

ANEXO III-3
Análisis de las Alternativas

Tabla de contenido

1. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS	3
1.1. Análisis de ampliaciones Alternativa 1-A.....	3
1.1.1. Un circuito entre las EETT Sabanitas y Panamá 3 en 230 kV	3
1.1.2. Dos circuitos en 500 kV entre las EETT Chiriquí Grande y Panamá 3.....	3
1.1.3. 2do circuito en 230 kV entre las EETT Fortuna y Chiriquí Grande.....	4
1.1.4. Segundo circuito entre las EETT Sabanitas y Panamá 3 en 230 kV.....	4
1.1.5. Tercer circuito entre las EETT Panamá y Panamá 3 en 230 kV	4
1.2. Análisis de ampliaciones Alternativa 1-B.....	4
1.2.1. Dos circuitos en 500 kV (operado en 230 kV) entre las EETT Chiriquí Grande y Panamá 3.....	4
1.2.2. Un circuito entre las EETT Sabanitas y Panamá 3 en 230 kV	5
1.2.1. Segundo circuito entre las EETT Sabanitas y Panamá 3 en 230 kV.....	5
1.3. Análisis de ampliaciones Alternativa 2-A.....	5
1.3.1. Un circuito entre las EETT Sabanitas y Panamá 3	5
1.3.2. Una doble terna entre las EETT Chiriquí Grande y Guasquitas	5
1.3.3. Un circuito entre las EETT Chiriquí Grande y Fortuna	5
1.3.4. Dos circuitos entre las EETT DT 230 kV Punta Rincón -Panamá 3 (plan ETESA)..	5
1.3.5. DT 230 KV VEL-SBA-LSA-ECO-BUR-PAN3-PAN2 REPOTENCIACIÓN 400 MVA (Plan ETESA)	5
1.3.6. DT 230 KV VEL-BEV-LSA-EHI-CHO-PAN Repotenciación 608 MVA (ETESA).....	6
1.3.7. 2 DO CKT 230 KV SABANITAS - PANAMÁ 3.....	6
1.4. Análisis de ampliaciones Alternativa 2-B.....	6
1.4.1. Un circuito entre las EETT Sabanitas y Panamá 3	6
1.4.1. Dos circuitos en 230 kV entre las EETT Chiriquí Grande y Panamá 3.....	6
1.4.2. Segundo circuito 230 KV SABANITAS - PANAMÁ 3.....	7
2. ANÁLISIS PARTICULARES	7
2.1. Detalle de los requerimientos la ALT 2B -Escenario Optimista y Transferencia Regional.....	7
2.1.1. Alternativa 2B + 330 MW Carbonera + 300 MW Transferencia y tres líneas compensadas	8
2.1.2. Alternativa 2B + 330 MW Carbonera + 300 MW Transferencia y cuatro líneas compensadas	10

1. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS

El análisis de los resultados de los estudios eléctricos determinó los siguientes grupos de ampliaciones para desarrollar en el sistema eléctrico panameño, consideran la Alternativa 1 que desarrolla la Red en 500 kV, y la Alternativa 2 lo hace en una tensión no mayor a 230 kV.

El siguiente grupo de unifilares de la red eléctrica de Panamá, muestra principalmente las líneas de alta tensión en 230 kV y generación existente en cada escenario, y las ampliaciones candidatas que permiten cumplir con los criterios operativos para el diseño de la red de largo plazo (2020-2026).

El análisis de los resultados de los estudios eléctricos determinó los siguientes grupos de ampliaciones para desarrollar el sistema, consideran la Alternativa 1 que desarrolla la Red en 500 kV, y la Alternativa 2 lo hace en una tensión no mayor a 230 kV.

1.1. Análisis de ampliaciones Alternativa 1-A

1.1.1. Un circuito entre las EET Sabanitas y Panamá 3 en 230 kV

En escenarios de época seca, no es posible despachar la generación térmica vinculada a la ET Sabanitas (CNO Y GASM, máxima generación entre ambas es 762 MW), ante la salida de uno de los vínculos de 230 kV entre Sabanita y Panamá 2. Se propone reforzar la transmisión mediante el ingreso de UN circuito de 230 kV entre Sabanitas y Panamá 3 (47 km).

El requerimiento de esta ampliación responde a las necesidades de cumplimiento del estado operativo N-1 para evacuar toda la generación que se vincula a la ET Sabanitas (Costa Norte y Sabanitas). La no existencia del circuito genera sobrecargas aplicando el criterio N-1 en el escenario de de Seca de 2020, que la congestión pueden ser eliminados con una reducción de los despachos de esa zona. No incorporar el nuevo circuito generar la necesidad de despachar otra generación más costosa, que además tiene el contraproducente que no se tiene disponibilidad de generación hidráulica por ser periodo de seca.

1.1.2. Dos circuitos en 500 kV entre las EET Chiriquí Grande y Panamá 3

El ingreso de nuevas ampliaciones de generación del tipo hidroeléctrica, eólica y solar en el occidente del país, para el periodo que comprende al 2020 al 2026 de acuerdo al Plan Indicativo de Generación, determina la necesidad de incorporar nueva capacidad del sistema de transmisión asociado a los vínculos entre occidente y oriente.

