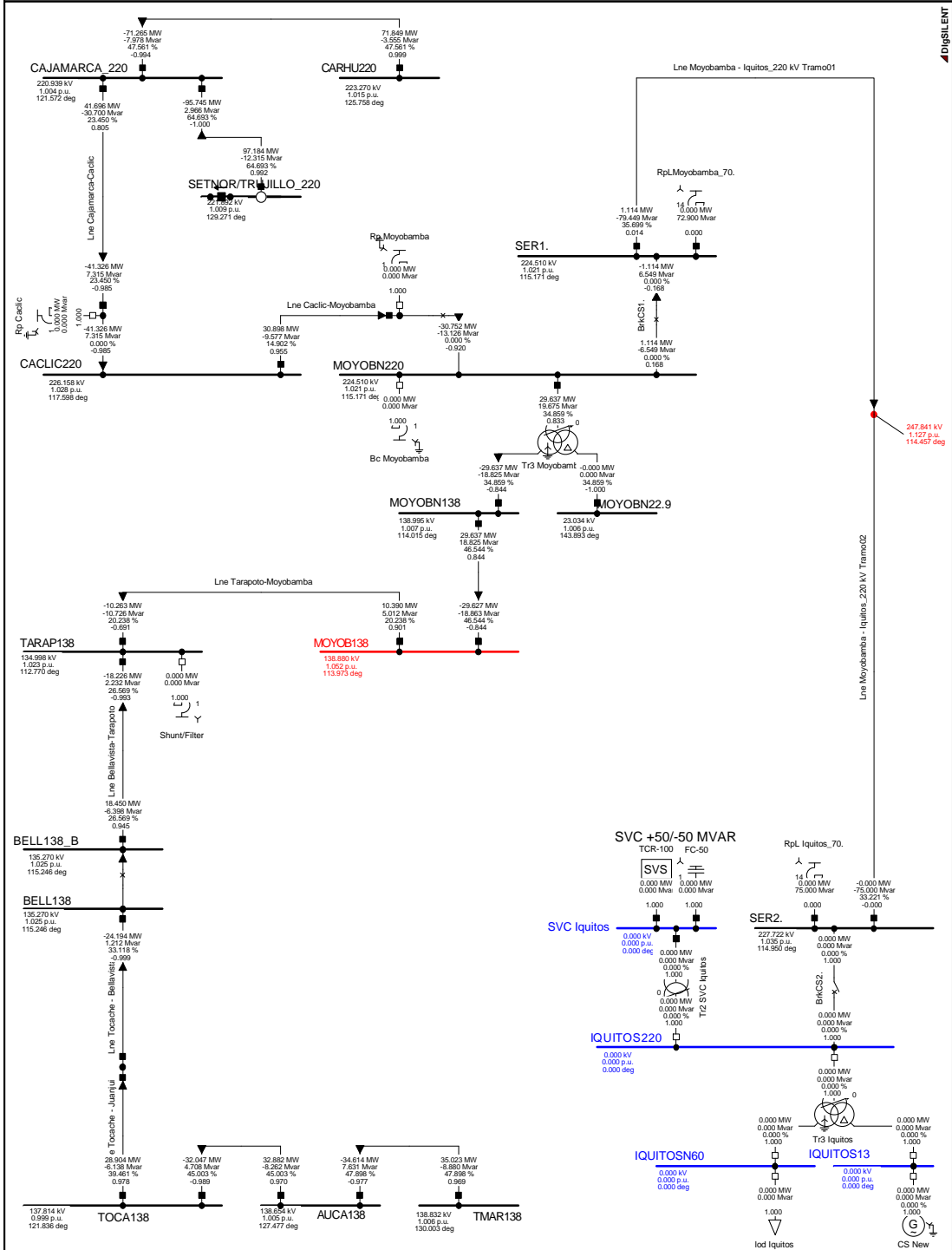
Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

CESEL
INGENIEROS

PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS
ENERGIZACION DE LINEA DE TRANSMISION
ETAPA 0
ESTIAJE MAXIMA DEMANDA 2016

Proyecto: 115500
Gráfica: LT 220 kv Moyoba
Fecha: 15/02/2012
Anexo:



DIGILENT

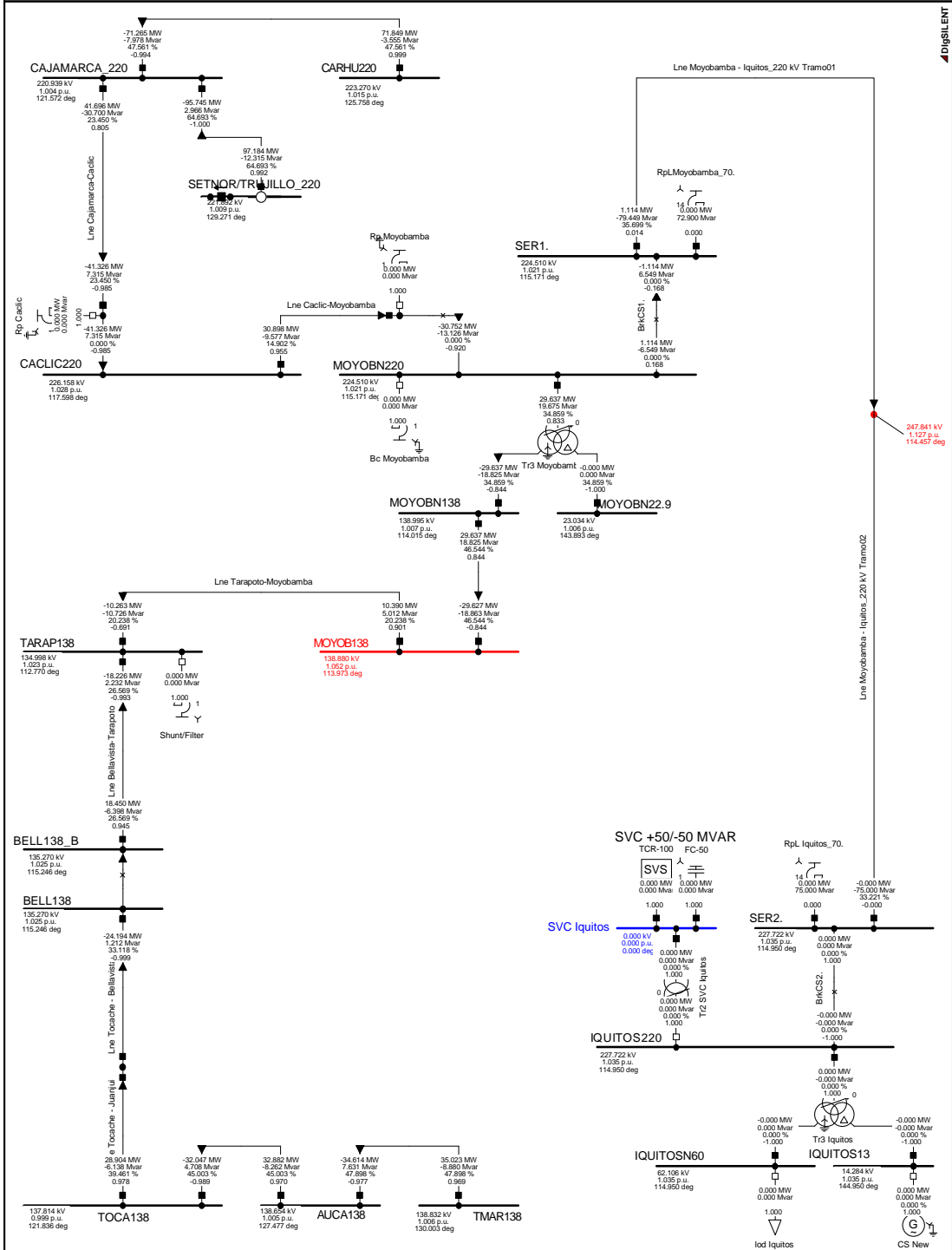
Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

CESEL
INGENIEROS

PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS
ENERGIZACION DE LINEA DE TRANSMISION
ETAPA 1
ESTIAJE MAXIMA DEMANDA 2016

Proyecto: 115500
Gráfica: LT 220 kv Moyoba
Fecha: 15/02/2012
Anexo:



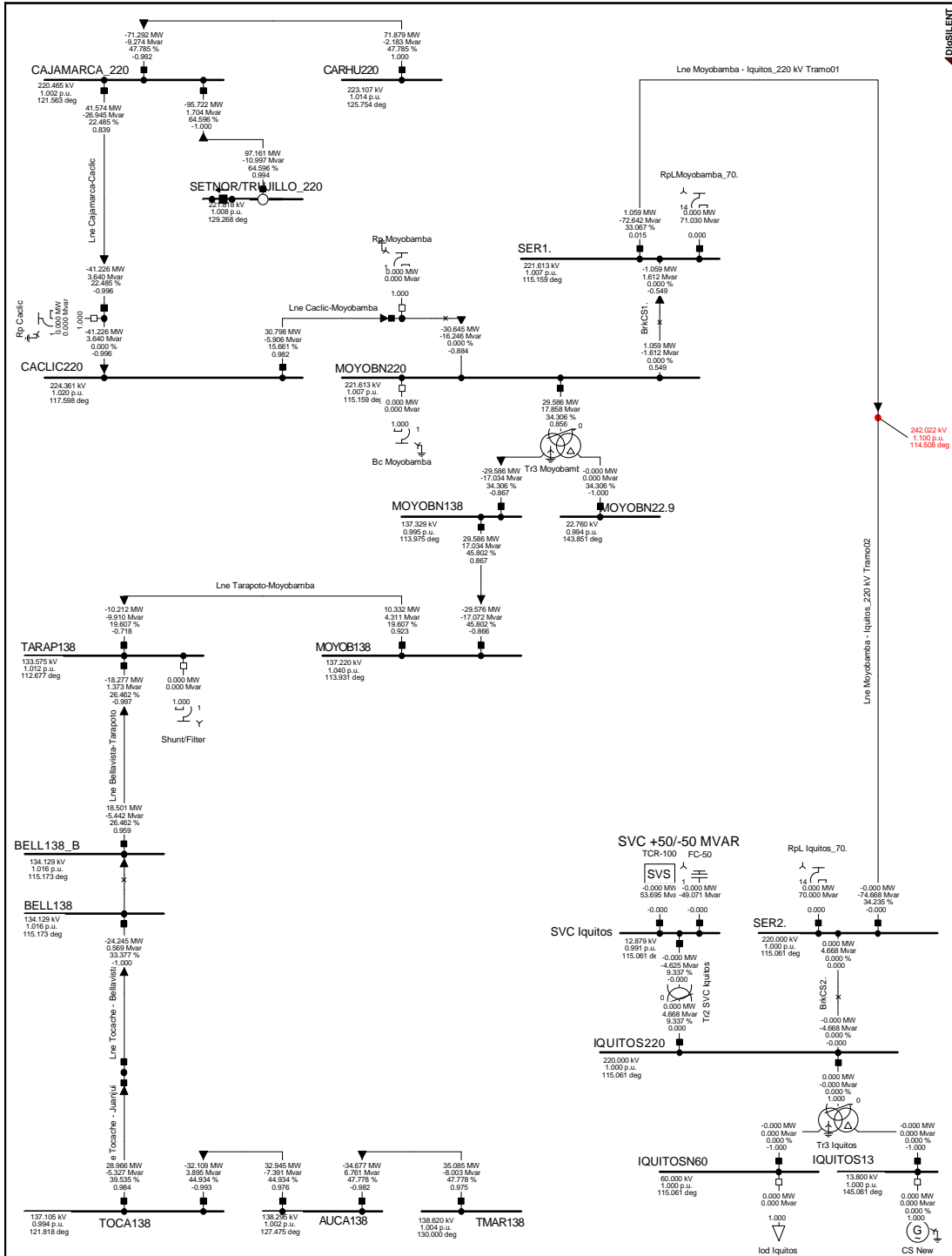
DIGILENT

Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]


 PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBA M B A - IQUITOS
 ENERGIZACION DE LINEA DE TRANSMISION
 ETAPA 2
 ESTIAJE MAXIMA DEMANDA 2016

Proyecto: 115500
 Gráfica: LT 220 kv Moyaba
 Fecha: 15/02/2012
 Anexo:



DIGI-SILENT

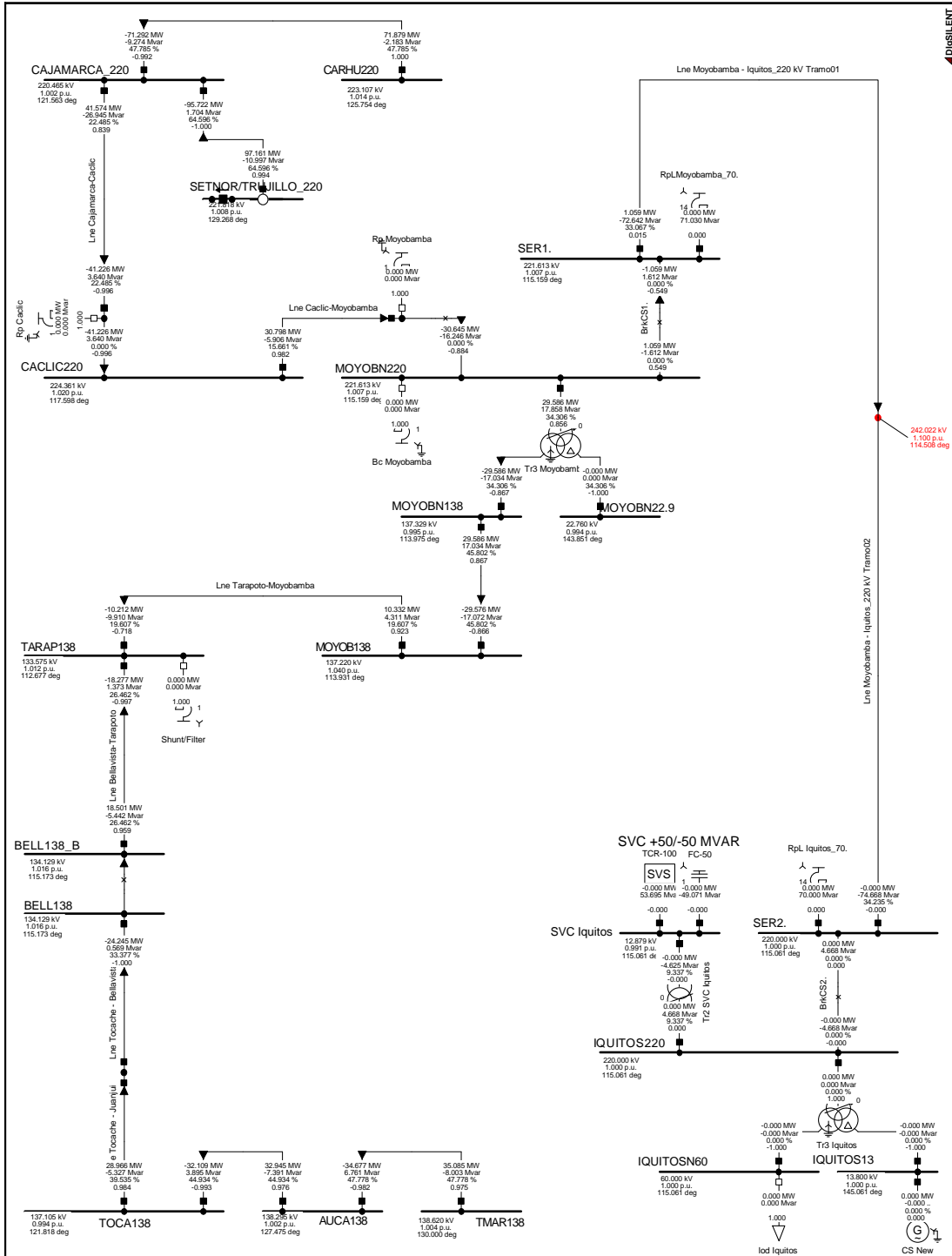
Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

CESEL
INGENIEROS

PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBA M B A - IQUITOS
ENERGIZACION DE LINEA DE TRANSMISION
ETAPA 3
ESTIAJE MAXIMA DEMANDA 2016

Proyecto: 115500
Gráfica: LT 220 kV Moyoba
Fecha: 15/02/2012
Anexo:



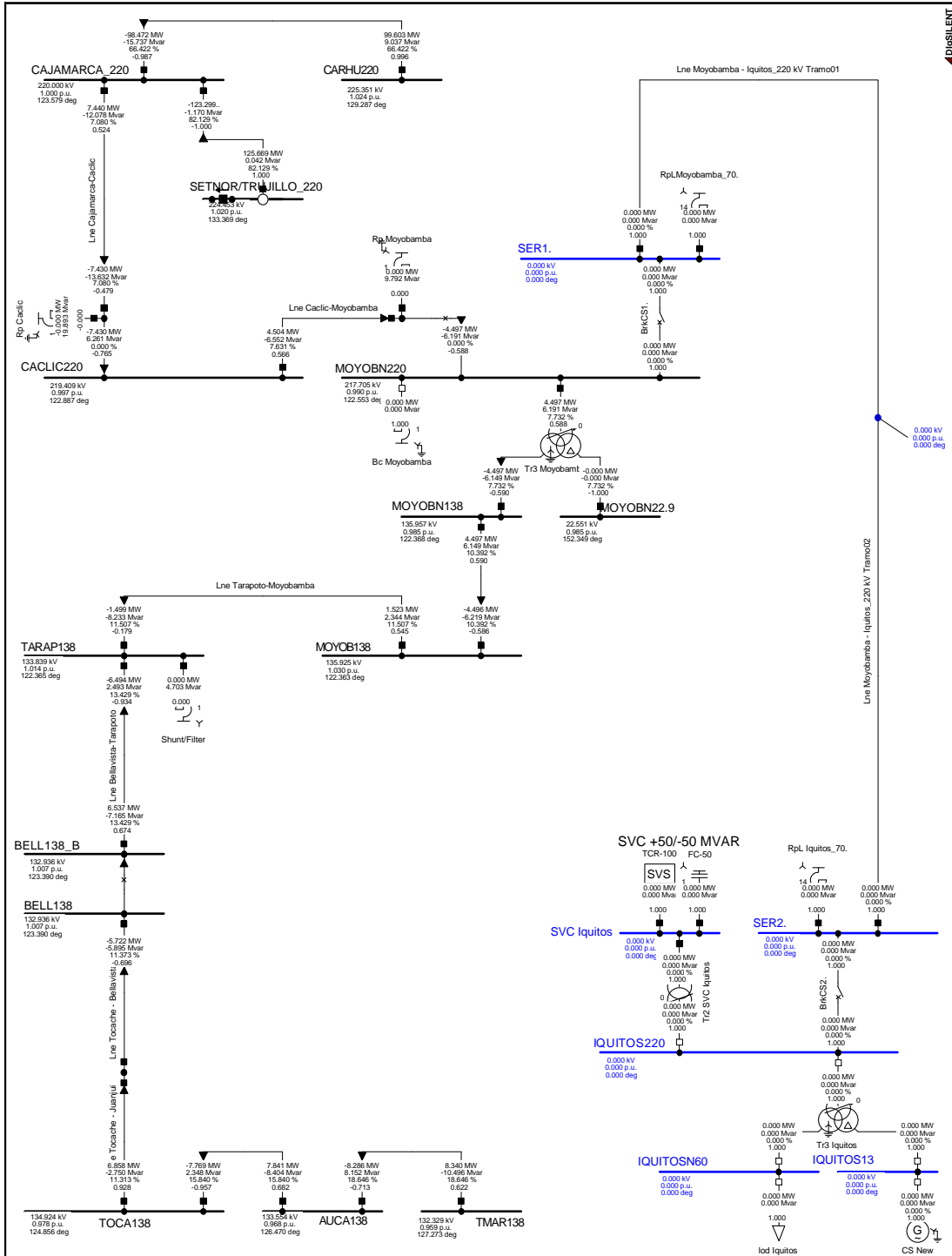
Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

CESEL
INGENIEROS

PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS
ENERGIZACION DE LINEA DE TRANSMISION
ETAPA 4
ESTIAJE MAXIMA DEMANDA 2016

Proyecto: 115500
Gráfica: LT 220 kv Moyoba
Fecha: 15/02/2012
Anexo:



DIGILENT

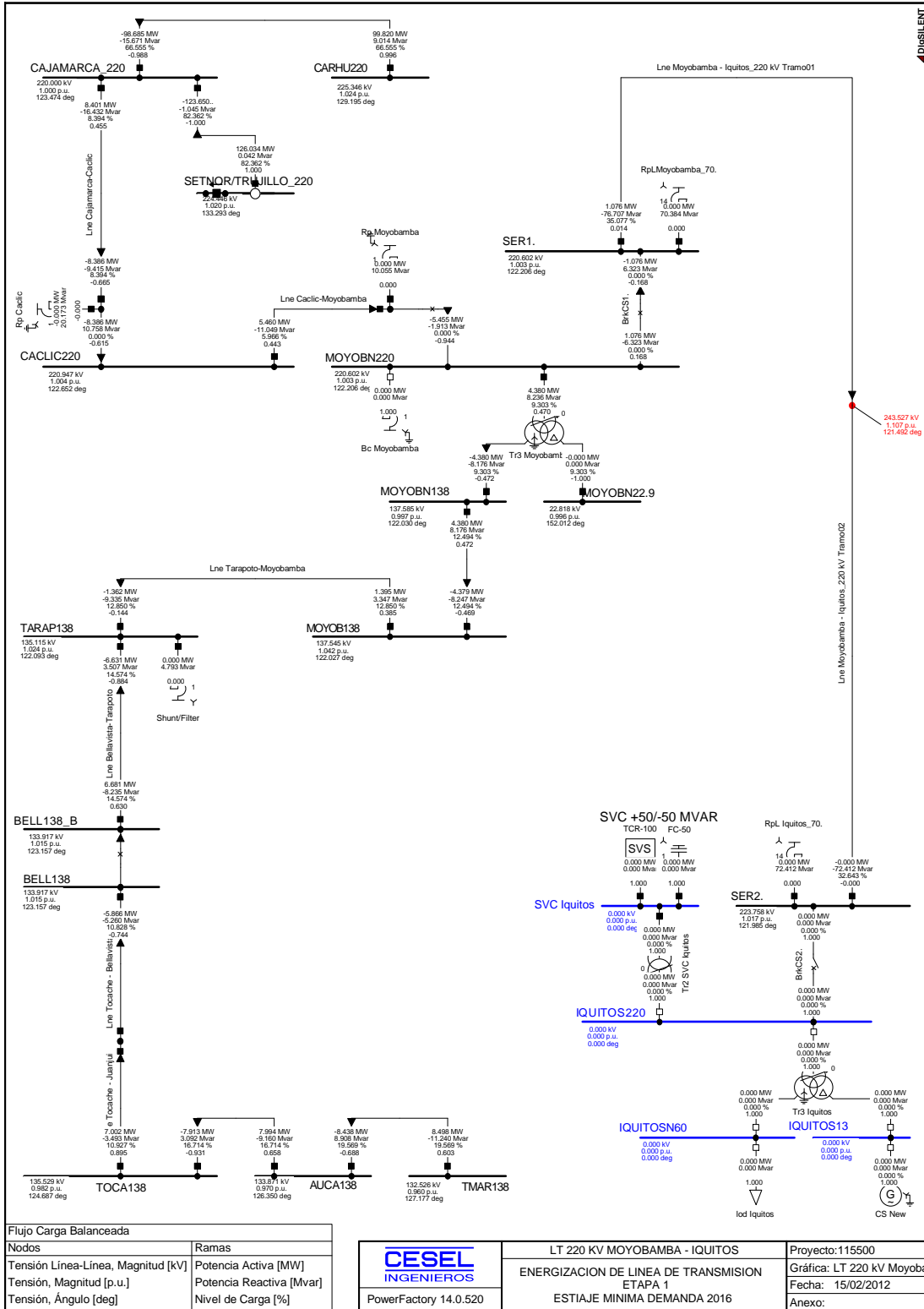
Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

