

# Perspectivas de la operación del Mercado Mayorista



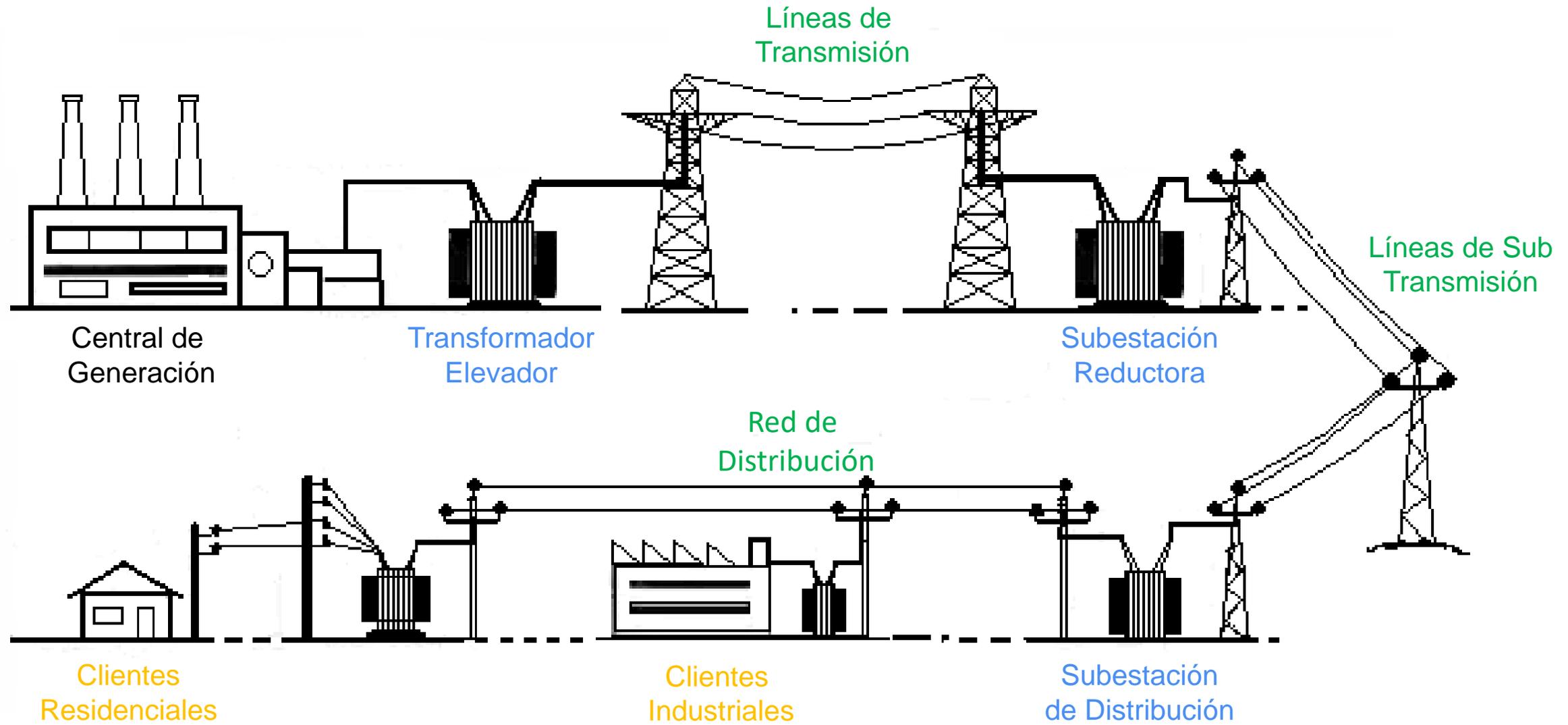
La importancia de una red de transmisión de energía eléctrica robusta, resiliente y redundante.