Para acompañar el crecimiento de la generación se propone el ingreso de dos circuitos en 500 kV entre Chiriquí Grande y Panamá 3, de capacidad aproximada de 1,280 MVA por circuito en condiciones normales de operación y 1,856 MVA en condiciones de emergencia (esto se tendrá que verificar con el diseño final de la línea). El proyecto se complementa con los siguientes refuerzos: 6 transformadores elevadores 500/230 kV, 3 por cada nueva subestación, reactores de línea y SVC Panamá 3 (+150/-30 MVar). Esto permite generar despachos con bajo costo operativo y eliminar las posibles restricciones. No incrementar de capacidad de transmisión genera incumplimiento del criterio N-1, tensiones al límite de los valores admisibles, grandes pérdidas de potencia activa.

El proyecto consiste en la construcción una cuarta línea de transmisión proveniente desde el occidente del país, en el área de Bocas del Toro, Subestación Chiriquí Grande, hasta la nueva subestación Panamá 3, ubicada en el área de la ciudad capital. Debido a las restricciones de rutas y servidumbres para el tendido de nuevas líneas de transmisión en el trazado de las líneas existentes, es que se ha considerado que este nuevo vínculo bajo un nuevo trazado. El nuevo

trazado es cercano al océano Atlántico y tendría una longitud aproximada de 330 km.

1.1.3. 2do circuito en 230 kV entre las EET Fortuna y Chiriquí Grande

En escenarios de época lluviosa y demanda media, se incrementa el flujo por la línea Guasquitas-Cañazas hacia el ST de 500 kV. Como resultado, la salida de esa línea produce una redistribución del flujo hacia otras líneas, produciendo la sobrecarga del circuito de 230 kV entre Fortuna y Chiriquí Grande. Se propone reforzar la transmisión mediante la duplicación del circuito entre Fortuna y Chiriquí Grande (37,7 km).

Al igual que en el caso anterior, para el escenario lluvioso de 2020 se requiere la ampliación de referencia, el principal sentido poder evacuar la generación de la zona norte del occidente. El requerimiento de esta ampliación responde a las necesidades del cumplimiento del criterio N-1, ya que la existencia del corredor en 500 kV determina flujo desde la ET Fortuna a las ET Chiriquí Grande y requiere refuerzo para permitir a la generación local económica alcanzar el sistema de 500 kV.

1.1.4. Segundo circuito entre las EET Sabanitas y Panamá 3 en 230 kV

En escenarios de época seca y demanda media de 2025, se incrementa la generación térmica vinculada en la ET Sabanita. Luego ante la salida de uno de los dos circuitos de 230 kV entre GON y PAN2, se sobrecarga el otro circuito en paralelo. Se propone reforzar la transmisión mediante el ingreso del SEGUNDO circuito de 230 kV entre Sabanitas y Panamá 3 (47 km).

Al igual que en el caso anterior, el requerimiento de esta ampliación responde a las necesidades de cumplimiento del estado operativo N-1 para evacuar toda la generación que se vincula a la ET Ssbanitas (Costa Norte y Sabanitas). La no existencia del circuito genera sobrecargas aplicando el criterio N-1 en el escenario de de Seca de 2025, que la congestión pueden ser eliminados con una reducción de los despachos de esa zona. No incorporar el nuevo circuito generar la necesidad de despachar otra generación más costosa, que además tiene el contraproducente que no se tiene disponibilidad de generación hidráulica por ser periodo de seca.

1.1.5. Tercer circuito entre las EET Panamá y Panamá 3 en 230 kV

En escenario de época lluviosa y demanda máxima del año 2025, el circuito DT 230 kV entre Panamá y Panamá 3 se encuentra cargado aproximadamente al 65% de su capacidad dada por el RATE A. En esta situación ante la salida de cualquiera de los dos circuitos que conforman la doble terna, se sobrecarga el otro circuito paralelo, llegando a una carga equivalente a 110% de la capacidad dada por el RATE C. Se propone reforzar la transmisión mediante el ingreso de un tercer circuito de vinculación en 230 kV entre las estaciones Panamá y Panamá 3 (subterráneo, 3,1 km aproximadamente).

1.2. Análisis de ampliaciones Alternativa 1-B

1.2.1. Dos circuitos en 500 kV (operado en 230 kV) entre las EET Chiriquí Grande y Panamá 3

Similar análisis al análisis de la alternativa 1A en 500 kV, que debido al ingreso de nuevas ampliaciones de generación del tipo hidroeléctrica, eólica y solar en el occidente del país, para el periodo que comprende al 2020 al 2026 de acuerdo al Plan Indicativo de Generación, determina la necesidad de incorporar nueva capacidad del sistema de transmisión asociado a los vínculos entre occidente y oriente.

Para acompañar el crecimiento de la generación se propone el ingreso de dos circuitos en 500 kV operados en 230 kV entre Chiriquí Grande y Panamá 3. El proyecto solo se complementa con la

nueva subestación Chiriquí Grande en 230 kV. Esto permite generar despachos con bajo costo operativo y eliminar las posibles restricciones. No incrementar de capacidad de transmisión genera incumplimiento del criterio N-1, tensiones al límite de los valores admisibles, grandes pérdidas de potencia activa.

El proyecto consiste en la construcción de la cuarta línea de transmisión proveniente desde el occidente del país, en el área de Bocas del Toro, Subestación Chiriquí Grande, hasta la nueva subestación Panamá 3, ubicada en el área de la ciudad capital. Debido a las restricciones de rutas y servidumbres para el tendido de nuevas líneas de transmisión en el trazado de las líneas existentes, es que se ha considerado que este nuevo vínculo bajo un nuevo trazado. El nuevo trazado es cercano al océano Atlántico y tendría una longitud aproximada de 330 km.

1.2.2. Un circuito entre las EETT Sabanitas y Panamá 3 en 230 kV

Ídem 1.1.1

1.2.1. Segundo circuito entre las EETT Sabanitas y Panamá 3 en 230 kV

Ídem 1.1.4

1.3. Análisis de ampliaciones Alternativa 2-A

1.3.1. Un circuito entre las EETT Sabanitas y Panamá 3

Ídem 1.1.1

1.3.2. Una doble terna entre las EETT Chiriquí Grande y Guasquitas

Es requisito para evacuar la generación ingresante en la zona Chiriquí, y particularmente para cumplir con los criterios de seguridad en condiciones N-1.

1.3.3. Un circuito entre las EETT Chiriquí Grande y Fortuna

Al igual que en el caso anterior, ante condiciones N- 1 es necesario evacuar la generación proyectada para cumplir con los criterios de seguridad.

1.3.4. Dos circuitos entre las EETT DT 230 kV Punta Rincón -Panamá 3 (plan ETESA)

Se propone este vínculo en vista de desarrollar la infraestructura eléctrica que conecte la costa abajo colonense al resto del SIN e identificando una oportunidad de mallar el Sistema Principal de Transmisión e incrementar la capacidad de los vínculos entre occidente y oriente (robustez ante contingencias (N-1)).

El proyecto contempla la ampliación de la subestación Punta Rincón, ampliación de la subestación Panamá III y la construcción de la línea en doble terna en 230 KV.

1.3.5. DT 230 KV VEL-SBA-LSA-ECO-BUR-PAN3-PAN2 REPOTENCIACIÓN 400 MVA (Plan ETESA)

Se prevé un considerable incremento de generación hidráulica, eólica y solar ubicada en el occidente del país, por lo que es necesario contar con capacidad de transmisión para cumplir con criterios Ny N-1. Por ello será necesario desarrollar la capacidad de líneas de transmisión Veladero - Llano Sánchez (230-14/15), Llano Sánchez - El Coco (230-12B/13B) y El Coco - Panamá II

(230-12A/13A). Los estudios iniciales realizados han demostrado que para aumentar la capacidad de esta línea a por lo menos 350 MVA por circuito en condiciones de operación normal, solo será necesario realizar movimientos de tierra en sitios puntuales, cambio de herrajes o aisladores y de ser necesario, torres adicionales, para lograr aumentar la altura de los conductores a tierra, permitiendo así el aumento de capacidad deseado.

1.3.6. DT 230 KV VEL-BEV-LSA-EHI-CHO-PAN Repotenciación 608 MVA (ETESA)

Dado las expectativas del Plan Indicativo de Generación 2016, se prevé incremento de generación hidráulica, eólica y solar ubicada en el occidente del país, de la cual la mayor parte se deberá transmitir a los principales centros de carga, ciudades de Panamá y Colón Para que el sistema de transmisión proveniente desde el occidente pueda transmitir será necesario el aumento de capacidad de líneas de transmisión Veladero – Llano Sánchez (230-5A/6A), Llano Sánchez – Chorrera (230-3B/4B) y Chorrera – Panamá (230-3A/4A). Por tratarse estas líneas de las primeras en ser construidas a nivel de 230 KV, tienen un capacidad reducida de 247 MVA por circuito, por lo que se propone que las nuevas líneas tengan mayor capacidad, 500 MVA por circuito, esto será realizado reemplazando el conductor existente 750 ACAR por uno de alta temperatura de operación ACCC, brindando así el adecuado nivel de seguridad operativa y cumplimiento de criterios N-1.

1.3.7. 2 DO CKT 230 KV Sabanitas - Panamá 3

Ídem 1.1.4

1.4. Análisis de ampliaciones Alternativa 2-B

1.4.1. Un circuito entre las EET Sabanitas y Panamá 3

Ídem 1.1.1

1.4.1. Dos circuitos en 230 kV entre las EET Chiriquí Grande y Panamá 3

A diferencias de las alternativas, esta ampliación consiste en desarrollar una nueva doble terna en 230 kV, que debido al ingreso de nuevas ampliaciones de generación del tipo hidroeléctrica, eólica y solar en el occidente del país, para el periodo que comprende al 2020 al 2026 de acuerdo al Plan Indicativo de Generación, determina la necesidad de incorporar nueva capacidad del sistema de transmisión asociado a los vínculos entre occidente y oriente.

Para acompañar el crecimiento de la generación se propone el ingreso de dos circuitos en 230 kV entre Chiriquí Grande y Panamá 3. El proyecto solo se complementa con la nueva subestación Chiriquí Grande en 230 kV. Esto permite generar despachos con bajo costo operativo y eliminar las posibles restricciones. No incrementar de capacidad de transmisión genera incumplimiento del criterio N-1, tensiones al límite de los valores admisibles, grandes pérdidas de potencia activa.

El proyecto consiste en la construcción de la cuarta línea de transmisión proveniente desde el occidente del país, en el área de Bocas del Toro, Subestación Chiriquí Grande, hasta la nueva subestación Panamá 3. Debido a las restricciones de rutas y servidumbres para el tendido de nuevas líneas de transmisión en el trazado de las líneas existentes, es que se ha considerado que este nuevo vínculo bajo un nuevo trazado. El nuevo trazado es cercano al océano Atlántico y tendrá una longitud aproximada de 330 km similar a la Alternativa 1A y 1B.

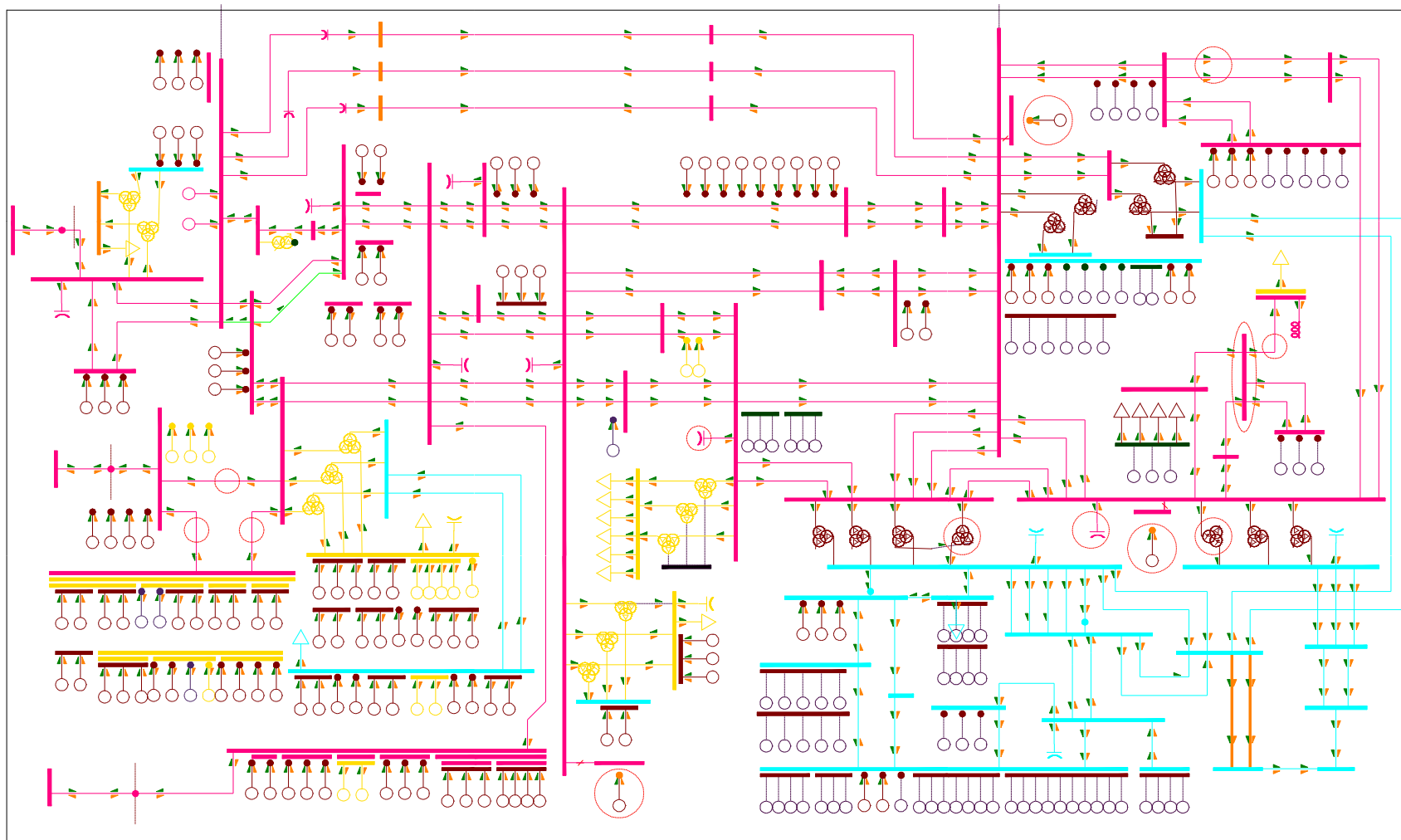
1.4.2. Segundo circuito 230 KV SABANITAS - PANAMÁ 3

Ídem 1.1.4

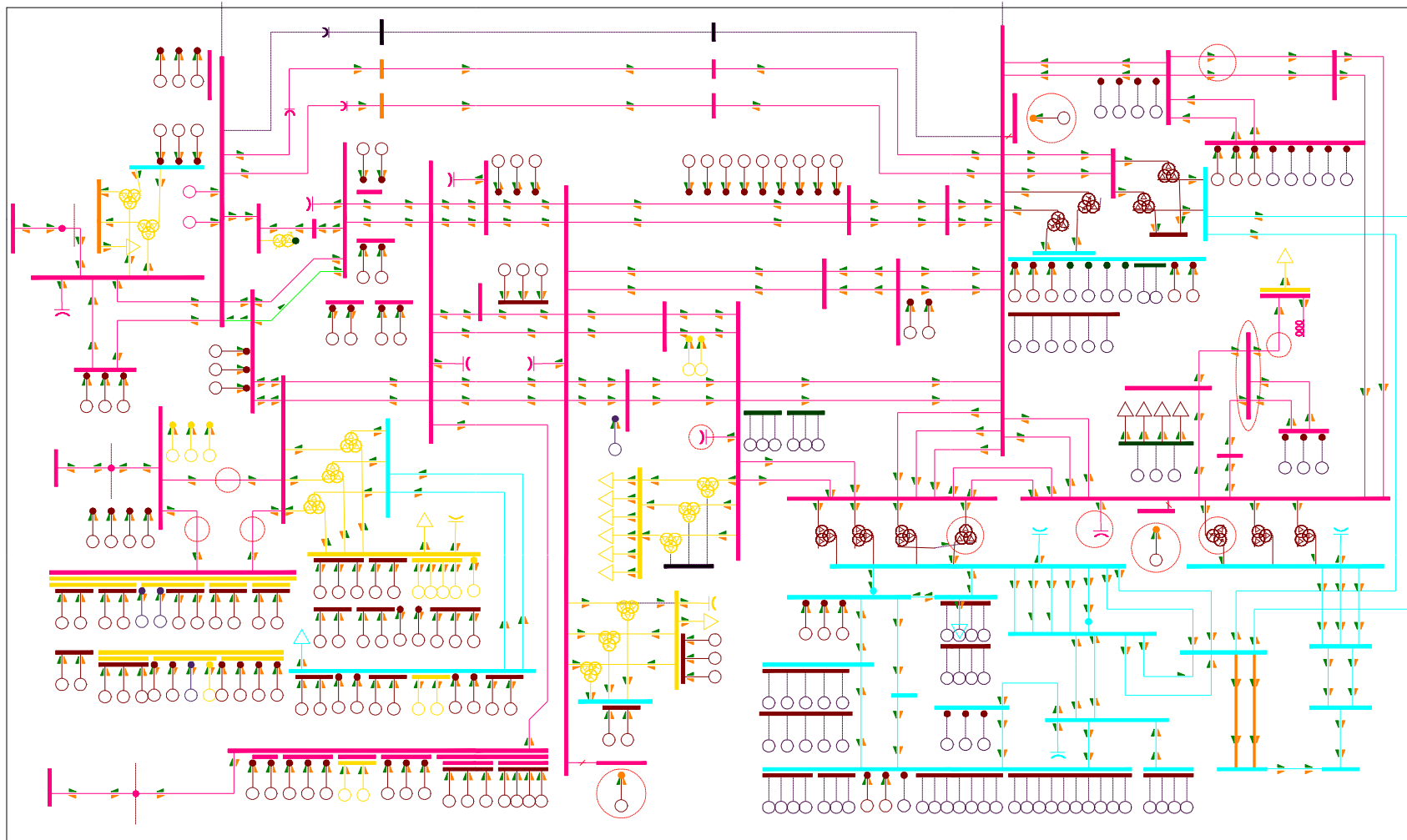
2. ANÁLISIS PARTICULARES

2.1. Detalle de los requerimientos la ALT 2B -Escenario Optimista y Transferencia Regional

2.1.1. Alternativa 2B + 330 MW Carbonera + 300 MW Transferencia y tres líneas compensadas



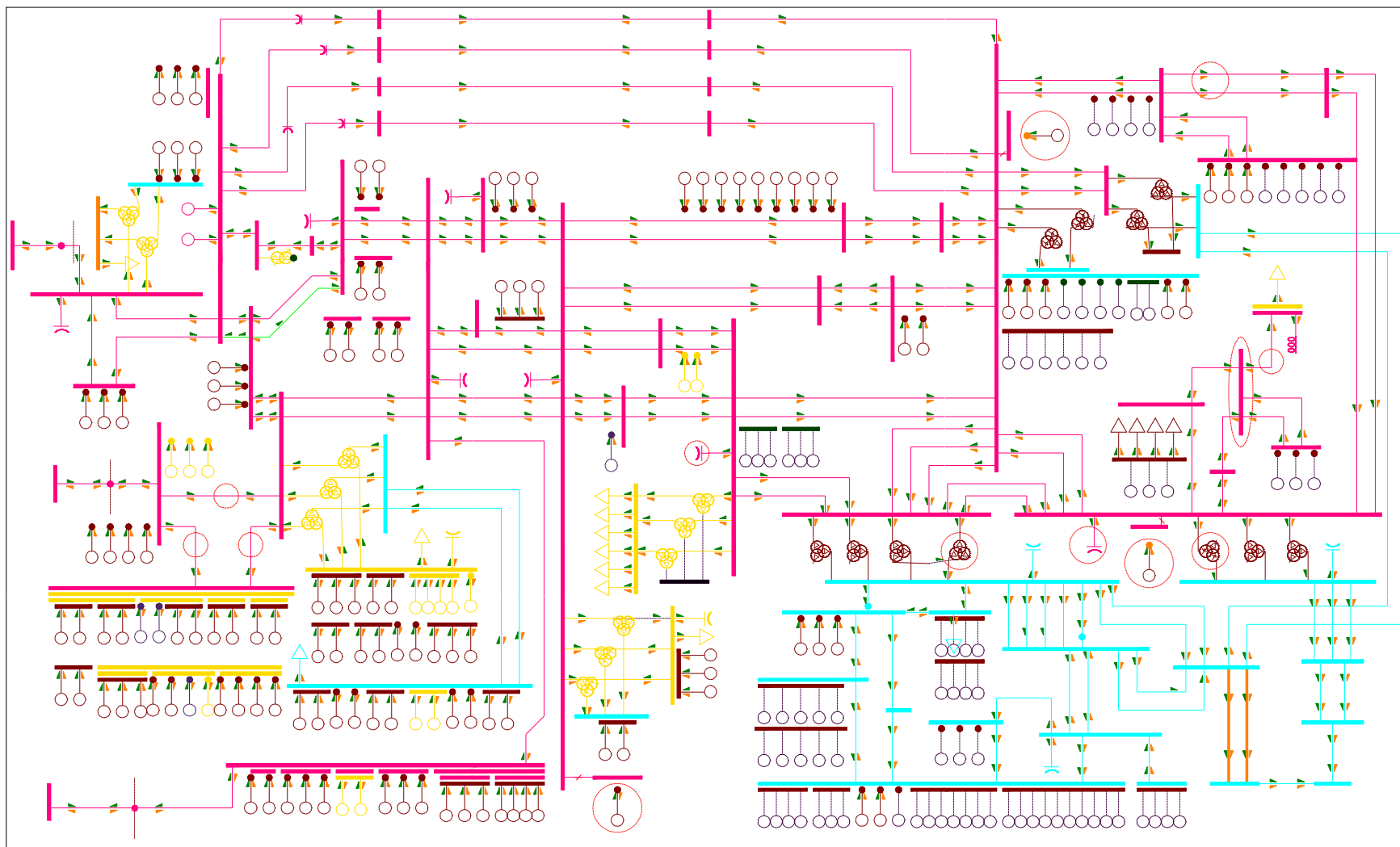
Escenario Época Lluviosa, demanda máxima, año 2026. Operación N (MW/MVAr). 330 MW Carbón + 300 MW Importación. Líneas 230 kV Chiriquí Grande – Panamá 3, compensadas al 60 % (Capacitores Serie de aproximadamente 560 MVAr cada uno instalados en el lado Chiriquí Grande)



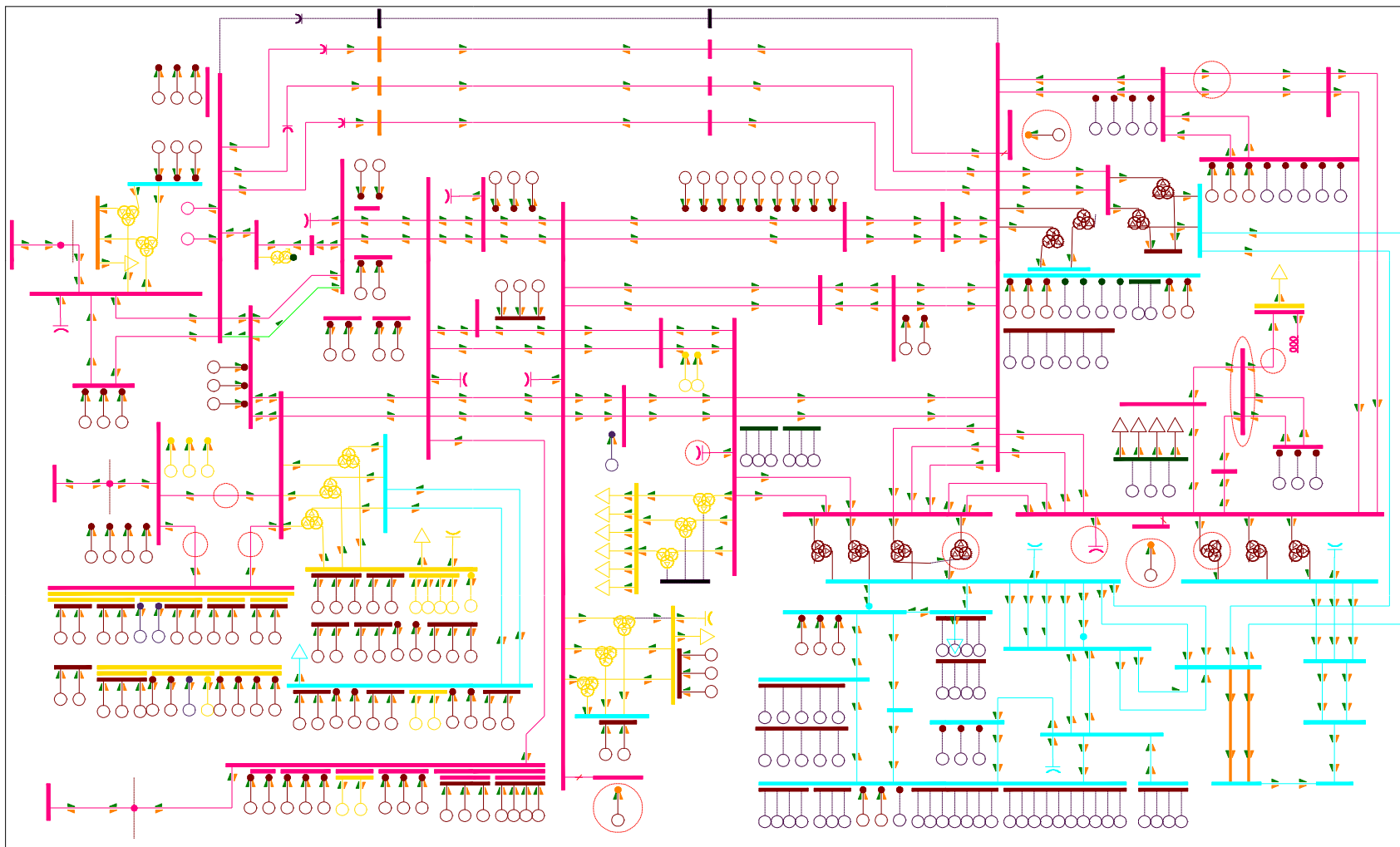
Escenario Época Lluviosa, demanda máxima, año 2026. Operación N (MW/MVAr). 330 MW Carbón + 300 MW Importación. Líneas 230 kV Chiriquí Grande – Panamá 3, compensadas al 60 % (Capacitores Serie de aproximadamente 560 MVAr cada uno instalados en el lado Chiriquí Grande).

La salida de una línea de 230 kV Chiriquí Grande – Panamá 3, requiere por estabilidad de tensión compensación adicional en Panamá 3 del orden de los 130 MVAr, no obstante, se obtienen sobretensiones del orden de 1,24 pu en los capacitores serie instalados en Chiriquí Grande (debido al mayor aporte de reactivo de la comp serie).

2.1.2. Alternativa 2B + 330 MW Carbonera + 300 MW Transferencia y cuatro líneas compensadas

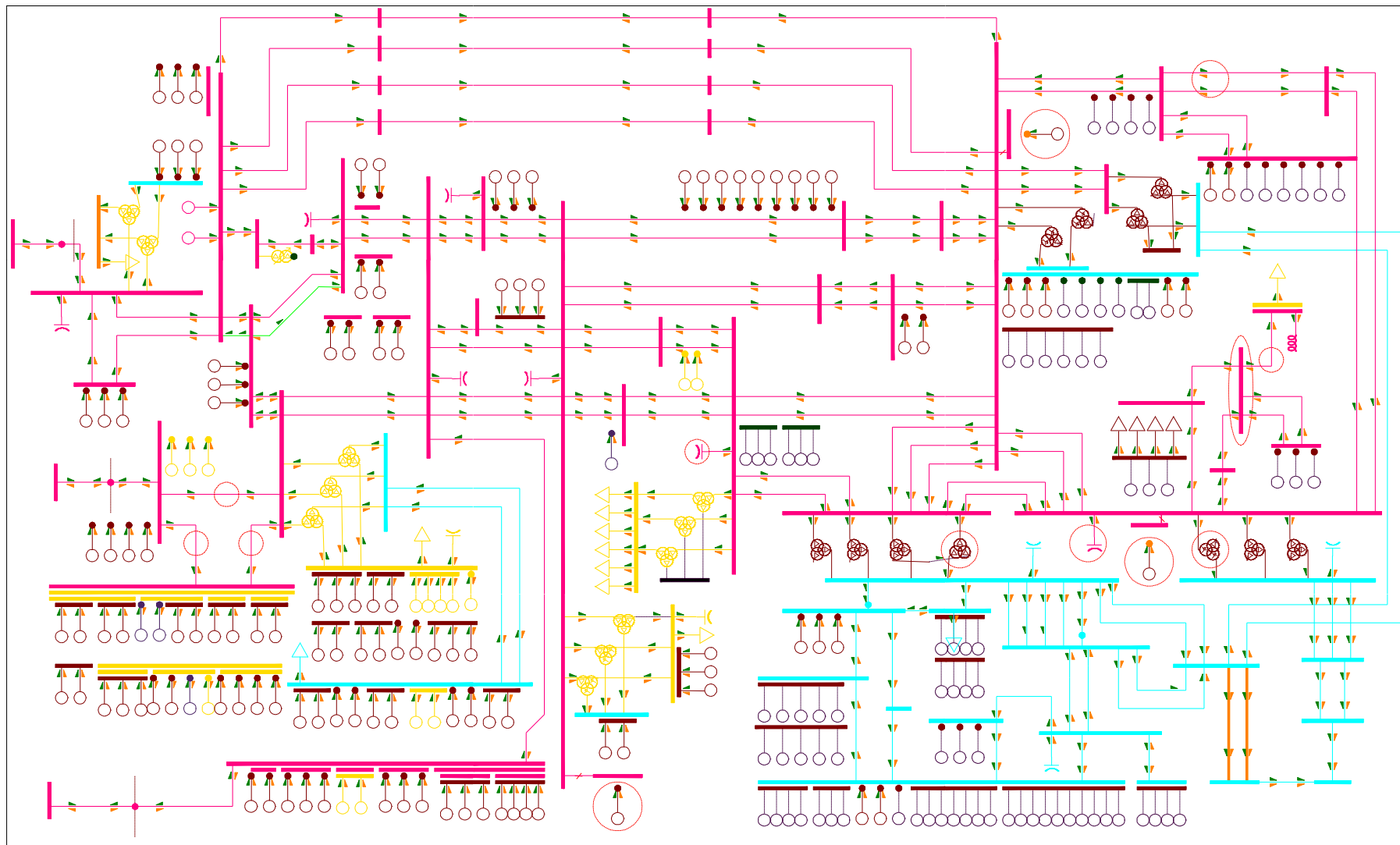


Escenario Época Lluviosa, demanda máxima, año 2026. Operación N (MW/MVAr). 330 MW Carbón + 300 MW Importación. CUATRO Líneas 230 kV Chiriquí Grande – Panamá 3, compensadas al 60 % (Capacitores Serie de aproximadamente 560 MVar cada uno instalados en el lado Chiriquí Grande)