CESEL
INGENIEROS

PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS
ENERGIZACION DE LINEA DE TRANSMISION
ETAPA 0
ESTIAJE MINIMA DEMANDA 2016

Proyecto:115500
Gráfica: LT 220 kv Moyoba
Fecha: 15/02/2012
Anexo:



Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

CESEL
INGENIEROS

PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS

ENERGIZACION DE LINEA DE TRANSMISION
ETAPA 1

ESTIAJE MINIMA DEMANDA 2016

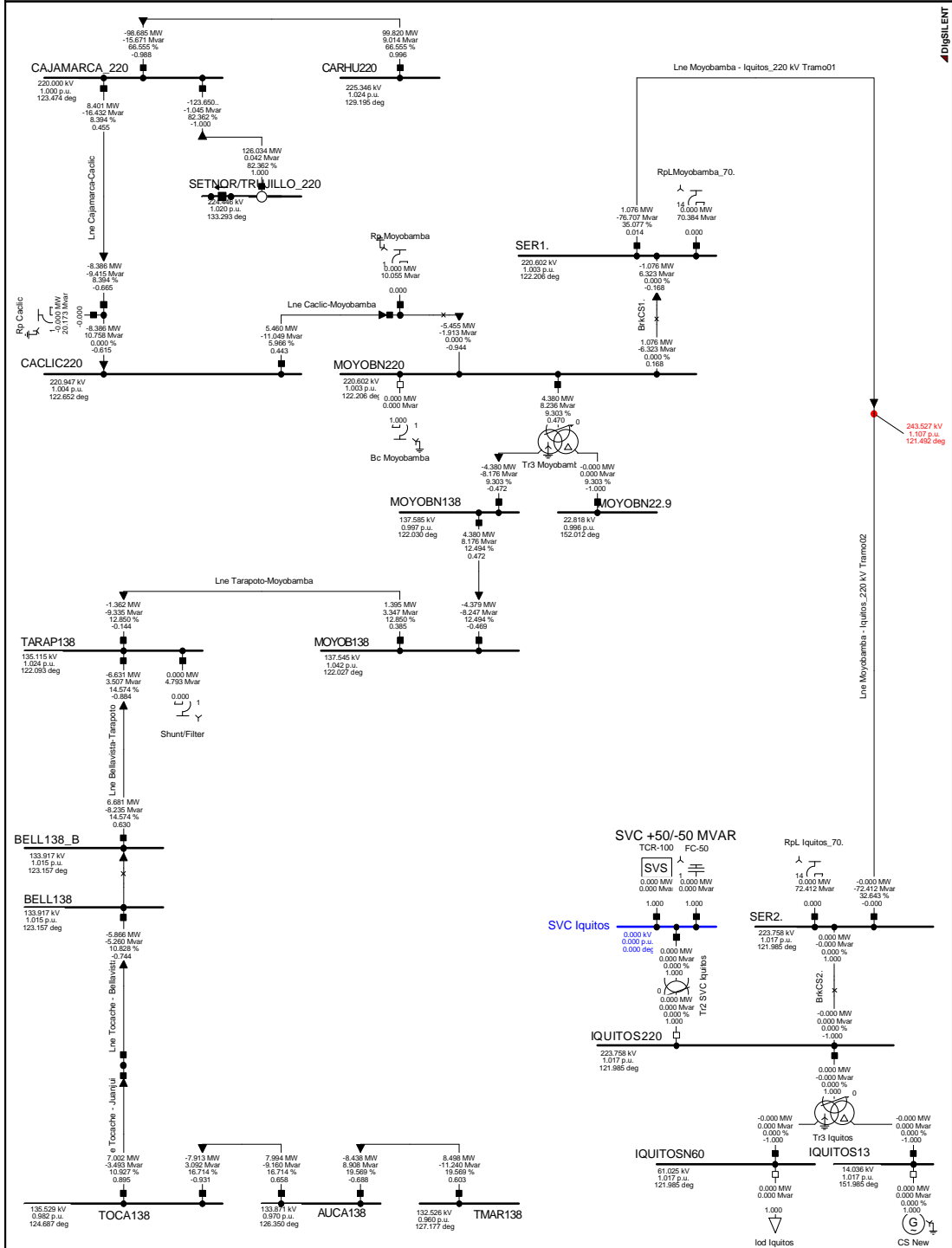
Proyecto:115500

Gráfica: LT 220 kv Moyoba

Fecha: 15/02/2012

Anexo:

Digitilent



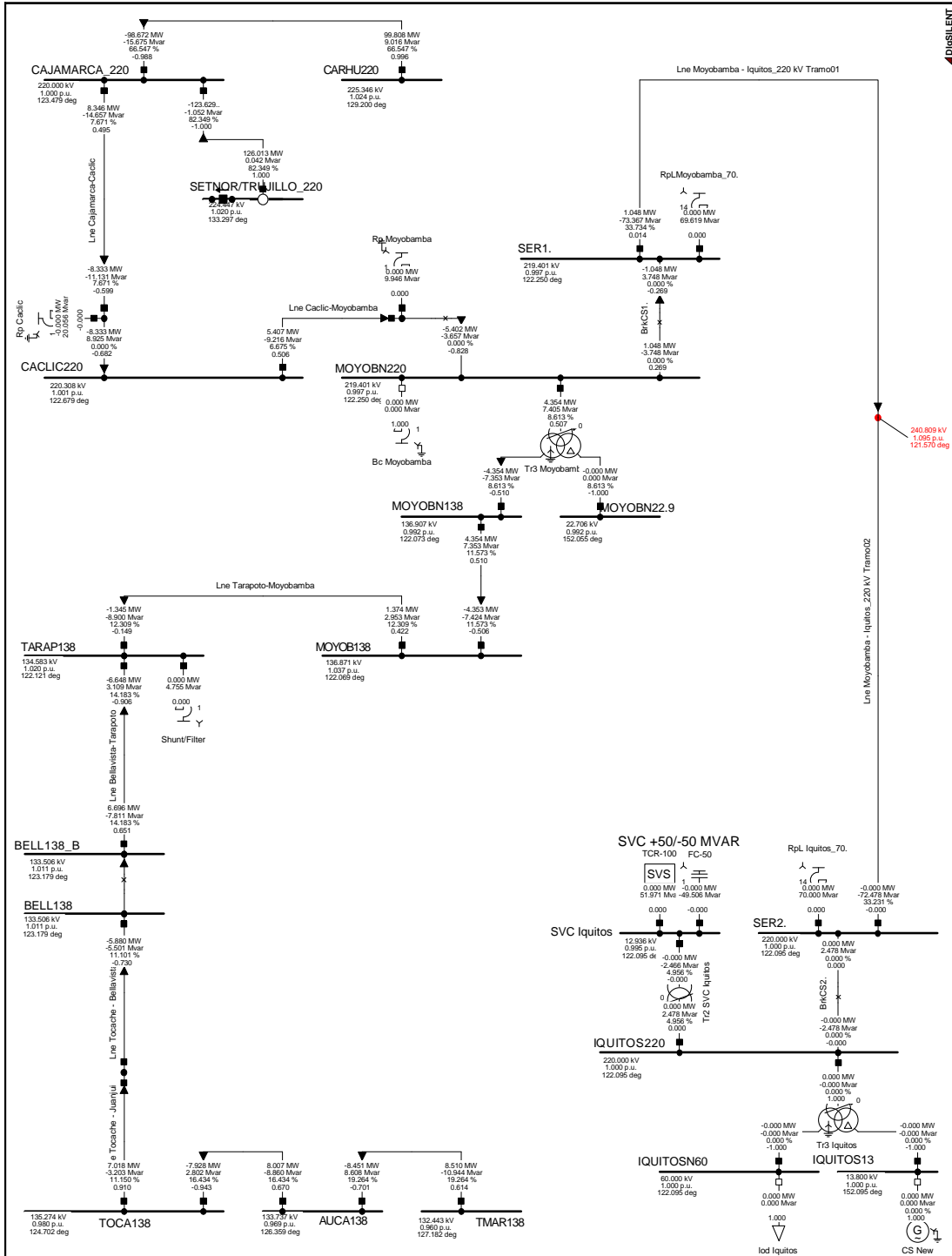
DIGILENT

Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]


 PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS
 ENERGIZACION DE LINEA DE TRANSMISION
 ETAPA 2
 ESTIAJE MINIMA DEMANDA 2016

Proyecto: 115500
 Gráfica: LT 220 kv Moyoba
 Fecha: 15/02/2012
 Anexo:



DIGISILENT

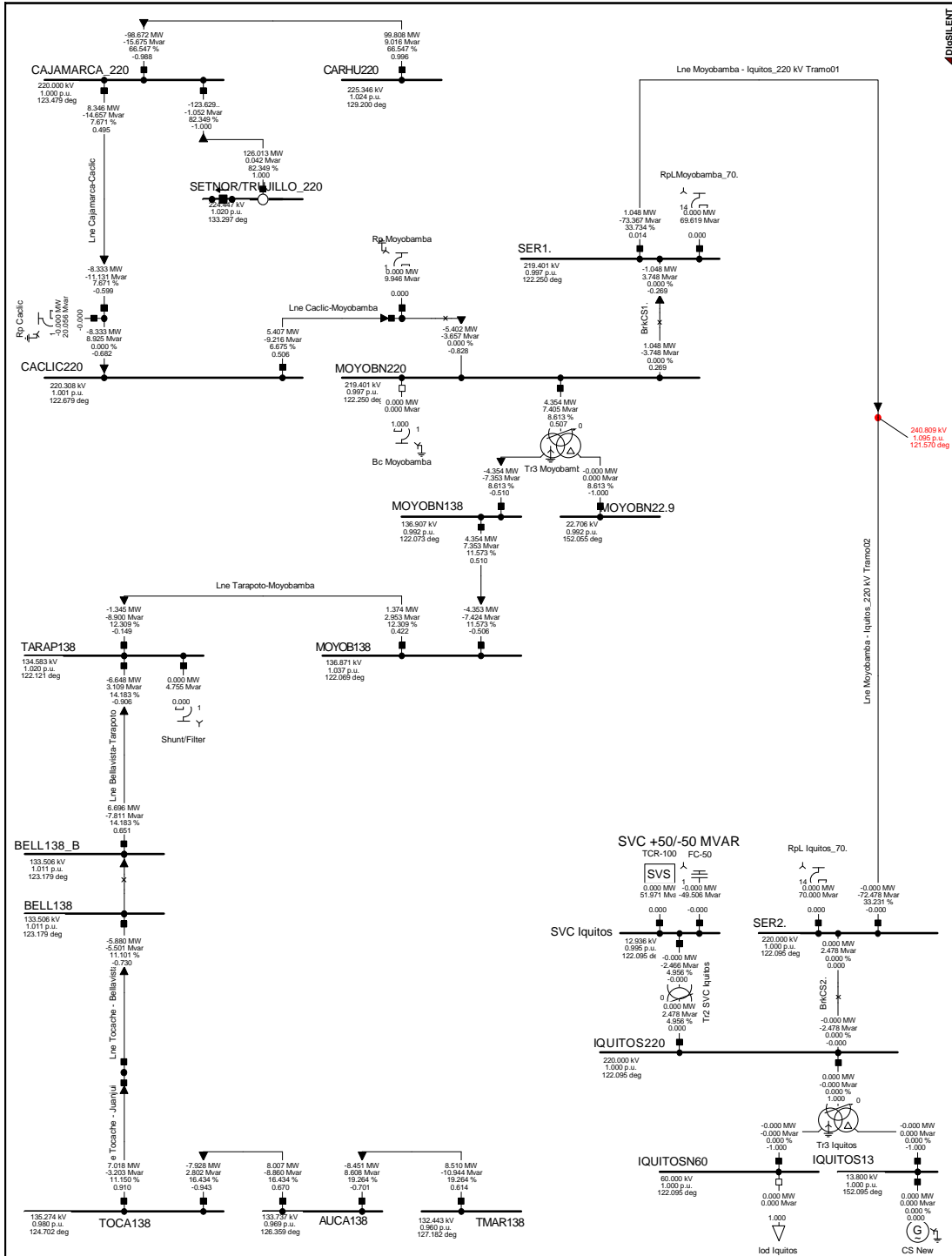
Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

CESEL
INGENIEROS

PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS
ENERGIZACION DE LINEA DE TRANSMISION
ETAPA 3
ESTIAJE MINIMA DEMANDA 2016

Proyecto: 115500
Gráfica: LT 220 kv Moyoba
Fecha: 15/02/2012
Anexo:



DIGISILENT

Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

CESEL
INGENIEROS

PowerFactory 14.0.520

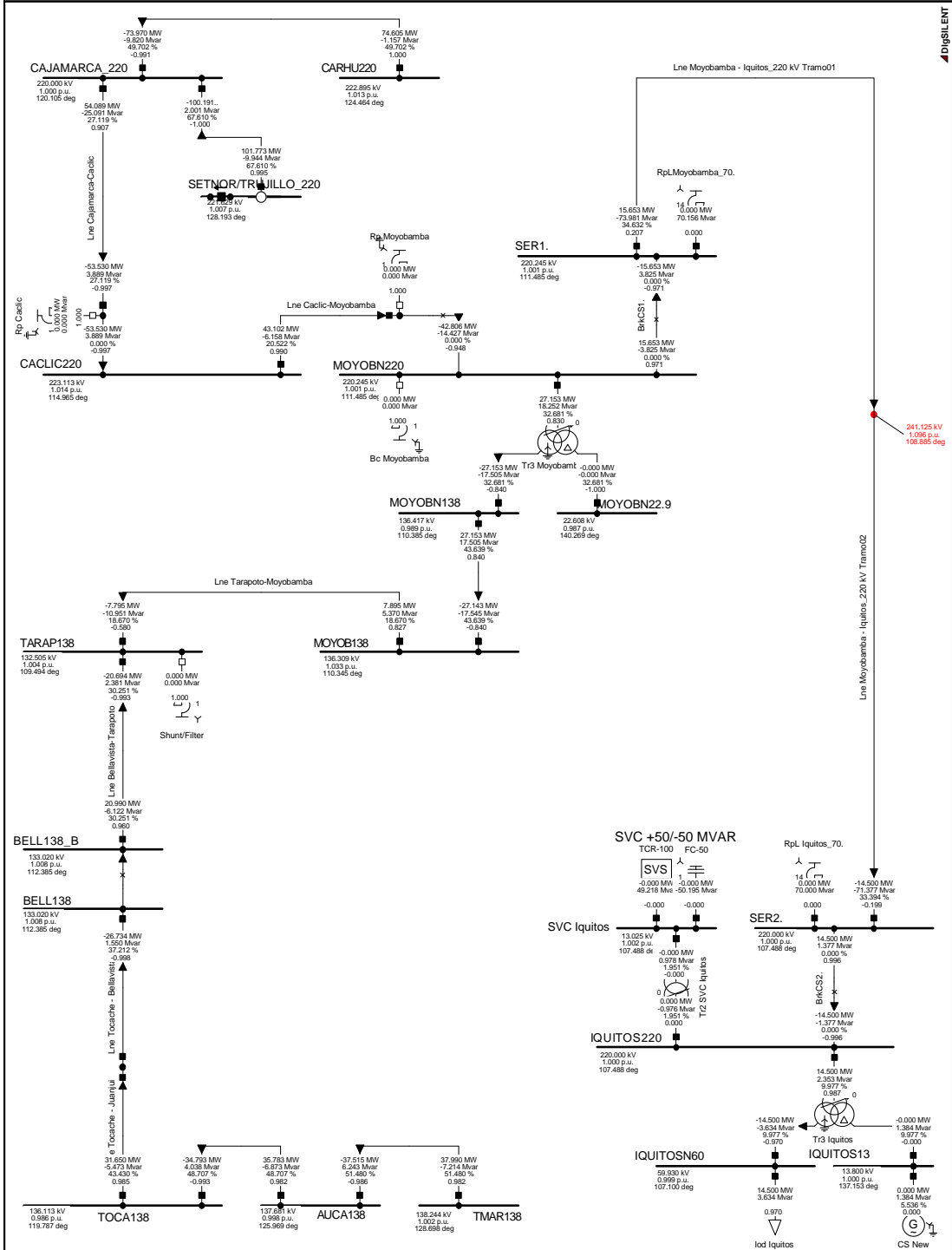
LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS

ENERGIZACION DE LINEA DE TRANSMISION
ETAPA 4
ESTIAJE MINIMA DEMANDA 2016

Proyecto:115500
Gráfica: LT 220 kv Moyoba
Fecha: 15/02/2012
Anexo:

ANEXO N° 03

**SIMULACIONES DE FLUJO DE
POTENCIA DURANTE LA TOMA DE
CARGA**



DIGILENT

Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

CESEL
INGENIEROS

PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS

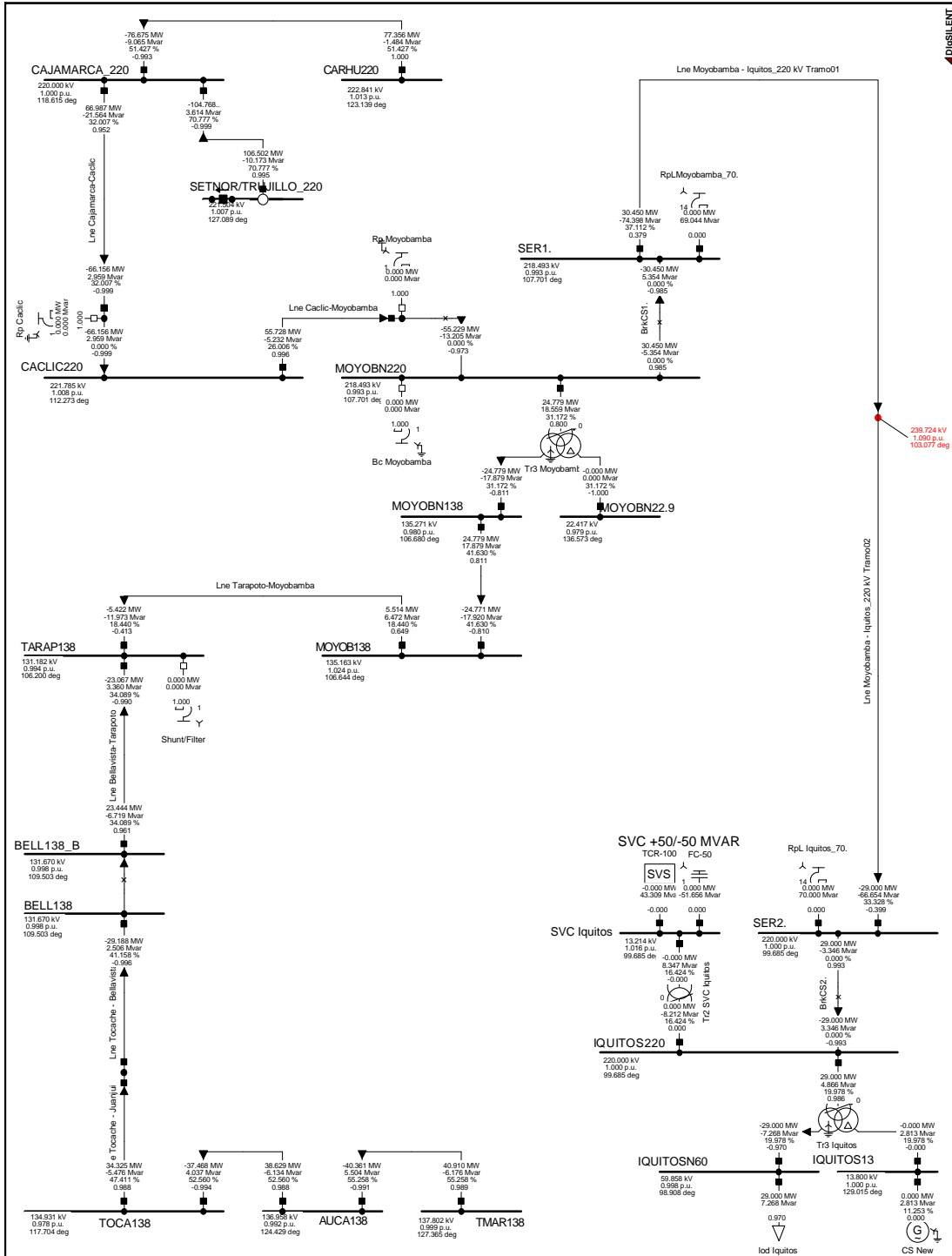
TOMA DE CARGA EN IQUITOS
20% DE CARGA TOTAL
ESTIAJE MAXIMA DEMANDA 2016

Proyecto: 115500

Gráfica: LT 220 kv Moyoba

Fecha: 15/02/2012

Anexo:



DIGI@L@NT

Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

CESEL
INGENIEROS

PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS

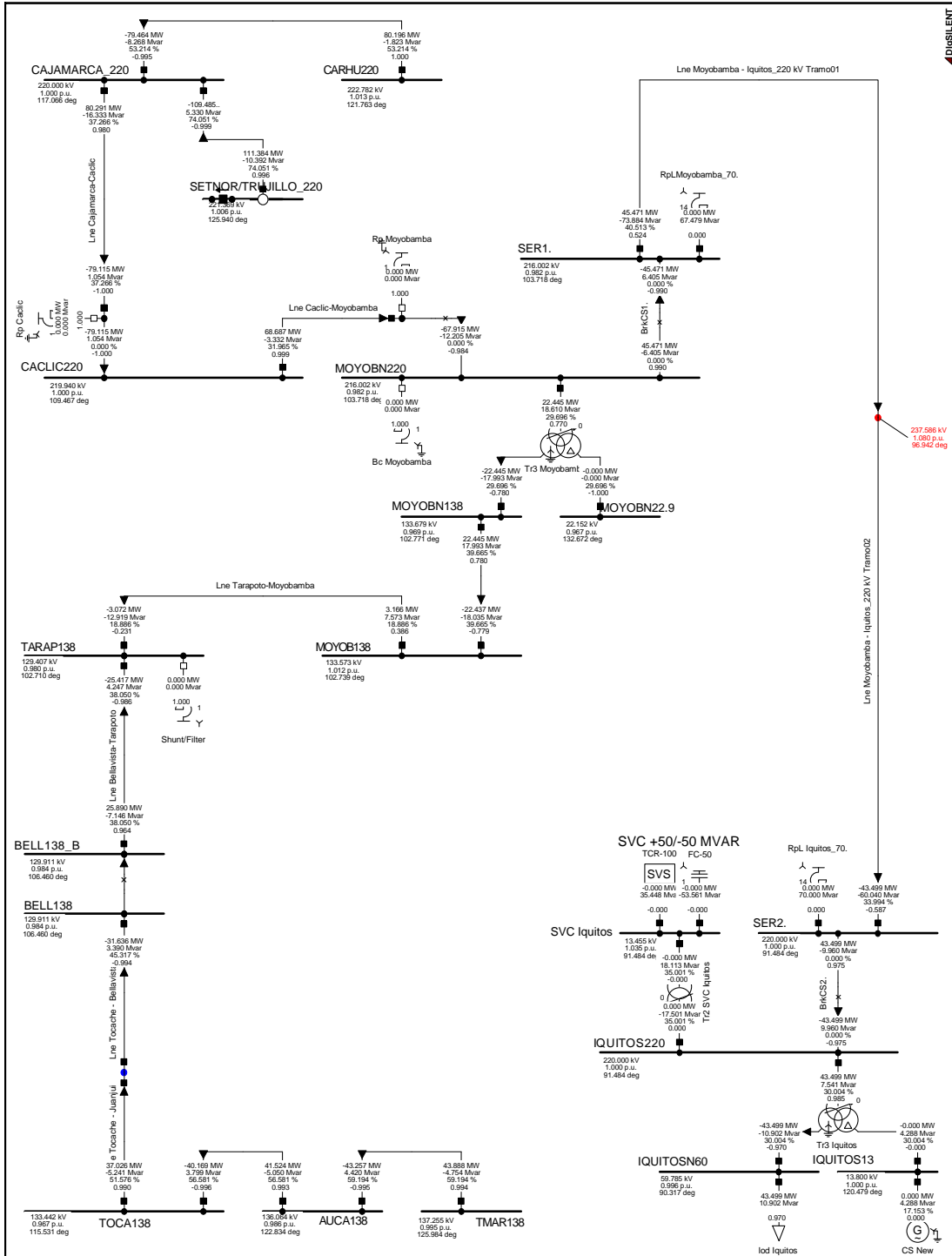
TOMA DE CARGA EN IQUITOS
40% DE CARGA TOTAL
ESTIAJE MAXIMA DEMANDA 2016

Proyecto: 115500

Gráfica: LT 220 kv Moyoba

Fecha: 15/02/2012

Anexo:



DIGISILENT

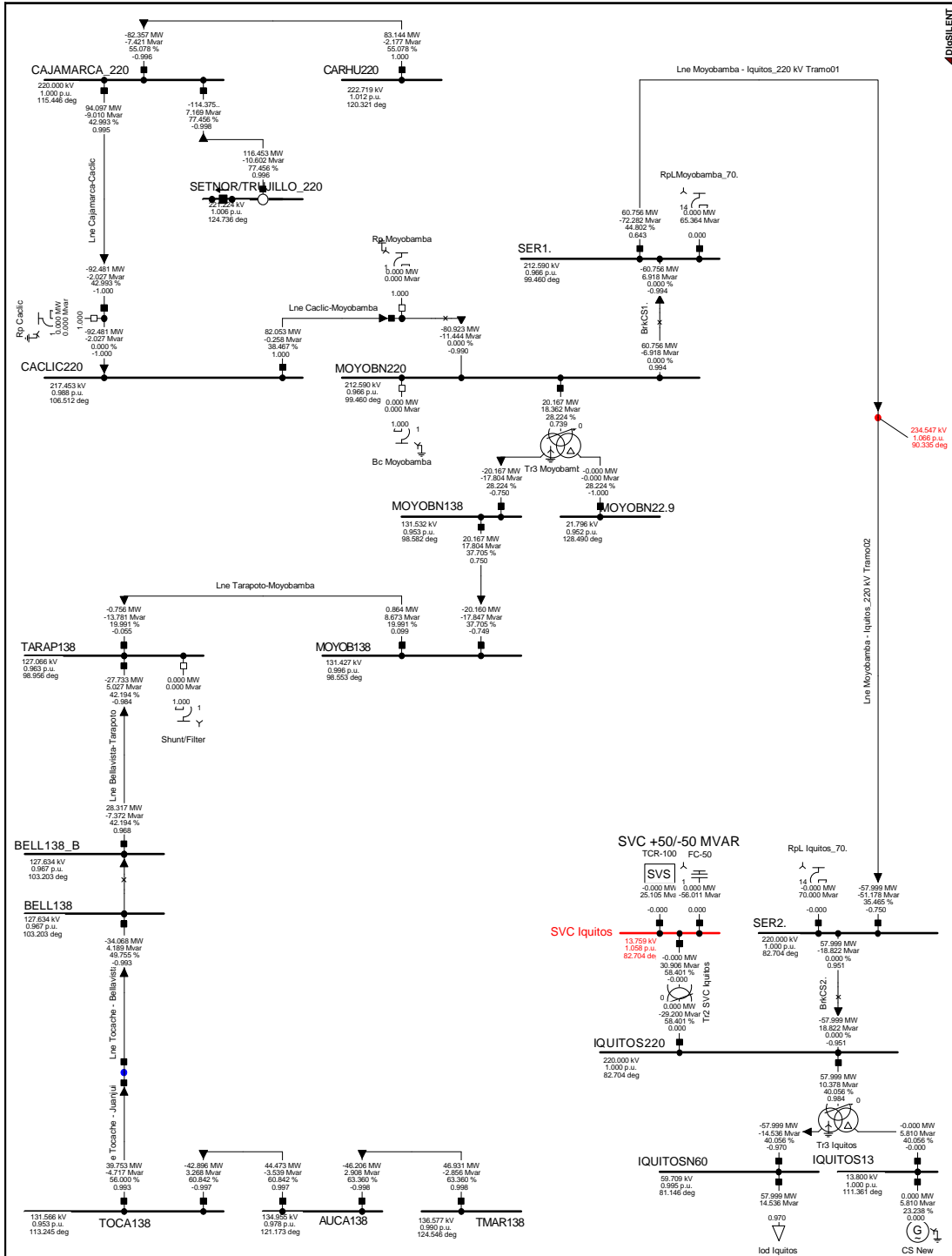
Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

CESEL
INGENIEROS

PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS
TOMA DE CARGA EN IQUITOS
60% DE CARGA TOTAL
ESTIAJE MAXIMA DEMANDA 2016

Proyecto: 115500
Gráfica: LT 220 kv Moyobamba
Fecha: 15/02/2012
Anexo:



DIGILENT

Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

CESEL
INGENIEROS

PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS

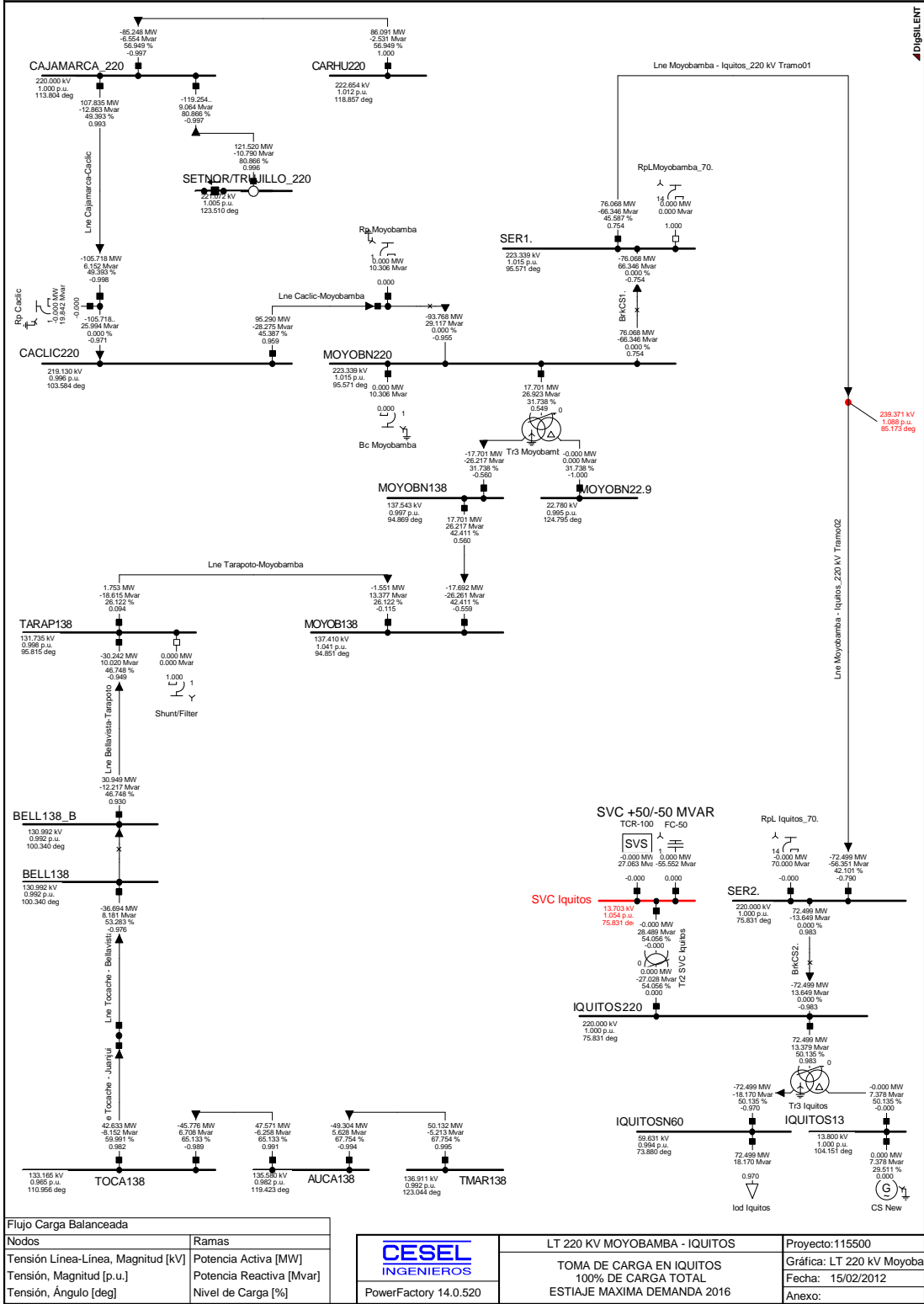
TOMA DE CARGA EN IQUITOS
80% DE CARGA TOTAL
ESTIAJE MAXIMA DEMANDA 2016

Proyecto: 115500

Gráfica: LT 220 kv Moyobamba

Fecha: 15/02/2012

Anexo:



Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

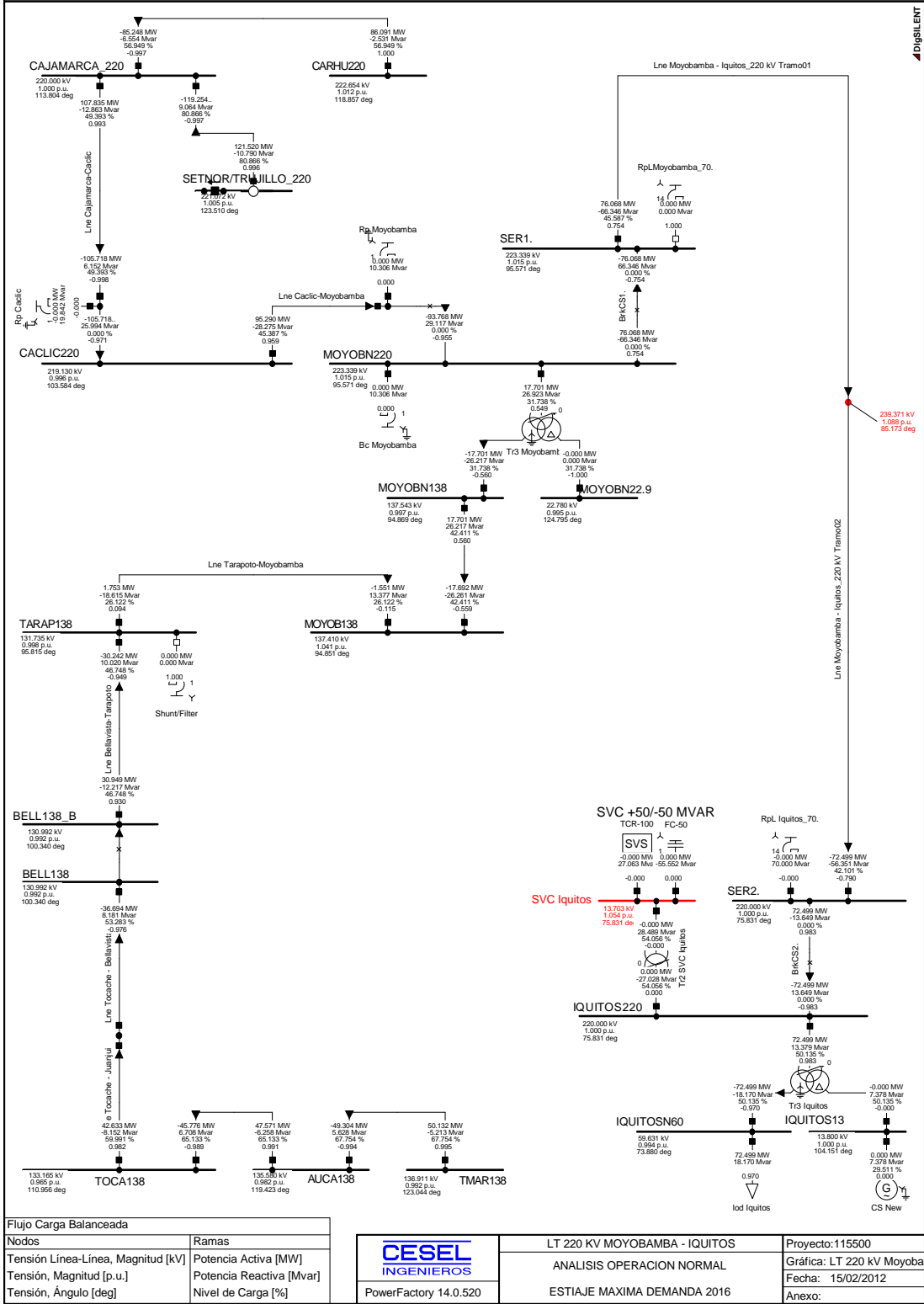
CESEL
INGENIEROS
PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS
TOMA DE CARGA EN IQUITOS
100% DE CARGA TOTAL
ESTIAJE MAXIMA DEMANDA 2016

Proyecto:115500
Gráfica: LT 220 kv Moyoba
Fecha: 15/02/2012
Anexo:

ANEXO N° 04

**SIMULACIONES DE FLUJO DE
POTENCIA EN OPERACIÓN NORMAL**

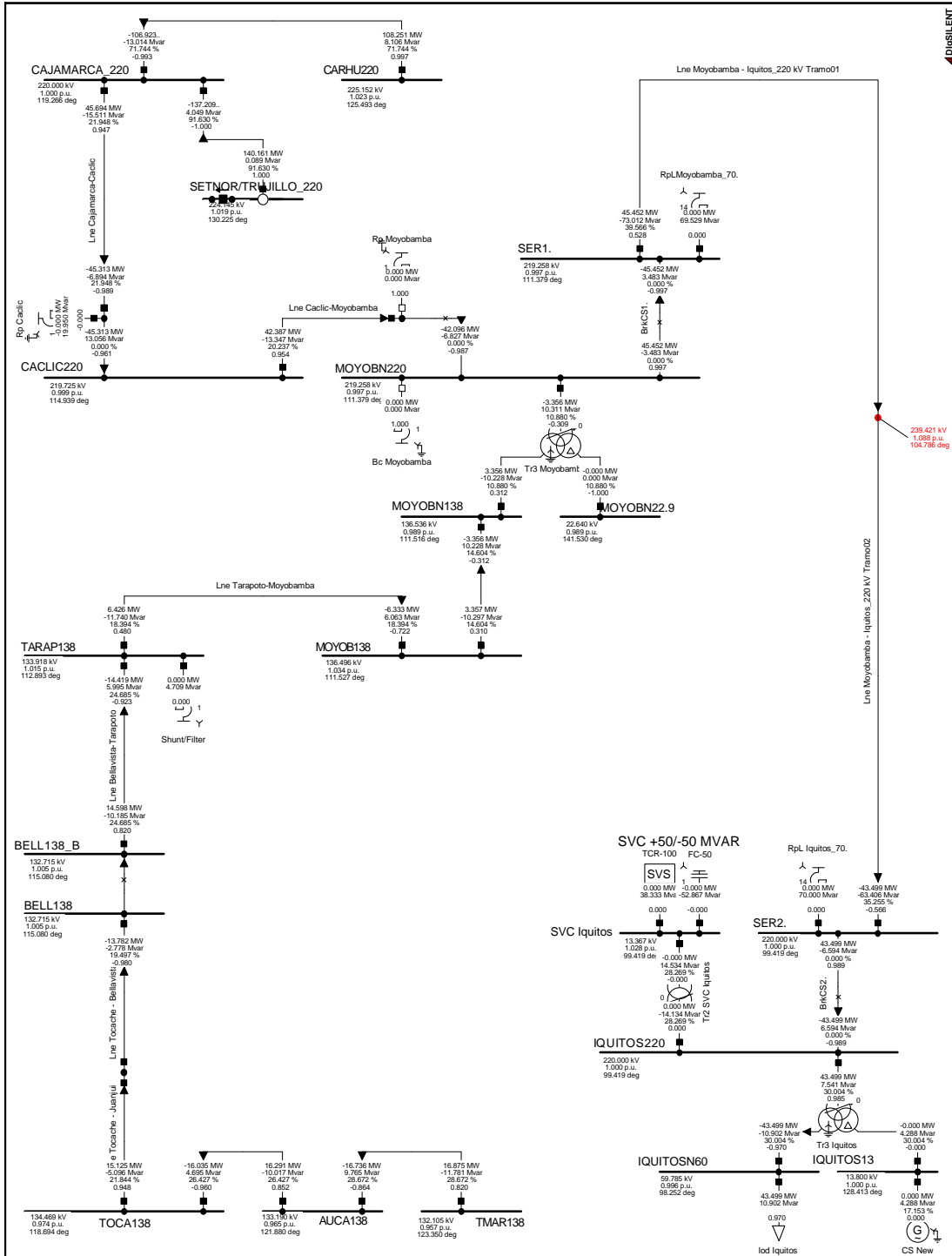


Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

CESEL
INGENIEROS
PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS
ANALISIS OPERACION NORMAL
ESTIAJE MAXIMA DEMANDA 2016

Proyecto:115500
Gráfica: LT 220 kv Moyobamba
Fecha: 15/02/2012
Anexo:



DIGISILENT

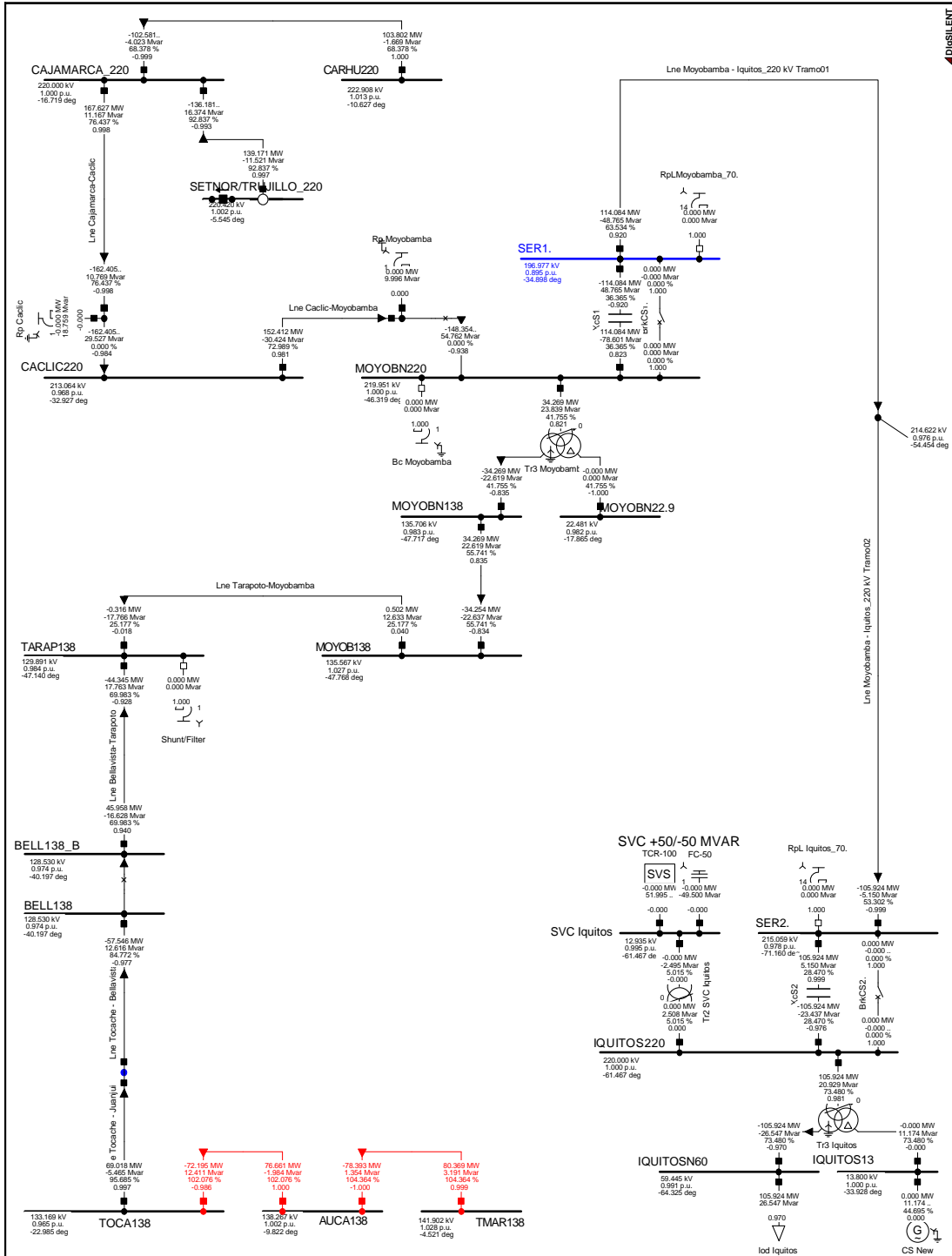
Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