Mayo 2024

Propiedad del Administrador del Mercado Mayorista



# ¿Qué es un Sistema Eléctrico de Potencia?



# Red de Transmisión

- La Red de Transmisión es la parte de un Sistema Eléctrico de Potencia cuya función es transportar la energía eléctrica en grandes bloques desde los centros de generación hasta los principales centros de consumo, permitiendo la existencia de un Mercado Eléctrico.
- Las Redes de Transmisión están compuestas por una serie de Subestaciones y Líneas de Transmisión interconectadas entre sí.





# Subestaciones

Las subestaciones se podrían describir como puntos de conexión o nodos de la red de transmisión, destinada a establecer los niveles de tensión adecuados para producir, convertir, regular y distribuir la energía eléctrica. De acuerdo con su uso se pueden clasificar como:

- De maniobra
- De transformación pura
- De transformación/maniobra
- De rectificación
- De central generadora

## Configuración de Barras

- T. Europea: BS, BP+BT, DB, DB+ST, DB+BT
- T. Americana: Anillo, IYM, DB+DI, Anillo Cruzado

## Elementos

- Transformadores de potencia, Transformadores de Medición, Equipos de Compensación, Paramenta, aislamiento, barras, Equipos de MPCyC

## Nivel de Tensión

- Ultra Alta Tensión ( $kV > 1000$ ), Extra Alta Tensión ( $1000 \geq kV > 230$ ), Alta Tensión ( $230 \geq kV > 100$ ) (RLGE  $kV > 60$ ), Media Tensión ( $100 \geq kV > 1$ ), y B. Tensión ( $1 \geq kV$ ).

## Tipo de Aislamiento

- Aisladas en Aire, Aisladas en SF6, Híbridas



# Tipos de Líneas de Transmisión

- Líneas de Transmisión Aéreas: Se sostienen en alto por torres o postes de transmisión y se utilizan para transportar electricidad a larga distancia.
- Líneas de Transmisión Subterráneas: Se utilizan principalmente en áreas urbanas densamente pobladas o en lugares donde las líneas aéreas no son prácticas.
- Líneas de Transmisión Submarinas: Se utilizan para transmitir electricidad a través de cuerpos de agua, como ríos, lagos o mares. Son esenciales para conectar redes eléctricas aisladas, como las de las islas, con la red eléctrica principal.

## Frecuencia

- Corriente Alterna (60 o 50 Hz) y Corriente Continua.

## Elementos

- Conductores, Estructuras de Soporte, Aisladores, Cables de guarda y tierra.

## Longitud

- Línea Corta ( $L < 50\text{km}$ ), Media ( $50\text{km} < L < 150\text{km}$ ), Línea Larga ( $L > 150\text{km}$ )

## Cantidad de Conductores

- Simples, dobles o múltiples.

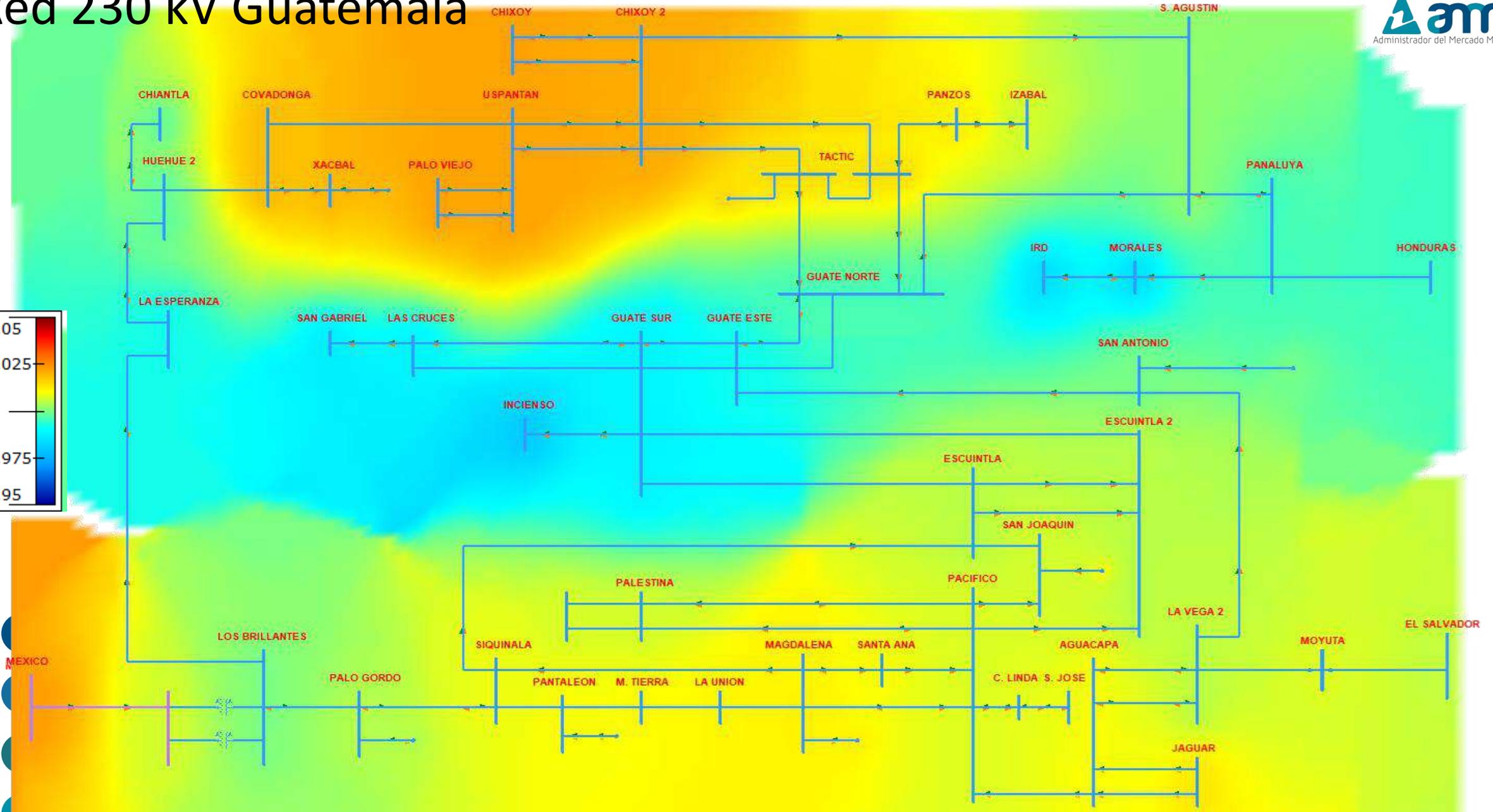
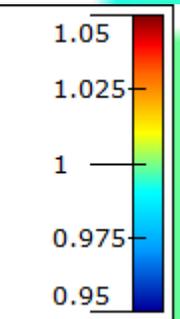


La infraestructura de transmisión debe operar bajo parámetros adecuados para mantener la calidad y confiabilidad del servicio en el sistema, si se sobrepasa la cargabilidad de sus elementos o su topología es débil se pueden presentar:

- Violación de los límites térmicos de sus elementos.
- Violación a los límites de regulación de voltaje.
- Inestabilidad angular.
- Oscilaciones de potencia interáreas.
- Incremento de Perdidas de Transmisión.
- Afectar la continuidad del servicio ante contingencias simples.



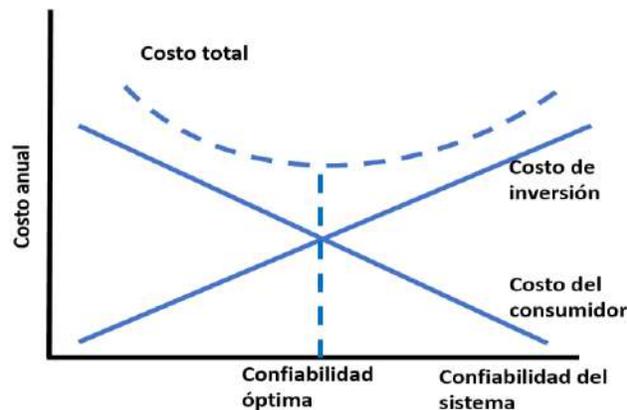
# Red 230 kV Guatemala





# Importancia de la Topología de la Red

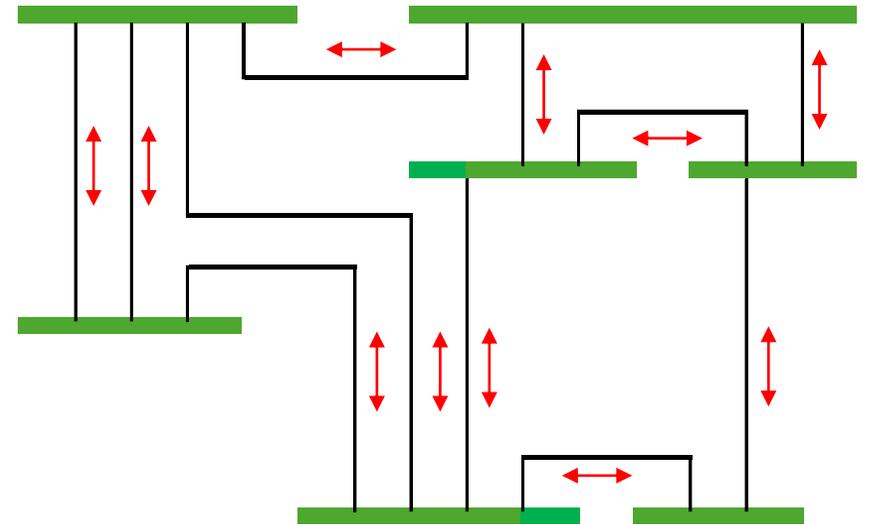
- Una red con topología mallada supera sobremedida el desempeño de una red radial, tanto para la calidad como la continuidad del servicio eléctrico.
- Una red adecuadamente diseñada debe de cumplir como mínimo con el criterio n-1.
- Entre más robusto sea el diseño de una red, tendrá un mejor desempeño. Se debe establecer un adecuado balance entre la seguridad operativa y el costo de implementación.



Radial



Mallada



## Pérdidas en empresas de bienes y servicios

Atraso en la producción o productos no terminados, personal inactivo en horario laboral, ingresos dejados de facturar, perjuicios por parte de sus clientes, pérdidas de material por producción incompleta, daños de equipos, multas por retraso de entrega, actividades comerciales afectadas, etc.

## Pérdidas en empresas de servicio eléctrico

Ingresos dejados de facturar, pagos de equipos dañados a usuarios o de las multas estimadas para resarcir los inconvenientes causados, pago por la adquisición de equipos y restablecimiento del sistema, desaprovechamiento o pérdida de recursos renovables, etc.

## Efectos negativos en la población

Aumento de la inseguridad, descontento social, riesgo de invasión y destrucción de las instalaciones de transportistas y distribuidores, malestar por labores no realizadas, paradas de servicios de transporte, congestionamiento por falla de semáforo, imposibilidad de cargar dispositivos médicos esenciales, interrupción de los servicios de emergencia, etc.



# Mantenimiento

- El mantenimiento eléctrico consiste en realizar inspecciones y pruebas al equipamiento de cara a facilitar la detección y corrección de anomalías, ya sea mediante acciones correctivas puntuales o bien preventivas de forma rutinaria.
- Debido al impacto que tienen las indisponibilidades de los elementos de la red, es necesario el establecimiento de un plan de mantenimiento que las minimice. Anticipando en lo posible su ocurrencia por medio de técnicas de diagnóstico.
- Existen condiciones que pueden ser catalogadas como de fuerza mayor que provocan la salida de uno o más elementos de la red, a pesar de un buen plan de mantenimiento y cuyo impacto dependerá de las condiciones operativas, la robustez y topología de la red.

# Importancia de la robustez de la red de transmisión.

- Mantener las condiciones adecuadas para realizar un despacho seguro y sin restricciones de las centrales de generación conectadas al sistema.
- Capacidad de realizar transferencias de grandes bloques de potencia entre diferentes puntos de la red, sin violaciones a los criterios de calidad y seguridad.
- Capacidad para soportar el crecimiento natural de la demanda y la adición de nuevas cargas sin la degradación de las condiciones operativas.
- Soportar contingencias simples y múltiples más probables, sin afectar la continuidad del servicio eléctrico final.



# Diversificación de la matriz energética.

La ubicación de las centrales generadoras que utilizan recursos renovables depende de la disponibilidad del recurso, a menudo estas se deben ubicar lejos de los grandes centros de carga o de las redes de transmisión existentes.

Paralelamente se deben promover ampliaciones de transmisión que hagan viable su conexión y permitan alcanzar las condiciones técnicas necesarias para una operación segura y confiable de la central y del sistema.

Es necesario minimizar la dependencia de esquemas de control suplementario para minimizar el impacto de contingencias y maximizar la seguridad de la red.

# Importancia del fortalecimiento de la red para la operación.

- El objetivo fundamental de la planificación de la expansión de la transmisión es desarrollar el sistema tan económicamente como sea posible, que sea capaz de mantener un nivel aceptable de seguridad.
- La planificación se debe anticipar a los posibles cambios de demanda y generación del sistema, cumplir con criterios de calidad y seguridad, y tomar en consideración los tiempos de construcción y puesta en servicio de las ampliaciones, previendo atrasos debido a inconvenientes de tipo social.
- De no existir las condiciones adecuadas para realizar las transacciones, no sería posible la existencia de un Mercado Eléctrico como tal, derivado de las múltiples restricciones operativas.



# Necesidad de una nueva licitación de Obras de Transmisión.

- En el sistema existen áreas con limitaciones de capacidad que afectan la calidad y confiabilidad del servicio, por lo que es urgente tomar medidas inmediatas e impulsar la construcción de nuevas obras.
- Paralelamente, es oportuno que se realicen los esfuerzos necesarios y coordinados para culminar la construcción de las obras anteriormente adjudicadas, que no han sido concluidas por problemas sociales.
- Se debe dar prioridad a las obras de 230 y 400 kV que tienen como objetivo reforzar la transmisión de grandes volúmenes de carga y solventar los problemas de congestión en redes de menor nivel de tensión.
- Es necesario contar con el apoyo de todos los sectores para abordar los temas legales, sociales y ambientales que limitan el desarrollo oportuno de las ampliaciones a la red de transmisión.



Artículo 50.- Modalidad para las ampliaciones. (Reformado por el artículo 7, Acuerdo Gubernativo No. 68-2007).

La construcción de nuevas líneas o subestaciones del Servicio de Transporte de Energía Eléctrica (STEE) se realizará a través de las siguientes modalidades:

- a) Por Acuerdo entre Partes.
- b) Por Iniciativa Propia.
- c) Por Licitación Pública.



### Artículo 54.

El Plan de Expansión del Sistema de Transporte **deberá elaborarse cada dos (2) años** y cubrir un horizonte de estudio mínimo de diez (10) años; debiendo considerar los proyectos de generación en construcción y aquellos que presenten evidencias que entrarán en operación dentro del horizonte de estudio indicado.

El Plan **será elaborado antes del treinta (30) de septiembre del año que corresponda** y su resultado será presentado a la Comisión y al Administrador del Mercado Mayorista (AMM), durante la primera semana de octubre; entidades que podrán formular sus observaciones dentro de los treinta (30) días calendario siguientes; pudiendo el Órgano Técnico especializado, dentro de los siguientes quince (15) días calendario, aceptarlas o rechazarlas, debiendo en este último caso, sustentarlo mediante estudios técnicos y económicos especializados.

Una vez concluido el proceso de elaboración del Plan, el mismo **deberá ser publicado por el Ministerio, en la primera quincena de enero** del año siguiente.



### Artículo 54 Bis.-

Ampliación por Licitación Pública. (Adicionado por el artículo 11, Acuerdo Gubernativo No. 68-2007). **Dentro de los siguientes dos (2) meses de publicado el Plan de Expansión del Sistema de Transporte, la Comisión determinará las obras que formarán parte del Sistema Principal, de conformidad con lo establecido en la Ley, este Reglamento, el informe que al efecto le presente el Administrador del Mercado Mayorista (AMM), y .....**

....La Comisión dentro de los siguientes tres (3) meses de haberse definido de las obras de ejecución obligatoria por medio de licitación, elaborará las bases para que se lleve a cabo la Licitación Pública abierta y las remitirá al Ministerio para su aprobación. **El Ministerio tendrá un (1) mes para la aprobación final de las bases y un período de seis (6) meses para llevar a cabo la licitación.....**



# Consideraciones sobre el Plan.

- La planificación a futuro de la red requiere un análisis profundo del desempeño de la red por medio de múltiples simulaciones.
- Se debe considerar las restricciones actuales y futuras.
- Analizando condiciones normales y de contingencia.
- Identificar y simular las contingencias múltiples más probables (p.e. salida simultanea de dobles circuitos en el mismo derecho de paso, fallas en barra)
- Identificar la viabilidad de construcción de nuevas centrales de generación en función de la ubicación de recursos energéticos.
- Generar posibles escenarios con refuerzos que permitan una operación segura, económicamente adaptados.
- Priorizar las obras de acuerdo con su impacto operativo y costo.
- Concretar el proceso por medio de una licitación, para luego dar seguimiento y brindar apoyo en su implementación.



- Ampliación de la red de transmisión 400kV desde Los Brillantes hacia el centro y norte del país, construyendo las subestaciones Pacifico II, Guatemala y Tactíc II 400/230 kV. Coordinar con México para la construcción del segundo circuito de la interconexión existente.
- Ampliación de la red de transmisión 230 kV hacia el área de Petén (Por confiabilidad requiere finalizar la construcción de la línea 230 kV Morales – Izabal en Río Dulce).
- Construcción de las subestaciones Vado Hondo y Jalpatagua 230/138 kV y la línea 230 kV que las interconecta.
- Ampliación de la red de transmisión 230 kV hacia el área de Puerto Barrios.
- Construcción de segundos circuitos Guate Norte – San Agustín – Chixoy II y Covadonga – Uspántan.
- Finalizar la construcción de las obras adjudicadas (especialmente 230 kV) e instalar compensación reactiva para mantener un adecuado perfil de voltaje.



- Se considera extremadamente necesario finalizar las obras que se encuentran en proceso de construcción.
- Es necesario que se prioricen las nuevas obras de transmisión a licitar, en base a su impacto para la operación, así como agilizar su licitación.
- El mantenimiento de la red de transmisión existente es esencial para minimizar la ocurrencia de fallas y mantener la seguridad operativa del sistema.
- Es necesario que las entidades y dependencias públicas y privadas trabajen coordinadamente para viabilizar el fortalecimiento de la red de transmisión, y mejorar su desempeño.



# Perspectivas de la operación del Mercado Mayorista



La importancia de una red de transmisión de energía eléctrica robusta, resiliente y redundante.

Mayo 2024

Propiedad del Administrador del Mercado Mayorista