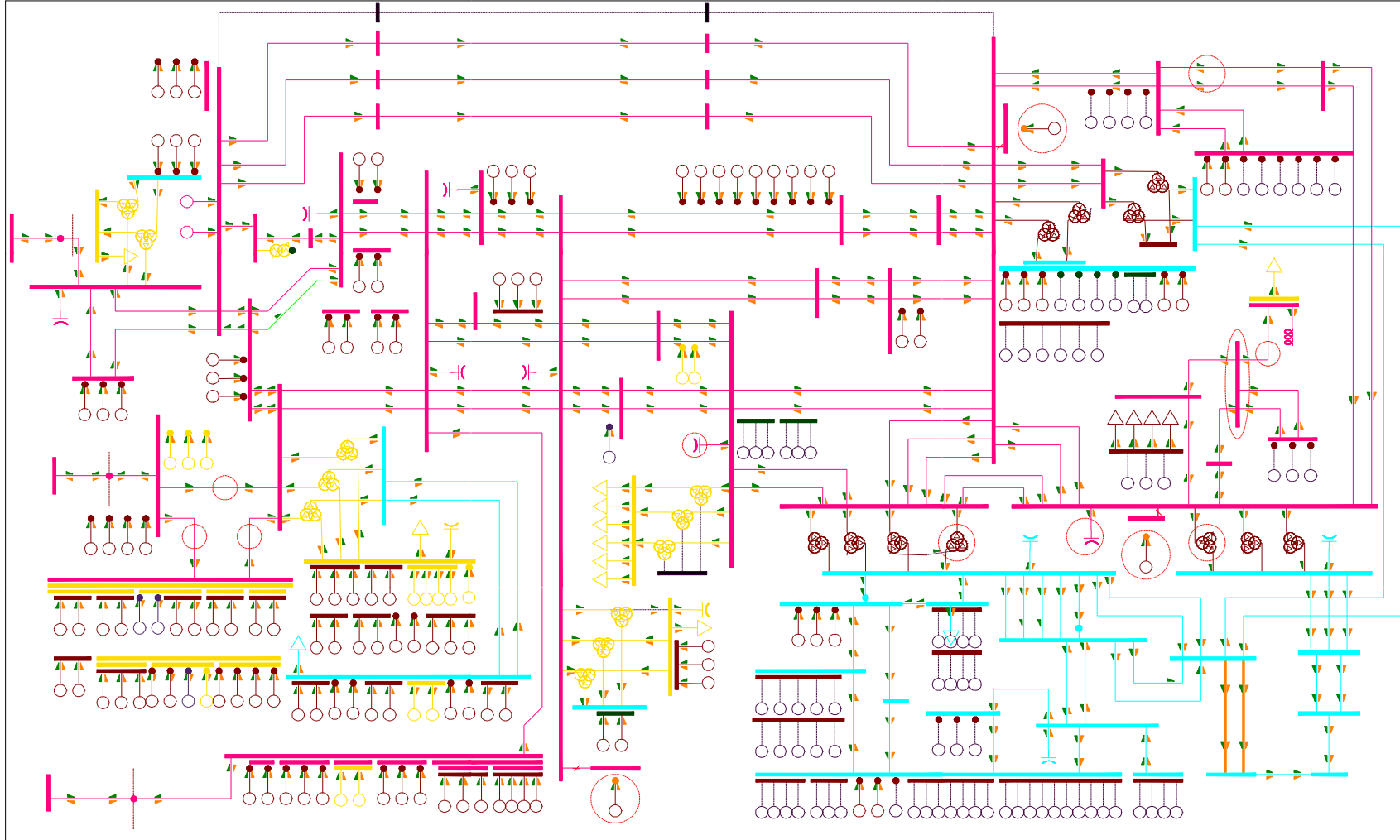


Escenario Época Lluviosa, demanda máxima, año 2026. Operación N (MW/MVAr). 330 MW Carbón + 300 MW Importación. CUATRO Líneas 230 kV Chiriquí Grande – Panamá 3, compensadas al 60 % (Capacitores Serie de aproximadamente 560 MVAr cada uno instalados en el lado Chiriquí Grande).

La contingencia salida de una línea de 230 kV Chiriquí Grande – Panamá 3, no equiere estabilidad de tensión compensación adicional en Panamá 3, y se obtienen tensiones del orden de 1,1 pu en los capacitores serie instalados en Chiriquí Grande.



Escenario Época Lluviosa, demanda máxima, año 2026. Operación N (MW/MVAr). 330 MW Carbón + 300 MW Importación. CUATRO Líneas 230 kV Chiriquí Grande – Panamá 3 (sin compensar)



Escenario Época Lluviosa, demanda máxima, año 2026. Operación N (MW/MVAr). 330 MW Carbón + 300 MW Importación. CUATRO Líneas 230 kV Chiriquí Grande – Panamá 3.

La contingencia salida de una línea de 230 kV Chiriquí Grande – Panamá 3, requiere aproximadamente 100 MVAr adicionales en el SVC de Panamá 3 por estabilidad de tensión.