CESEL
INGENIEROS

PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS
ANÁLISIS OPERACION NORMAL
ESTIAJE MINIMA DEMANDA 2016

Proyecto: 115500
Gráfica: LT 220 kV Moyobamba
Fecha: 15/02/2012
Anexo:



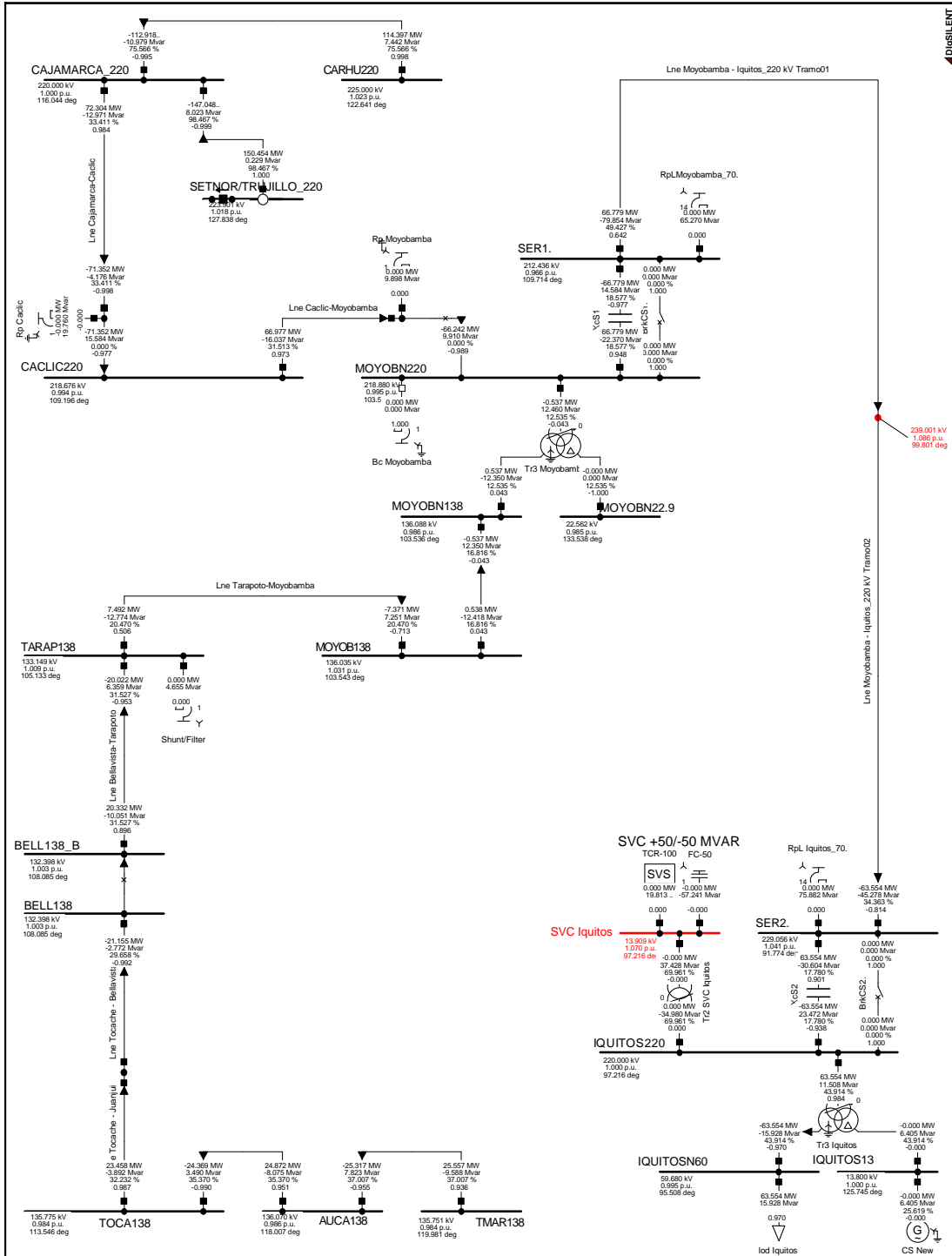
DIGILENT

Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

CESEL
INGENIEROS
PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS
ANÁLISIS OPERACION NORMAL
ESTIAJE MAXIMA DEMANDA 2021

Proyecto:115500
Gráfica: LT 220 kV Moyobamba
Fecha: 15/02/2012
Anexo:



DIGILENT

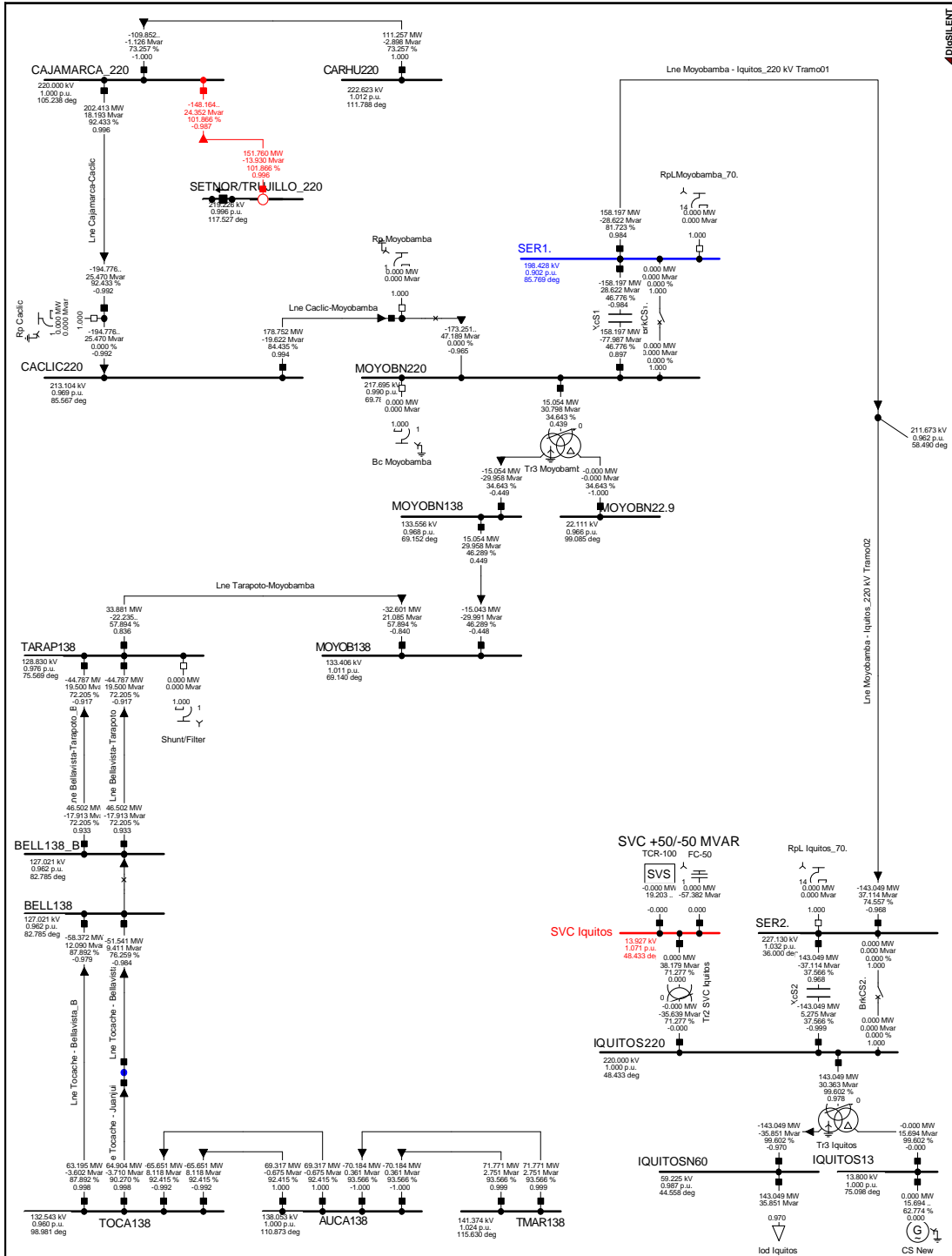
Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

CESEL
INGENIEROS

PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS
ANÁLISIS OPERACION NORMAL
ESTIAJE MINIMA DEMANDA 2021

Proyecto: 115500
Gráfica: LT 220 kV Moyoba
Fecha: 15/02/2012
Anexo:

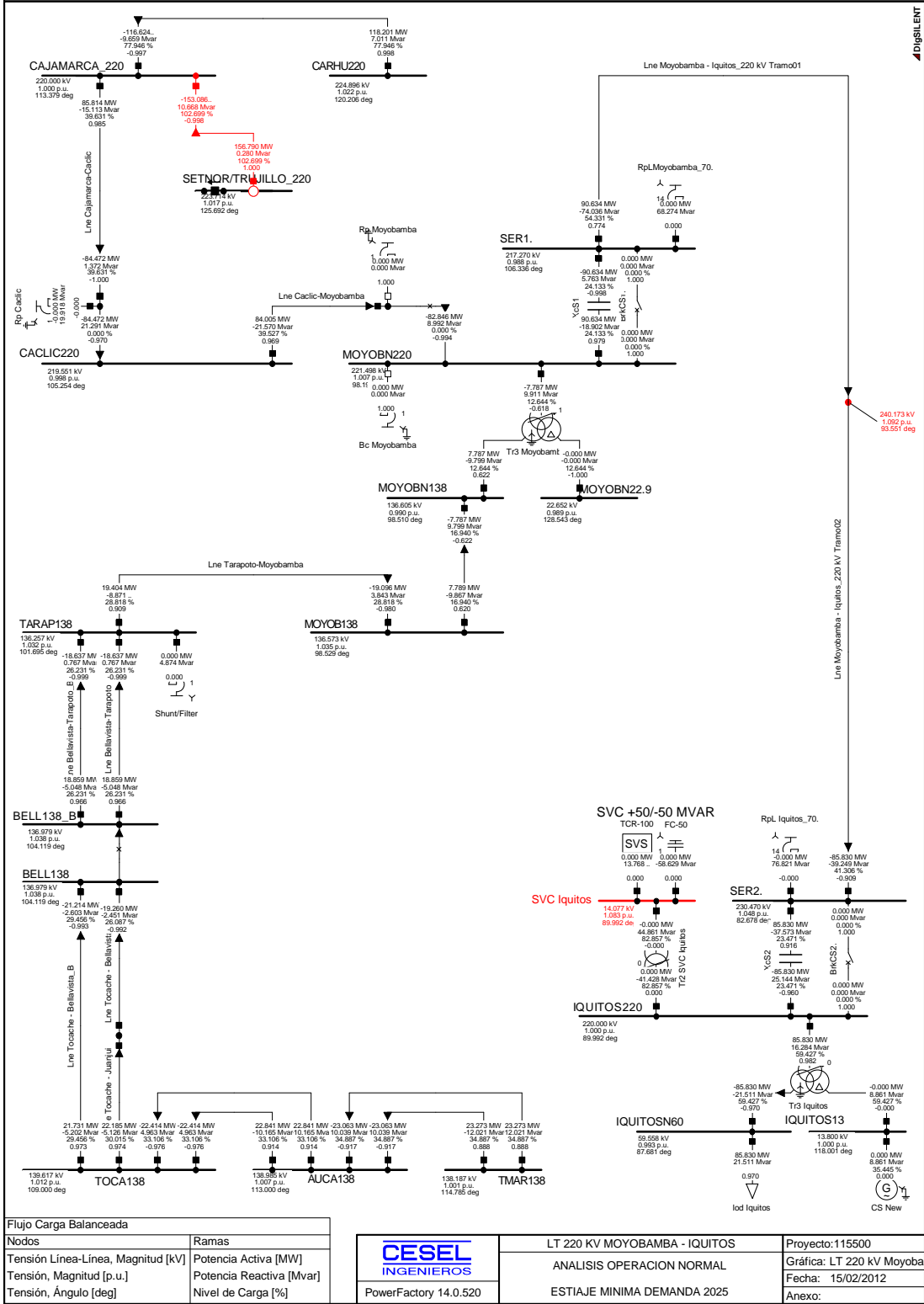


Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

CESEL
INGENIEROS
PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS
ANÁLISIS OPERACION NORMAL
ESTIAJE MAXIMA DEMANDA 2025

Proyecto: 115500
Gráfica: LT 220 kv Moyobamba
Fecha: 15/02/2012
Anexo:



Flujo Carga Balanceada	
Nodos	Ramas
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Activa [MW]
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Reactiva [Mvar]
Tensión, Ángulo [deg]	Nivel de Carga [%]

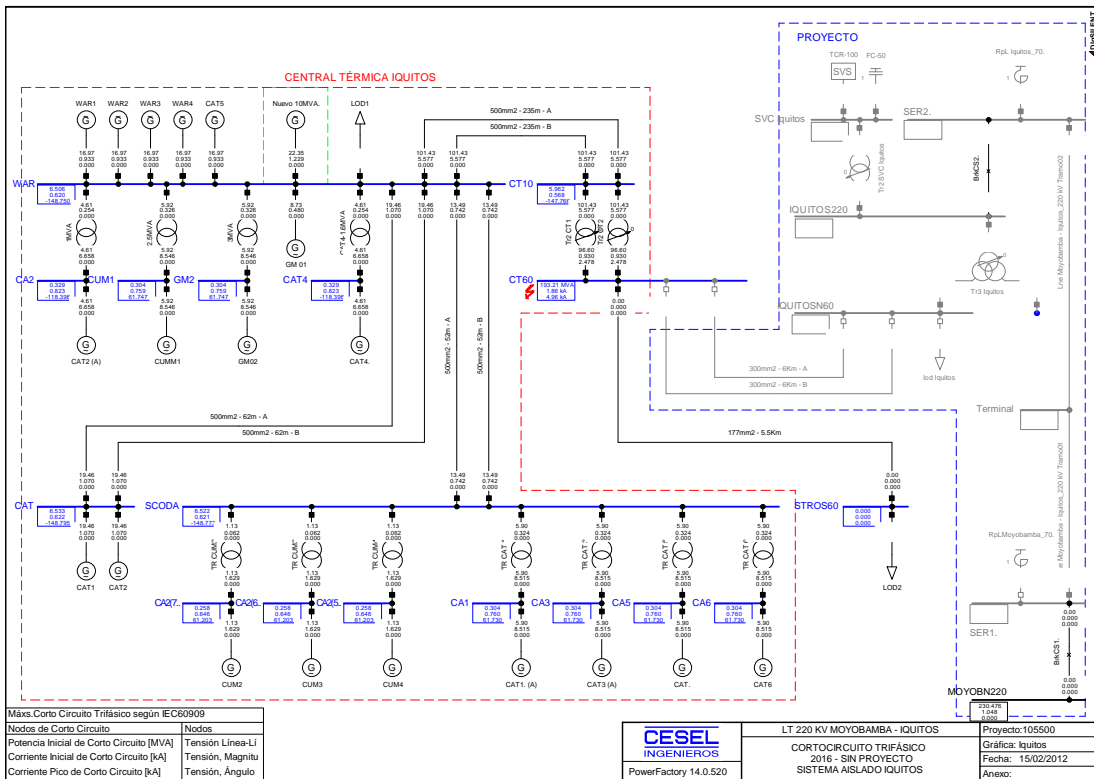
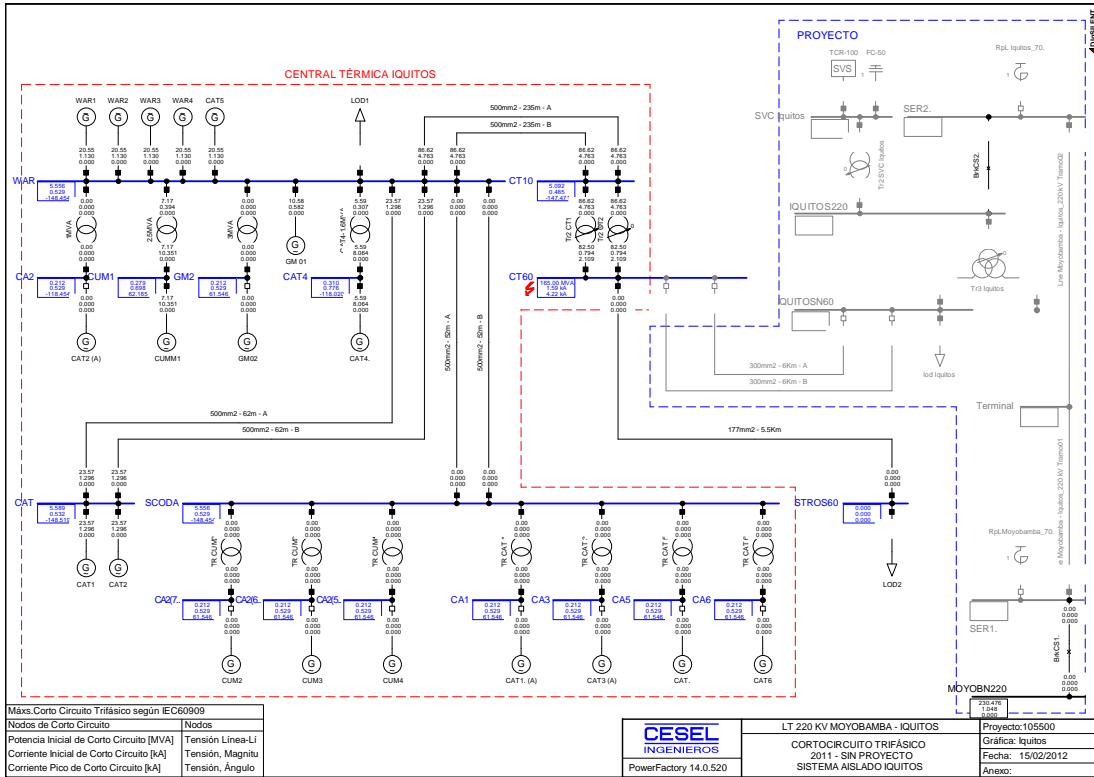
CESEL
INGENIEROS
PowerFactory 14.0.520

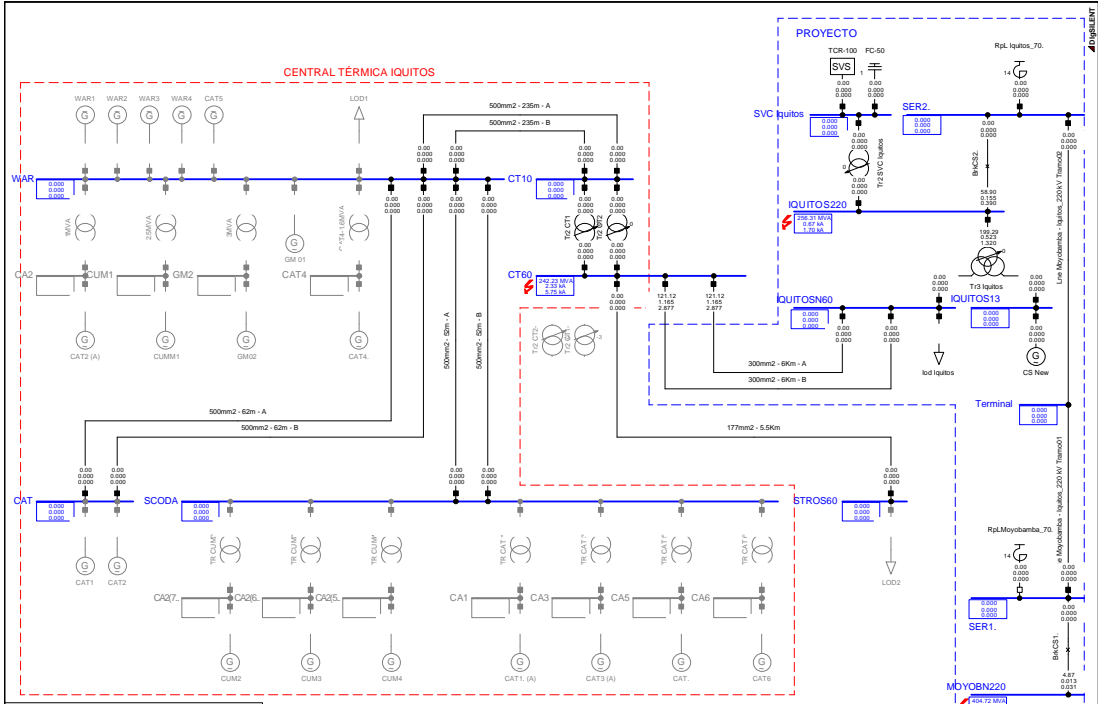
LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS
ANALISIS OPERACION NORMAL
ESTIAJE MINIMA DEMANDA 2025

Proyecto:115500
Gráfica: LT 220 kv Moyoba
Fecha: 15/02/2012
Anexo:

ANEXO N° 05

SIMULACIONES DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO





Máx Corto Circuito Trifásico según IEC60909	
Nodos de Corto Circuito	Nodos
Potencia Inicial de Corto Circuito [MVA]	Tensión Línea-L1
Corriente Inicial de Corto Circuito [kA]	Tensión, Magnitud
Corriente Pico de Corto Circuito [kA]	Tensión, Ángulo

CESEL
INGENIEROS
PowerFactory 14.0.520

LT 220 KV MOYOBAMBA - IQUITOS
CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO
2016 - CON PROYECTO

Proyecto: 105500
Gráfica: Iquitos
Fecha: 15/02/2012
Anexo: