

**PLANES DE
EXPANSIÓN**
Sistema Eléctrico
Guatemalteco
UNA VISIÓN A LARGO PLAZO

Introducción

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica elaboró el **Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008 - 2018** para satisfacer las necesidades urgentes del Sistema Nacional Interconectado, tal como lo establece el artículo 26 del Acuerdo Gubernativo 68-2008.

El Plan de Expansión Indicativo del Sistema de Generación 2008 – 2022 (PEG), elaborado por la Comisión, constituye la base para el desarrollo del **Plan de Expansión del Sistema de Transporte (PET)**.

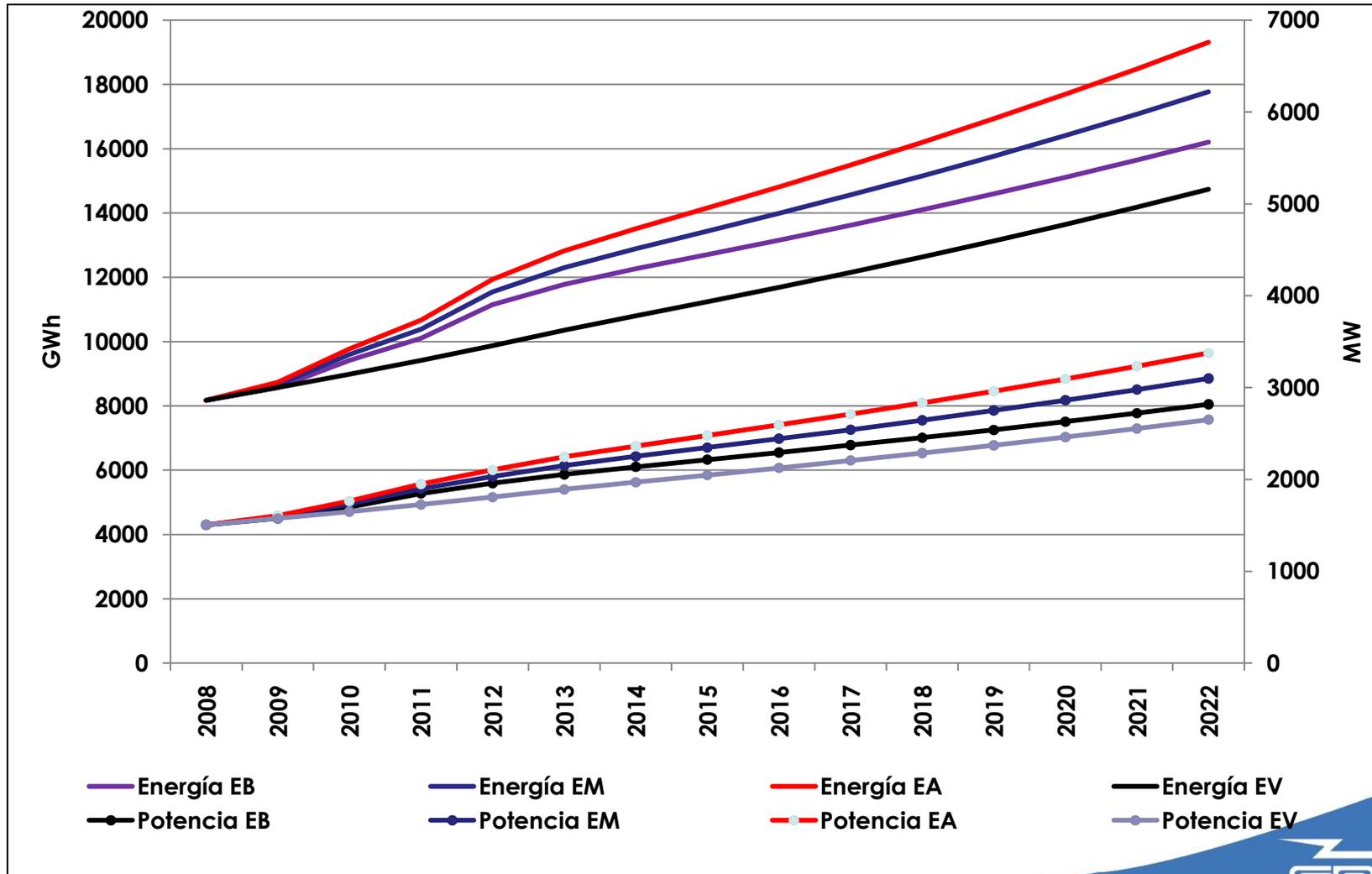
El Plan de Expansión del Sistema de Transporte se enfoca en la constitución de **redes anilladas** o **malladas** con la finalidad que el Sistema Nacional Interconectado (SNI) cumpla con el criterio de seguridad operativa (N-1) guardando coherencia con la **eficiencia** y **eficacia** de su operación técnica y económica. En la actualidad el SNI está constituido por redes predominantemente radiales que son altamente vulnerables a la pérdida de uno de sus elementos, por ejemplo, entre los últimos eventos que han resultado en **“Blackouts”** se tienen los siguientes:

- Blackout del 2 de enero de 2008**
- Blackout del 2 de julio de 2008**
- Blackout del 31 de agosto de 2008**
- Blackout del 26 de abril de 2009**

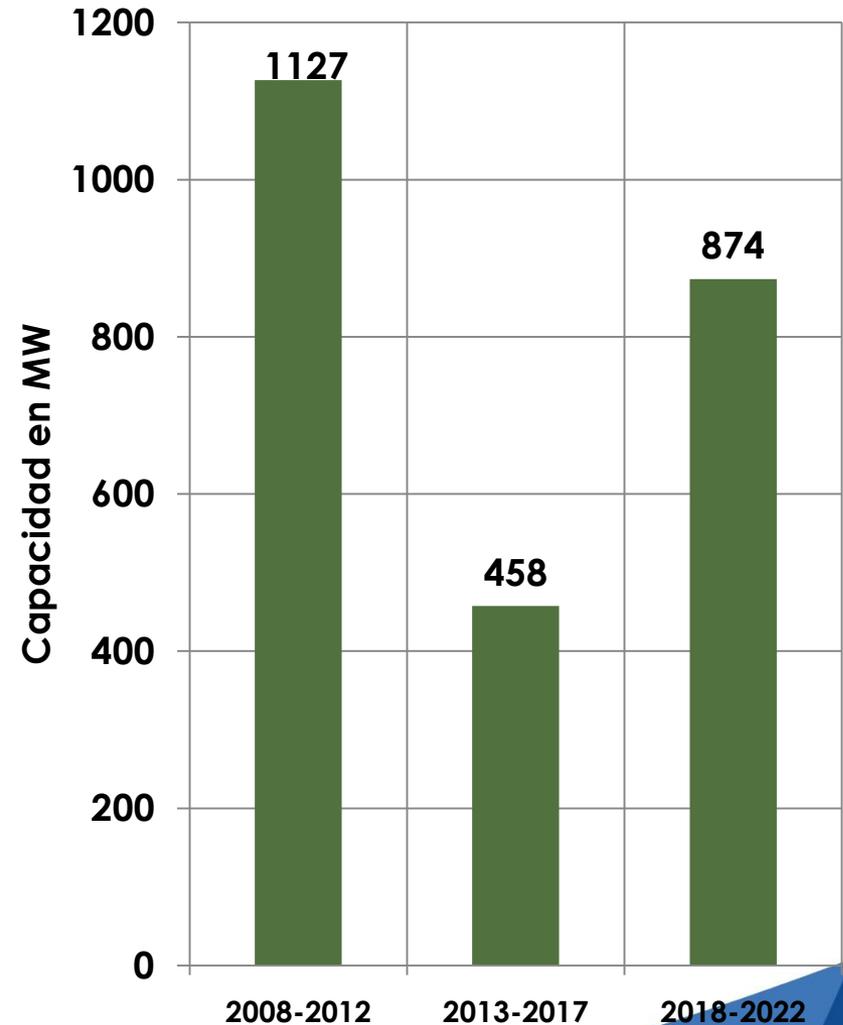
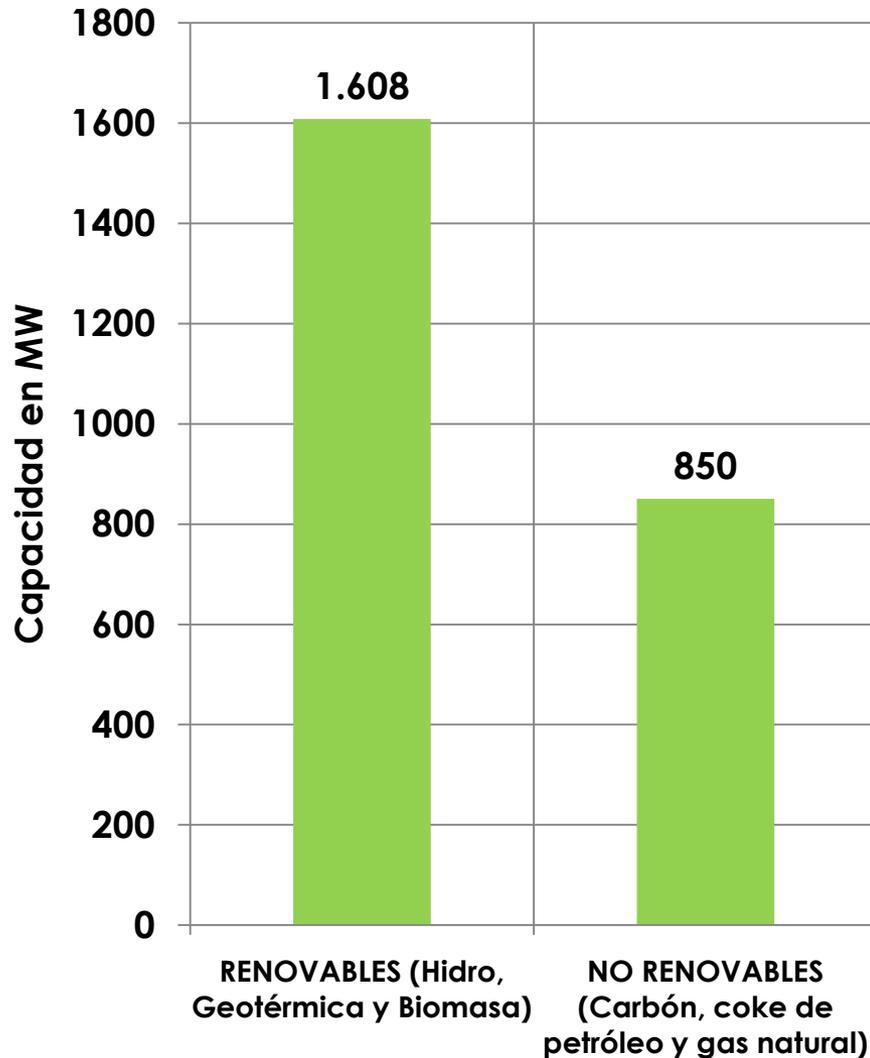
Objetivos

1. Cumplir con los lineamientos, acciones y estrategias establecidas en la **Política Energética aprobada por el Ministerio de Energía y Minas**.
2. Determinar las ampliaciones urgentes y necesarias en el Sistema Nacional Interconectado:
 - 2.1. Que aumentan la **capacidad de evacuación de la generación proyectada**.
 - 2.2. Que **incrementan la confiabilidad, mejoren la calidad del suministro y minimicen la frecuencia y duración de las fallas**.
3. **Incentivar las inversiones en nuevas centrales eléctricas de generación con base en recursos renovables**, que se encuentran alejadas de los mayores centros de consumo.
4. **Incentivar el cambio de la matriz energética**, determinada en el Plan Indicativo de Expansión de la Generación (PEG), ampliado el Sistema Nacional Interconectado conforme el Plan de Expansión del Sistema de Transporte (PET).

Escenarios de crecimiento de la Demanda de Energía Eléctrica Considerados en los Planes de Expansión

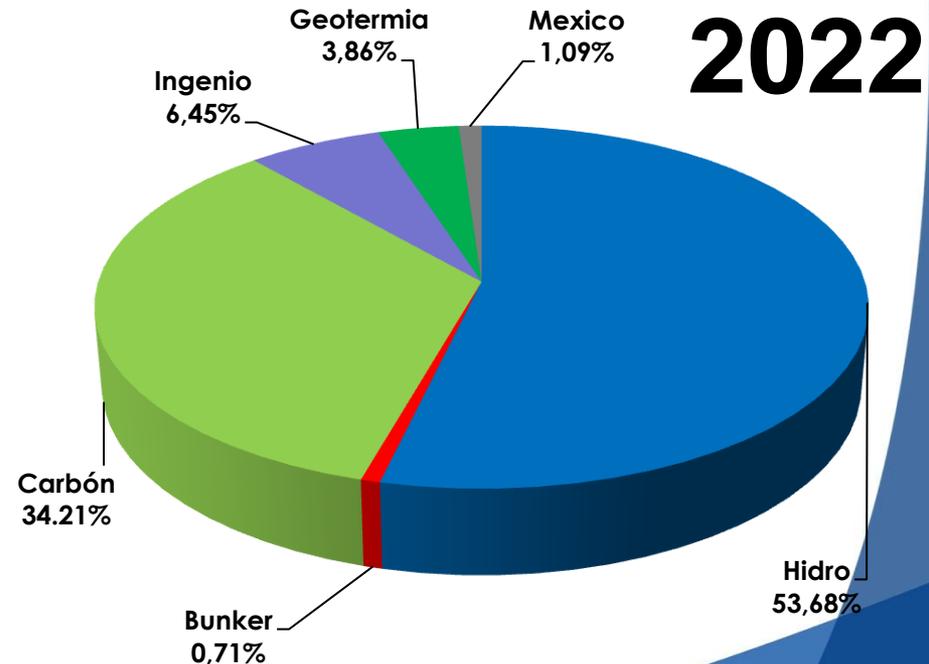
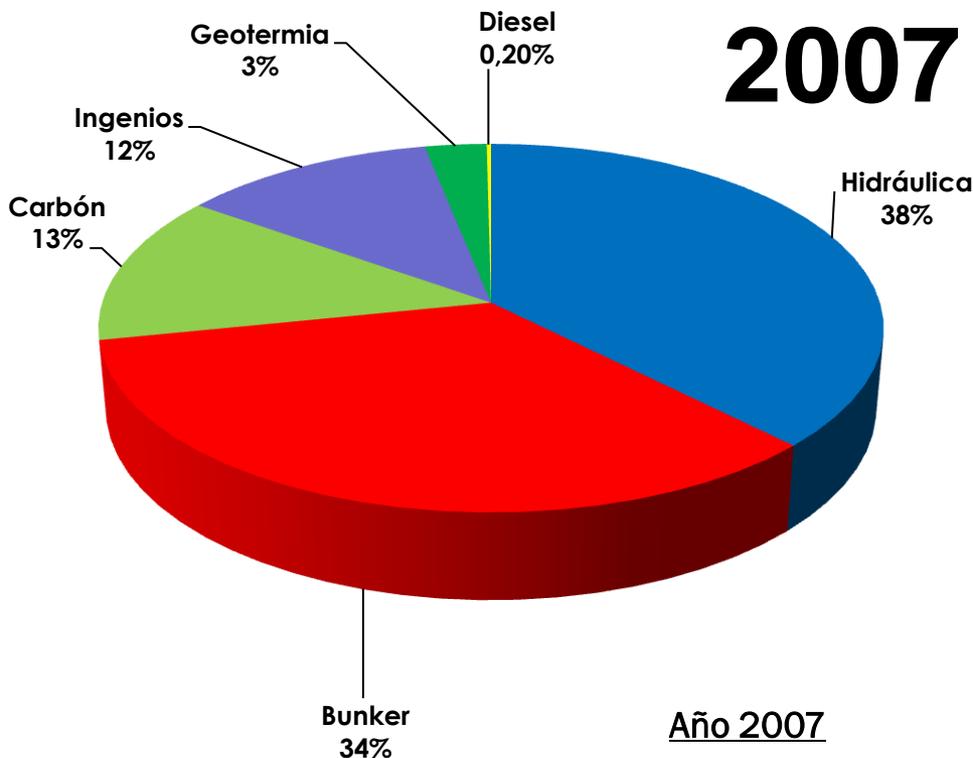


Plan Indicativo de Expansión de la Generación 2008-2022.



Comparación de la Matriz de las componentes de energía eléctrica del Sistema Nacional Interconectado actual y futura

La matriz energética resultante de la expansión de la generación asegura el suministro futuro de energía eléctrica.

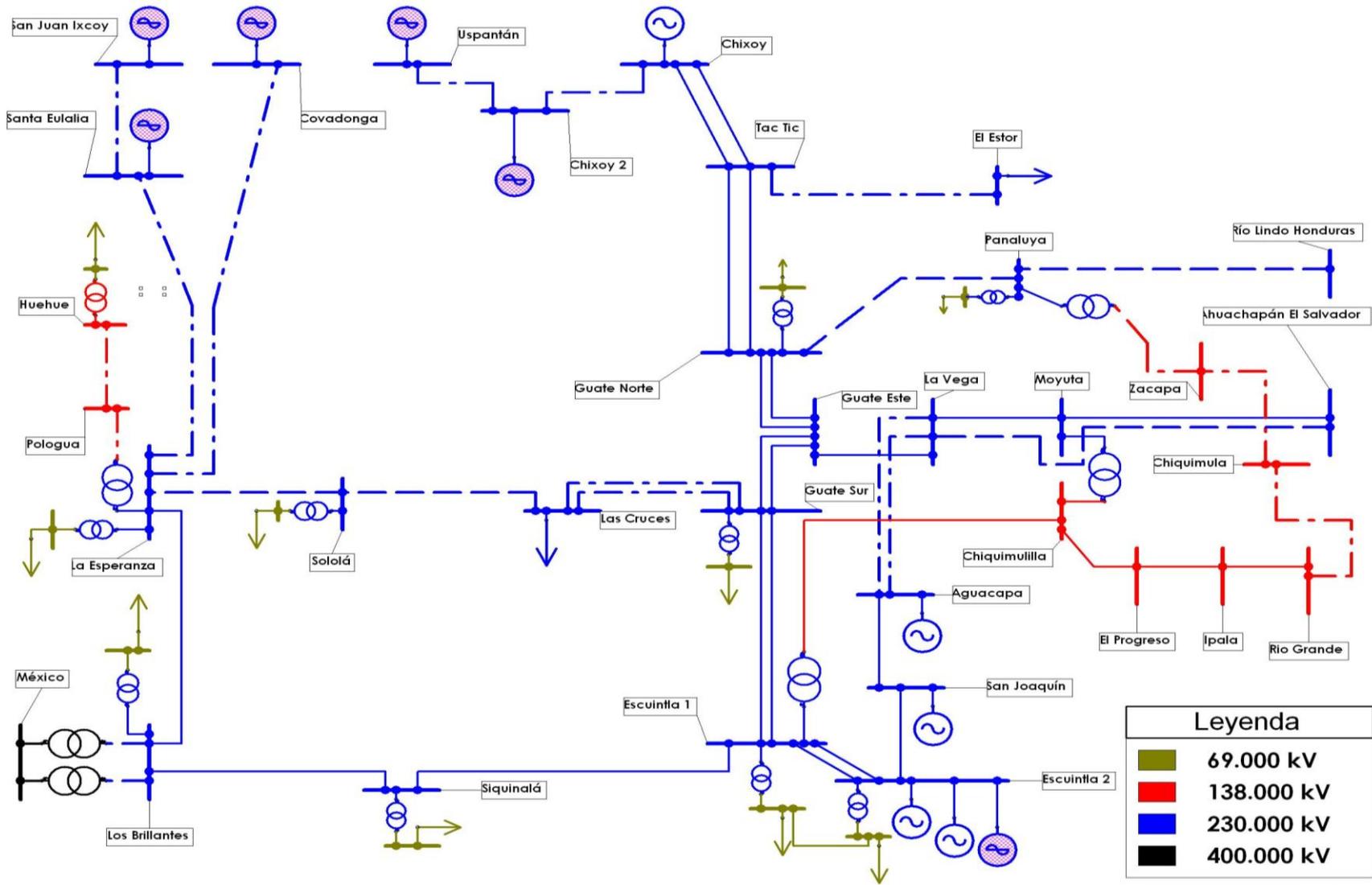


Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008-2018

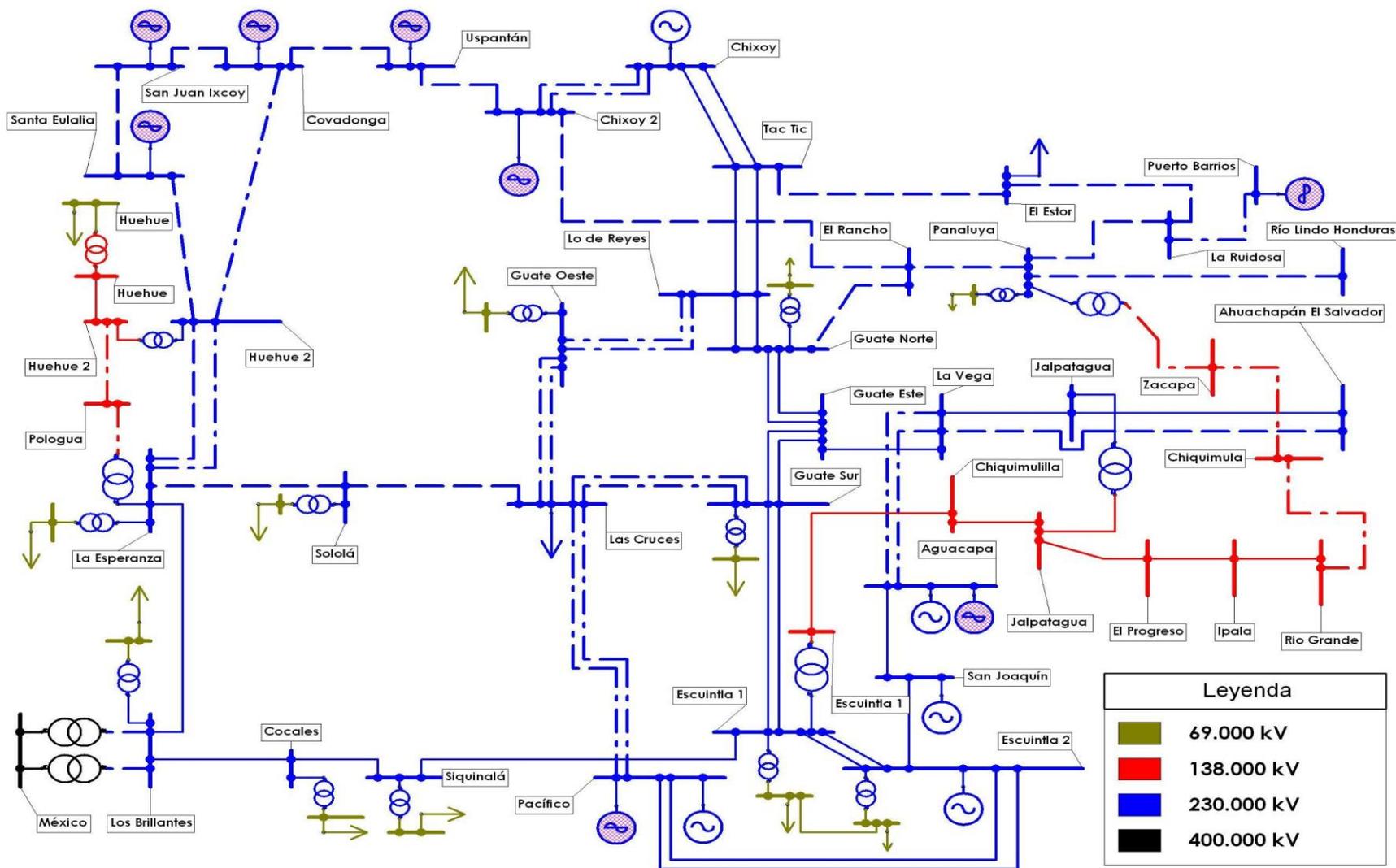
Se evaluaron el **Costo** y el **Beneficio** de la implementación de un **Sistema Eléctrico Mallado** (anillado) contra un Sistema Eléctrico que crece atendiendo a los requerimientos de transmisión de las centrales de generación que hacen sus propias obras para atender sus necesidades de transmisión o sea un **Sistema Eléctrico predominantemente Radial**. Los aspectos evaluados son:

- a. **Reducción del Costo Operativo del Sistema**, el cual toma en cuenta la composición de la generación para cada uno de los casos.
- b. **Reducción de las pérdidas de transmisión.**
- c. Reducción del costo de la operación térmica con derivados del petróleo.
- d. **Aumento de la Máxima Capacidad de Transmisión de Potencia** de los principales corredores del SNI formados por las redes malladas que componen el Plan de Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica.

Crecimiento natural del SNI sin la implementación del PET



Crecimiento del SNI con la Implementación del PET.



Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008-2018

El Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008-2018, esta constituido por cinco anillos (mallas):

- a. **Anillo Metropacífico**
- b. **Anillo Hidráulico**
- c. **Anillo Atlántico**
- d. **Anillo Oriental**
- e. **Anillo Occidental**

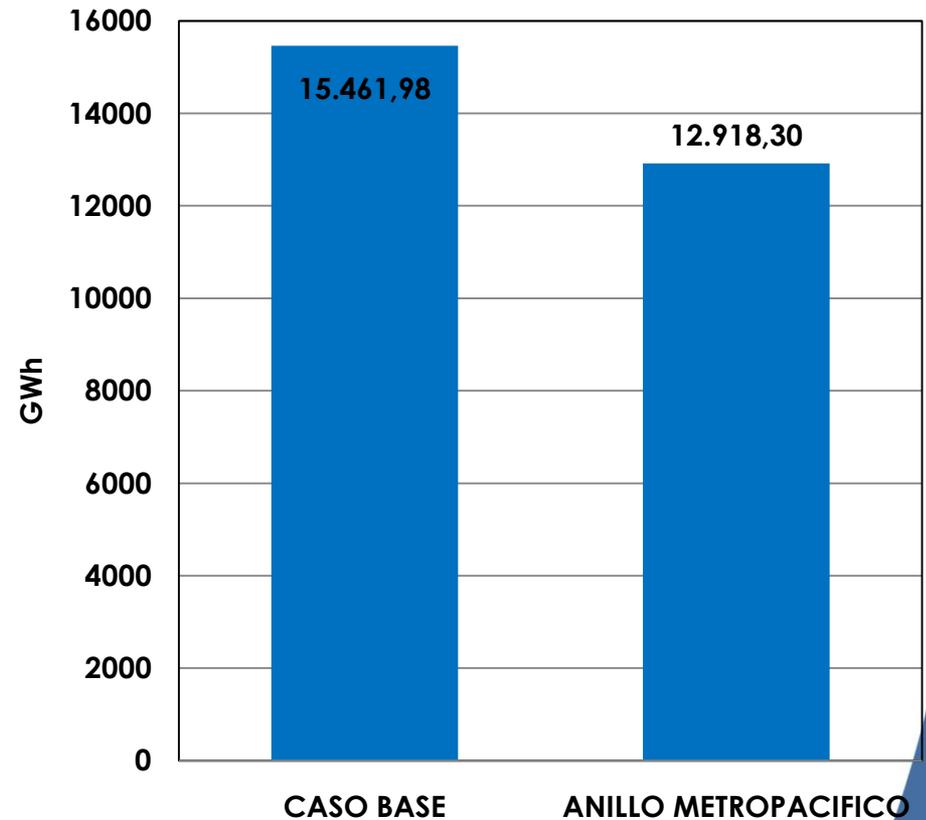
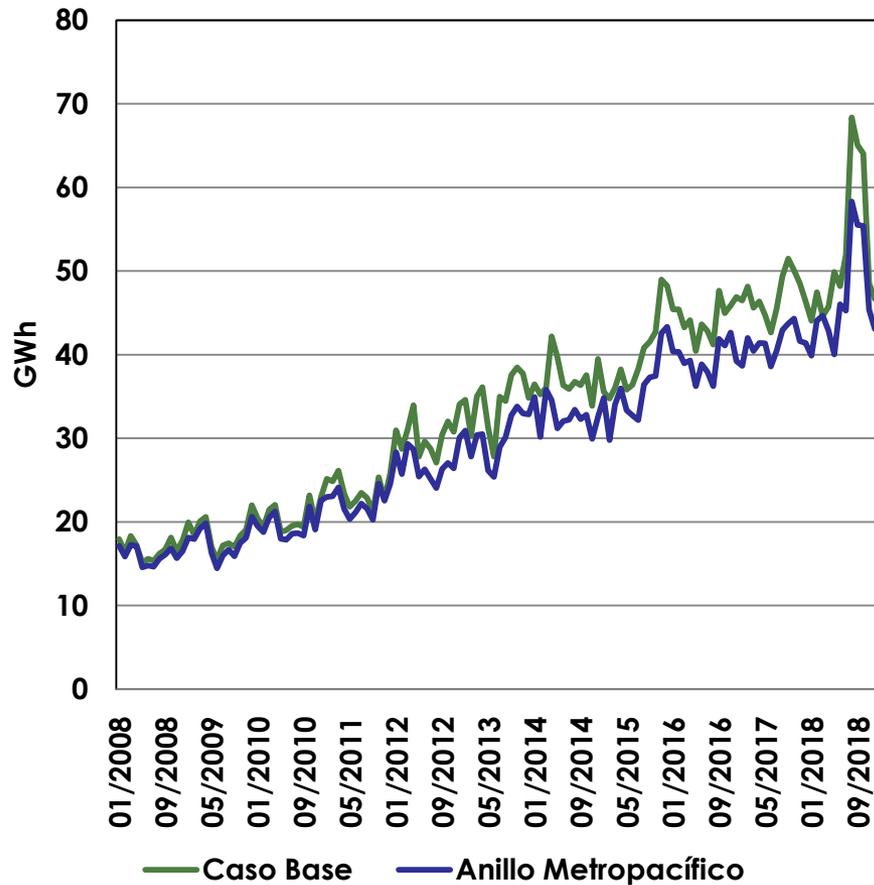
Cada uno de estos **Anillos** tiene características propias que en su conjunto se complementan aportando al Sistema **Confiabilidad; Eficiencia y Eficacia en la Operación Técnica y Económica; Aumento de la Capacidad de Transmisión**, entre otras.

Anillo Metropacífico

- a. El anillo Metropacífico tiene como objetivo principal **abastecer el centro de carga más grande del país**, el Departamento de Guatemala (Ciudad de Guatemala)
- b. El Anillo Metropacífico hace posible la **evacuación de generación térmica eficiente futura**, debido a la logística de transporte y suministro de combustibles de El Puerto Quetzal.
- c. El Anillo Metropacífico **aumenta la Capacidad de Transmisión** desde la Región Pacífico al Resto del Sistema en 1500MW, lo que permitirá en el futuro la instalación de Centrales Eficientes de Generación de Energía Eléctrica.

Aporta Garantía de Suministro

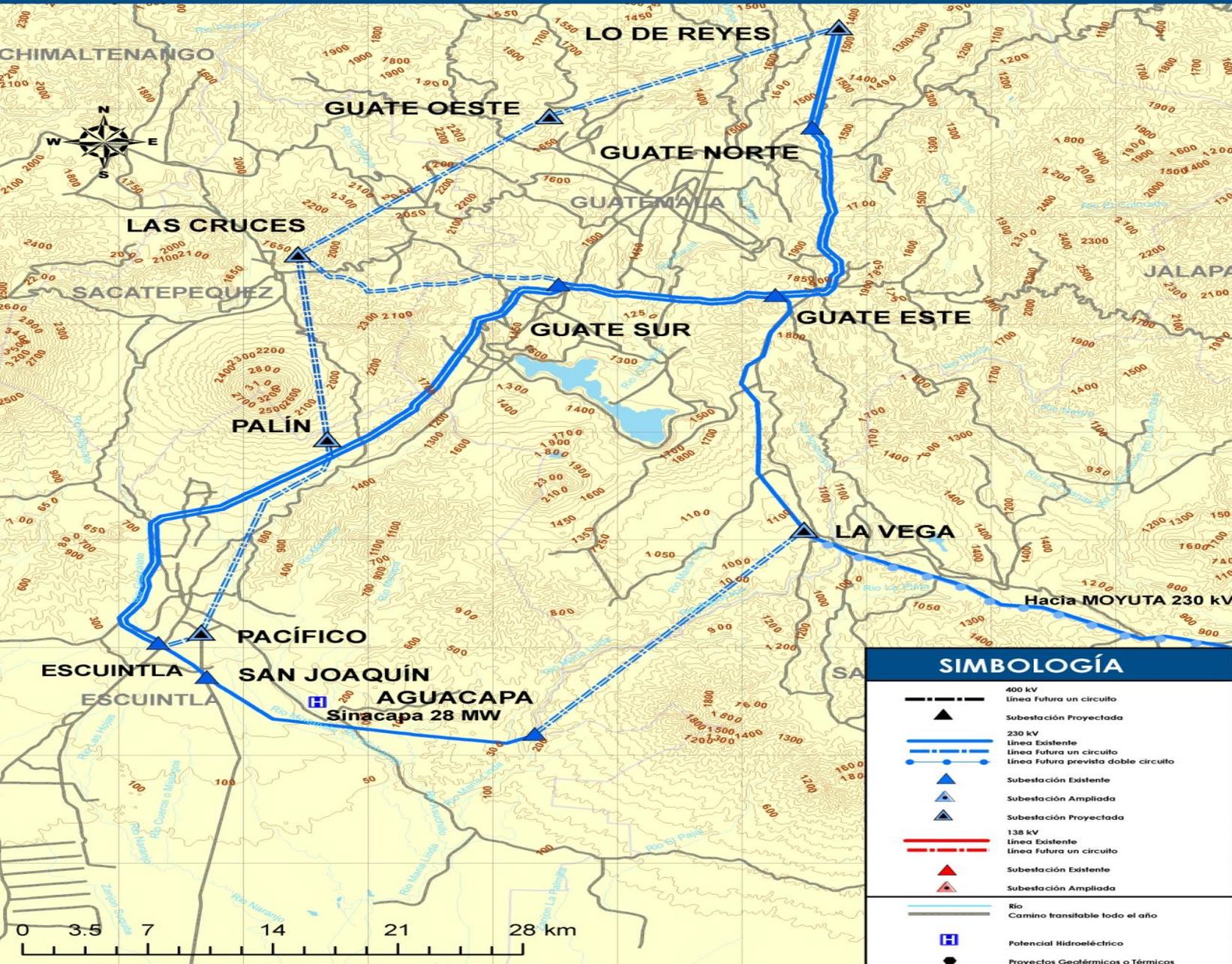
Reducción de pérdidas por transmisión y reducción en generación por derivados de petróleo, 2008 - 2018



Guatemala

Plan de Expansión del Sistema de Transporte

Anillo Metro Pacífico 2018



SIMBOLOGÍA

-  400 kV
-  Línea Futura un circuito
-  Subestación
-  230 kV
-  Línea Futura un circuito
-  Línea Futura prevista doble circuito
-  Subestación
-  Subestación
-  Subestación
-  138 kV
-  Línea Futura un circuito
-  Subestación
-  Subestación
-  Río
-  Camino transitible todo el año
-  Potencial Hidroeléctrico
-  Proyectos Geotérmicos o Térmicos

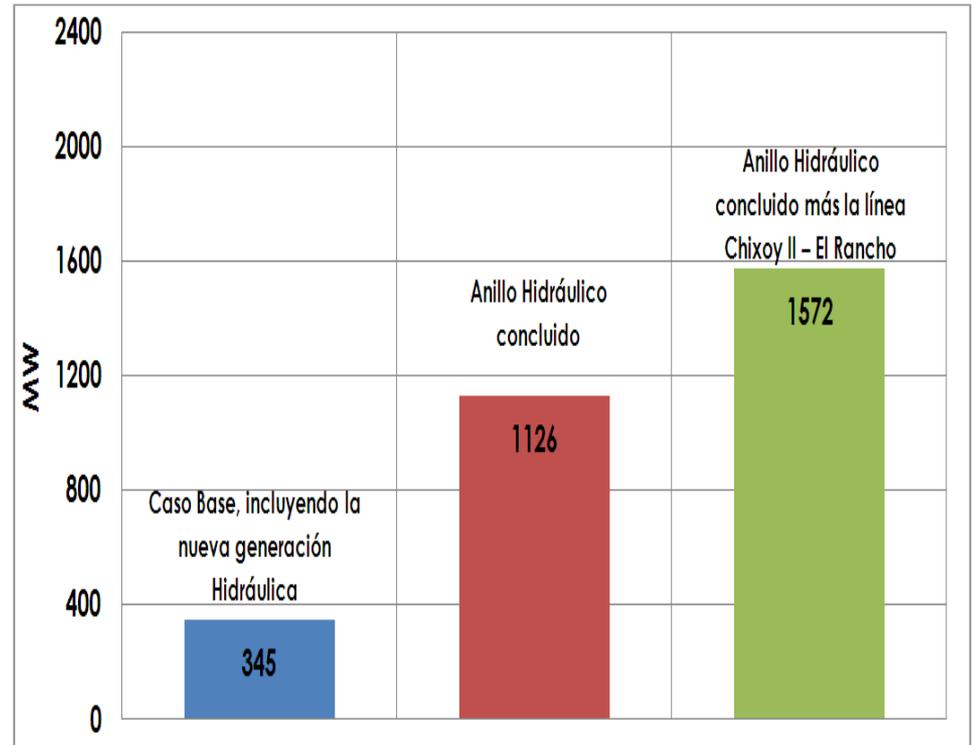
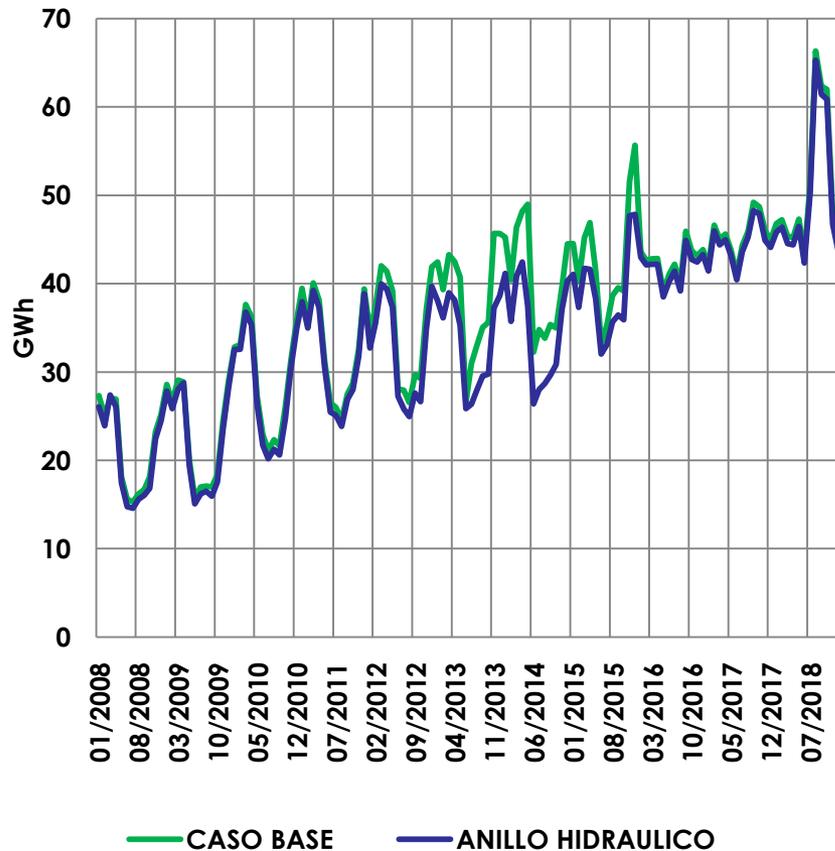


Anillo Hidráulico

- a. El Anillo Hidráulico, **promueve la explotación de la generación basada en Recursos Hídricos** de la región NorOccidente de Guatemala, área que cuenta con el mayor potencia hídrico del País.
- b. El Anillo Hidráulico **contribuirá con la estabilización de los precios de producción de la Energía Eléctrica**, por el uso de los recursos renovables específicamente el desarrollo de emprendimientos hidroeléctricos trayendo consigo independencia energética.
- c. El Anillo Hidráulico **aumenta la Capacidad de Transmisión** desde la Región Noroccidente al Resto del Sistema en 1570 MW.

Aporta Estabilidad en los Precios de la Producción de Energía Eléctrica

Reducción de pérdidas de transmisión y Máxima Transferencia de Potencia hacia el resto del sistema.



Guatemala

Plan de Expansión del Sistema de Transporte

Anillo Hidráulico 2018



Anillo Atlántico

- a. El anillo Atlántico contempla, entre otros, proyectos que se encuentran en construcción, en especial el proyecto SIEPAC.
- b. El Anillo Atlántico, **fortalece el Sistema Nororiente del País**, tomando en cuenta que en la actualidad es un red débil.
- c. El Anillo Atlántico, **aprovecha la ubicación estratégica de los puertos en el Atlántico** para el abastecimiento de combustible, **eliminando el costo del canal de Panamá** y reduciendo las distancias desde los puntos de suministro.
- d. El Anillo Atlántico, permite un **Aumento de la Capacidad de transmisión de hasta la costa Atlántica de 415 MW hacia el resto del SNI y hasta de 200 al resto del Sistema Regional por medio del SIEPAC**, lo cual permite el desarrollo industrial y comercial del puerto en el Atlántico.

**Aporta Garantía de Suministro Adicional y/o
Alternativa**

Guatemala

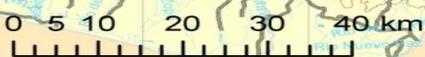
Plan de Expansión del Sistema de Transporte

Anillo Atlántico 2018



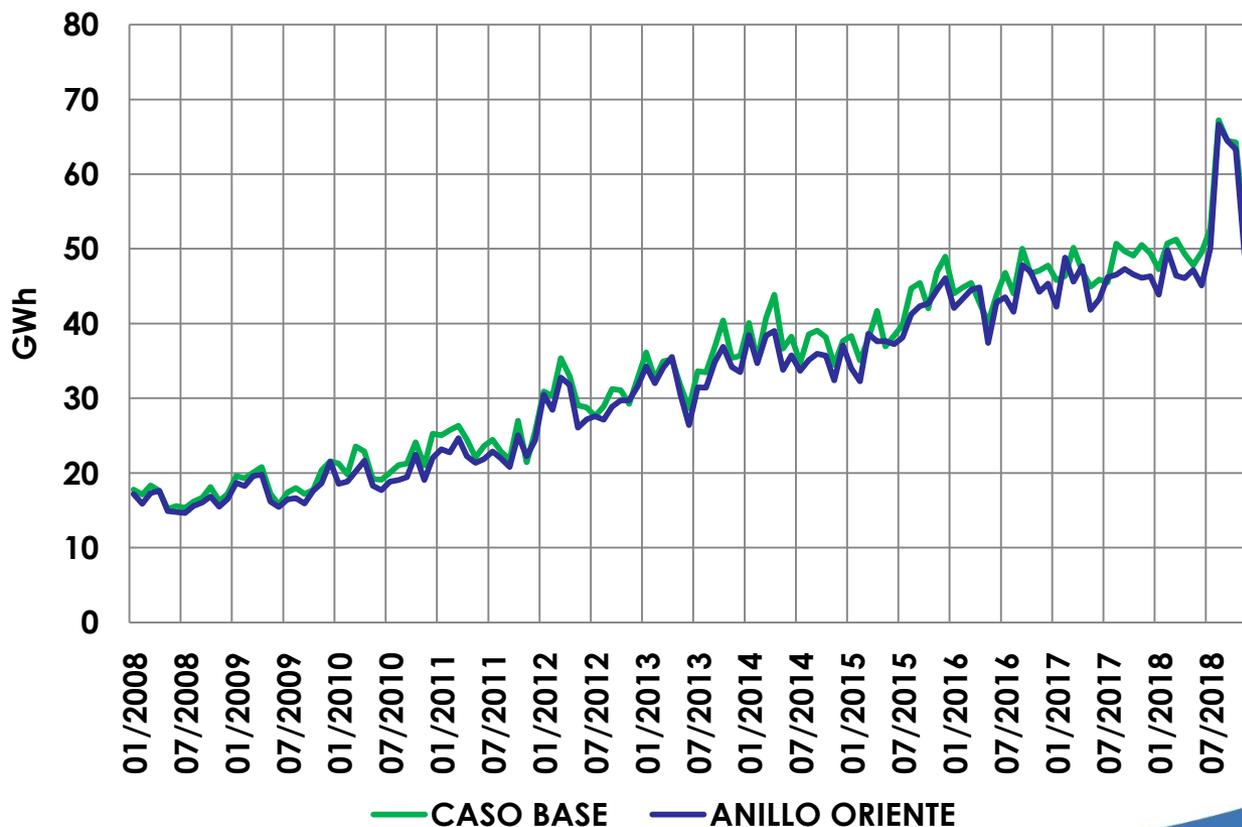
SIMBOLOGÍA

- 400 kV
- Línea Futura un circuito
- Subestación Proyectada
- 230 kV
- Línea Existente
- Línea Futura un circuito
- Línea Futura prevista doble circuito
- Subestación Existente
- Subestación Ampliada
- Subestación Proyectada
- 138 kV
- Línea Existente
- Línea Futura un circuito
- Subestación Existente
- Subestación Ampliada
- Río
- Camino transitible todo el año
- Potencial Hidroeléctrico
- Proyectos Geotérmicos o Térmicos



Anillo Oriental

El anillo Oriental **permite una mayor capacidad de transporte hacia los centros de consumo en esta área**, lo que libera las restricciones de transmisión que actualmente existen. **Refuerza junto con el anillo Atlántico el área oriental y nororiental**, la grafica que sigue, muestra los beneficios por disminución de pérdidas de transmisión relativas a su implementación.



Guatemala

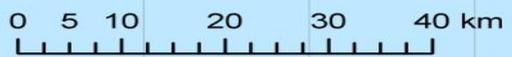
Plan de Expansión del Sistema de Transporte

Anillo Oriental 2018



SIMBOLOGÍA

- 400 kV
- Línea Futura un circuito
- Subestación Proyectoada
- 230 kV
- Línea Existente
- Línea Futura un circuito
- Línea Futura prevista doble circuito
- Subestación Existente
- Subestación Ampliada
- Subestación Proyectoada
- 138 kV
- Línea Existente
- Línea Futura un circuito
- Subestación Existente
- Subestación Ampliada
- Río
- Camino transitible todo el año
- Potencial Hidroeléctrico
- Proyectos Geotérmicos o Térmicos

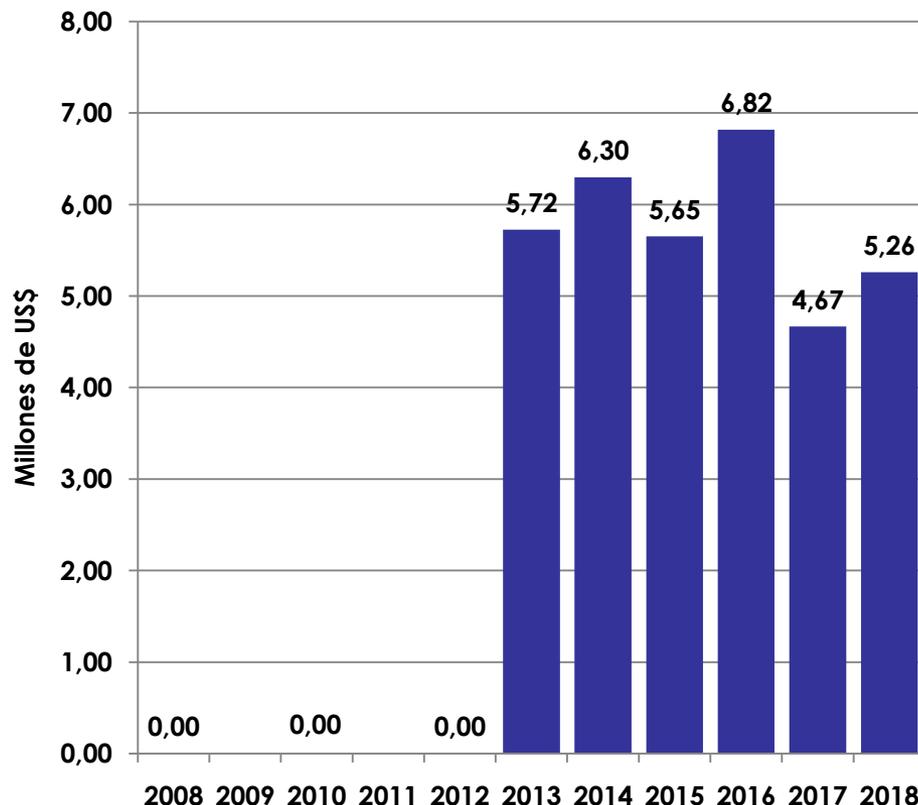
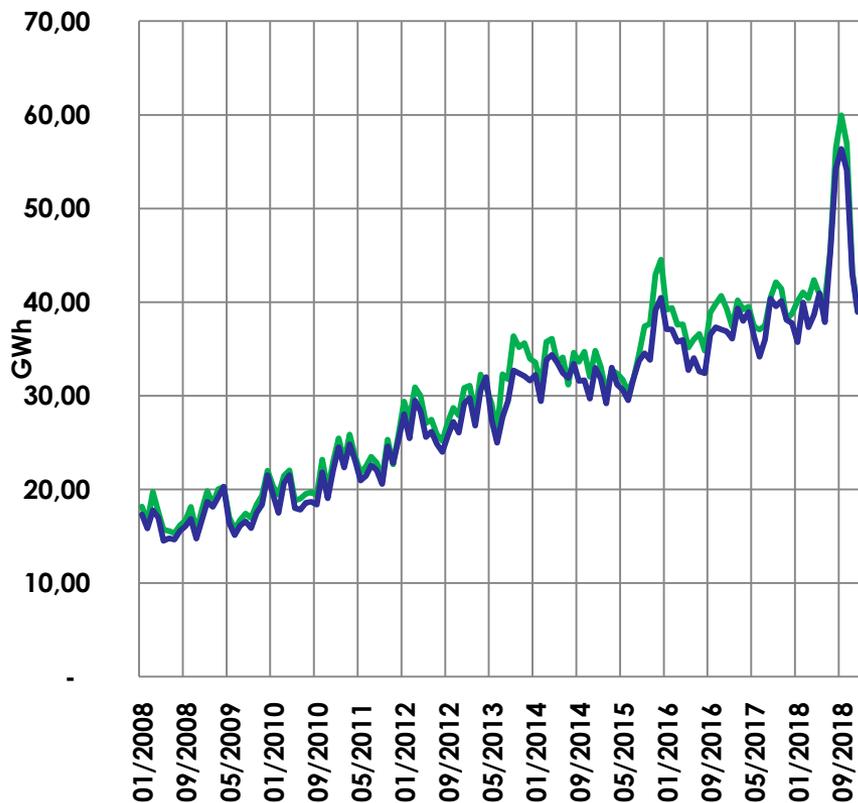


Anillo Occidental

El proyecto de mayor importancia de este anillo es la Línea de Transmisión **La Esperanza – Sololá – Las Cruces – GuateSur 230kV**, debido a que **Aumenta la Capacidad de Transmisión en el área occidental la desde la interconexión Guatemala–México hacia el resto del SNI**, pero también se complementa al aumentar la Capacidad para las Transferencias de Potencia provenientes del desde el Anillo Hidráulico.

Proporciona disponibilidad adicional desde la Interconexión Guatemala – México y el Anillo Hidráulico.

Reducción de pérdidas de transmisión y reducción del costo de la operación térmica correspondientes al Anillo Occidental.



— CASO BASE — ANILLO OCCIDENTE

Guatemala

Plan de Expansión del Sistema de Transporte

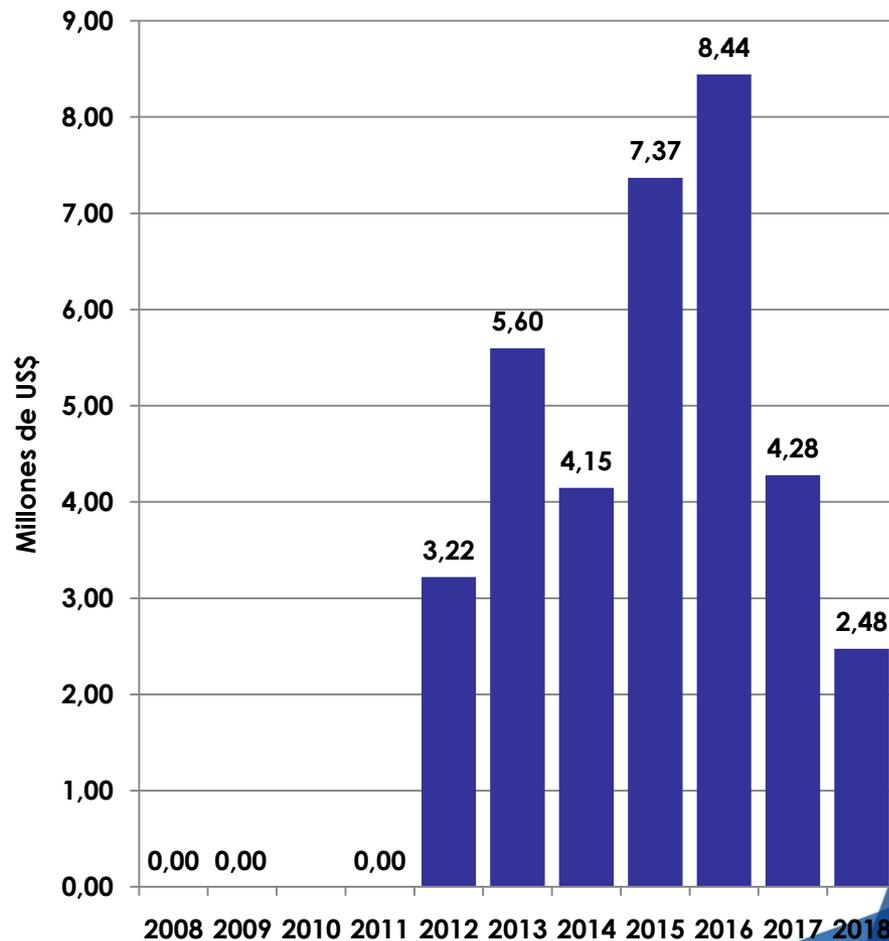
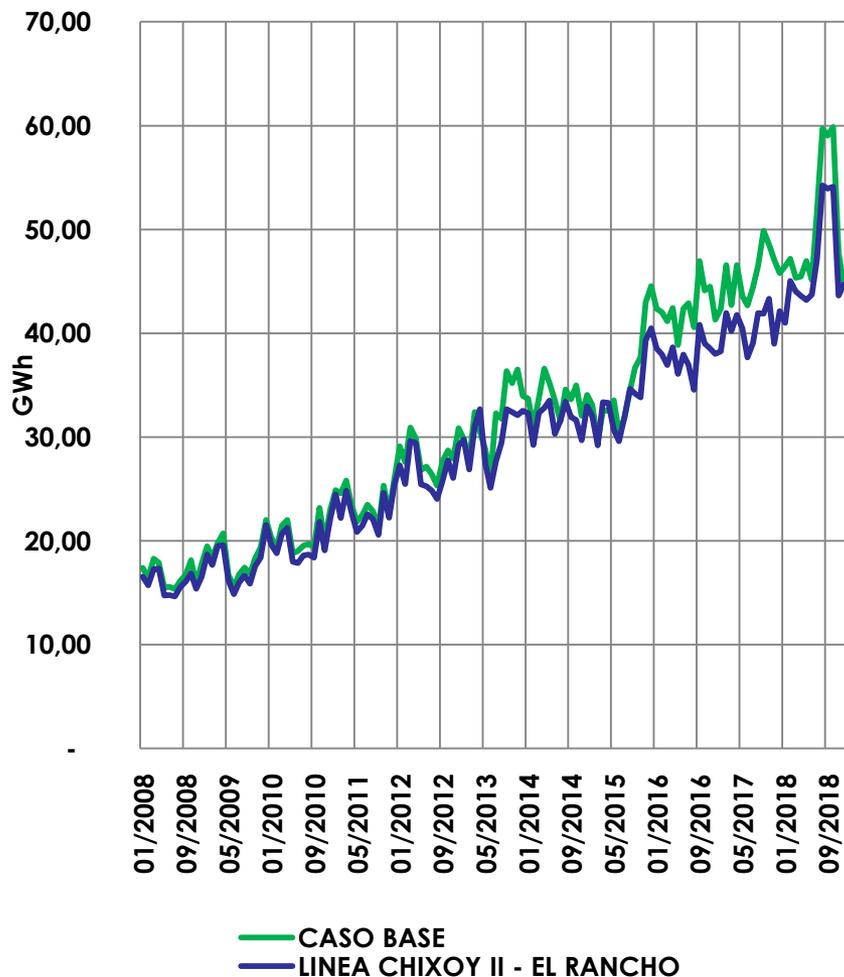
Anillo Occidental 2018



Otras obras importantes.

- a. **La línea Chixoy II – El Rancho** forma parte tanto al **Anillo Hidráulico** como al **Anillo Atlántico**. Aporta una capacidad adicional para evacuar la generación procedente del Anillo Hidráulico, asimismo aumenta también la capacidad de transmisión de energía eléctrica desde el Anillo Atlántico. Esto hace posible el **aprovechamiento del potencial hídrico de la zona norte del país** lo que ocasiona una disminución efectiva del costo operativo del Sistema.

Reducción de pérdidas de transmisión y ahorro del costo por operación térmica, 2008-2018.





SIMBOLOGÍA

-  400 kV
Línea Futura un circuito
-  Subestación Proyectoada
-  230 kV
Línea Existente
-  Línea Futura un circuito
-  Línea Futura prevista doble circuito
-  Subestación Existente
-  Subestación Ampliada
-  Subestación Proyectoada
-  138 kV
Línea Existente
-  Línea Futura un circuito
-  Subestación Existente
-  Subestación Ampliada

-  Río
-  Camino transitable todo el año
-  Potencial Hidroeléctrico
-  Proyectos Geotérmicos o Térmicos



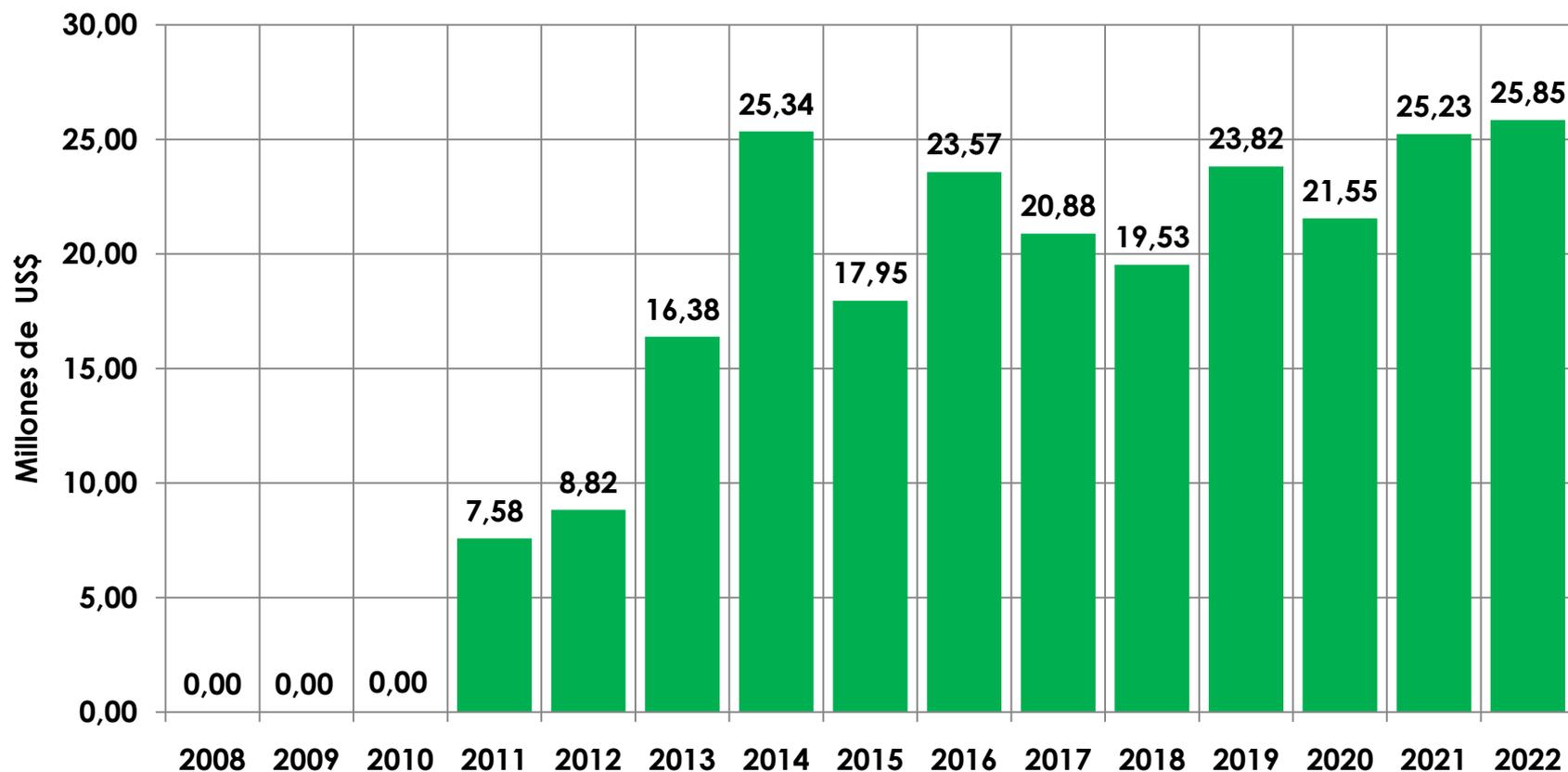
**Beneficios como un conjunto de la
Implementación del Plan de
Expansión del Sistema de
Transporte 2008-2018.**

Guatemala

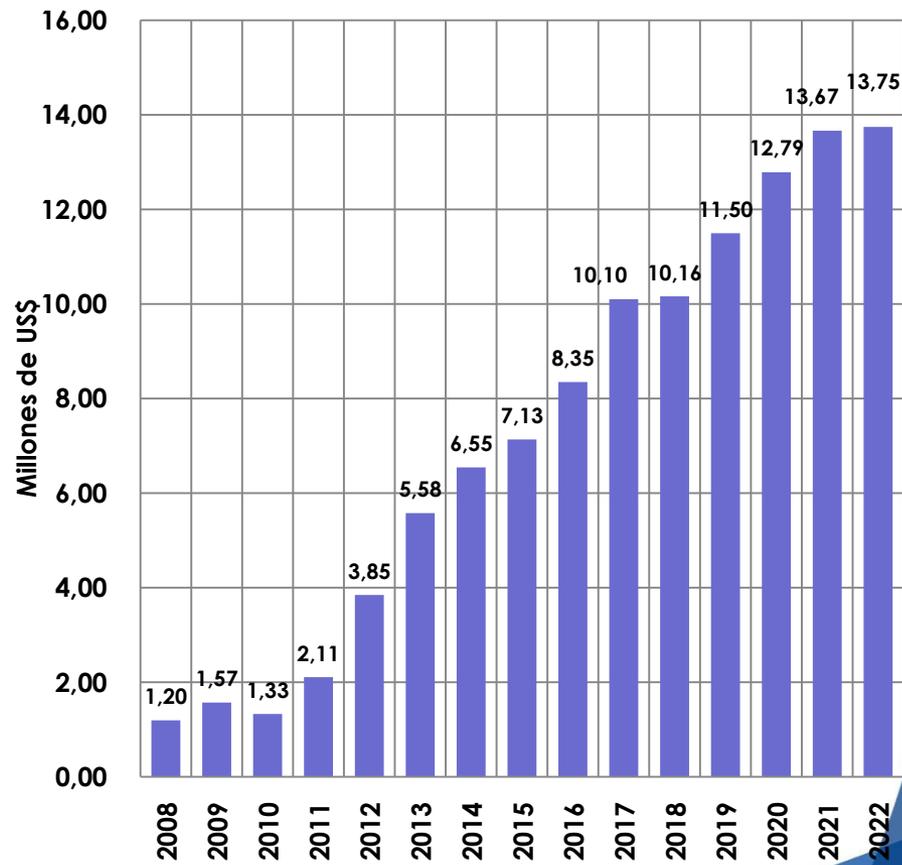
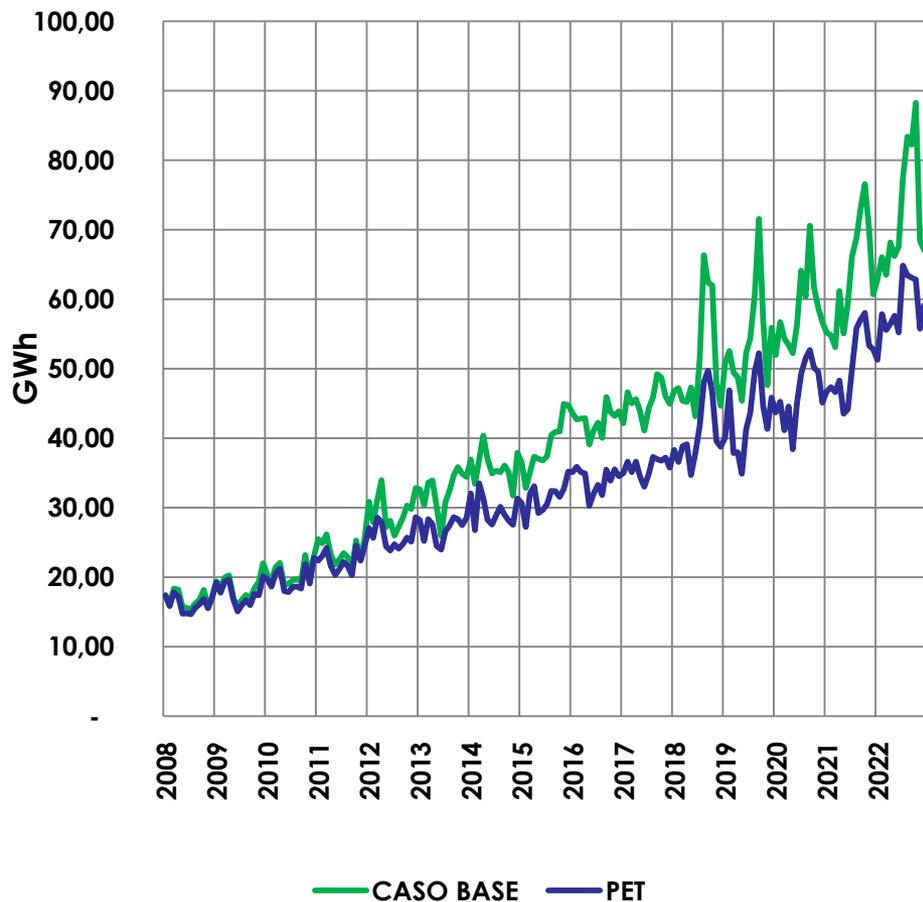
Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2018



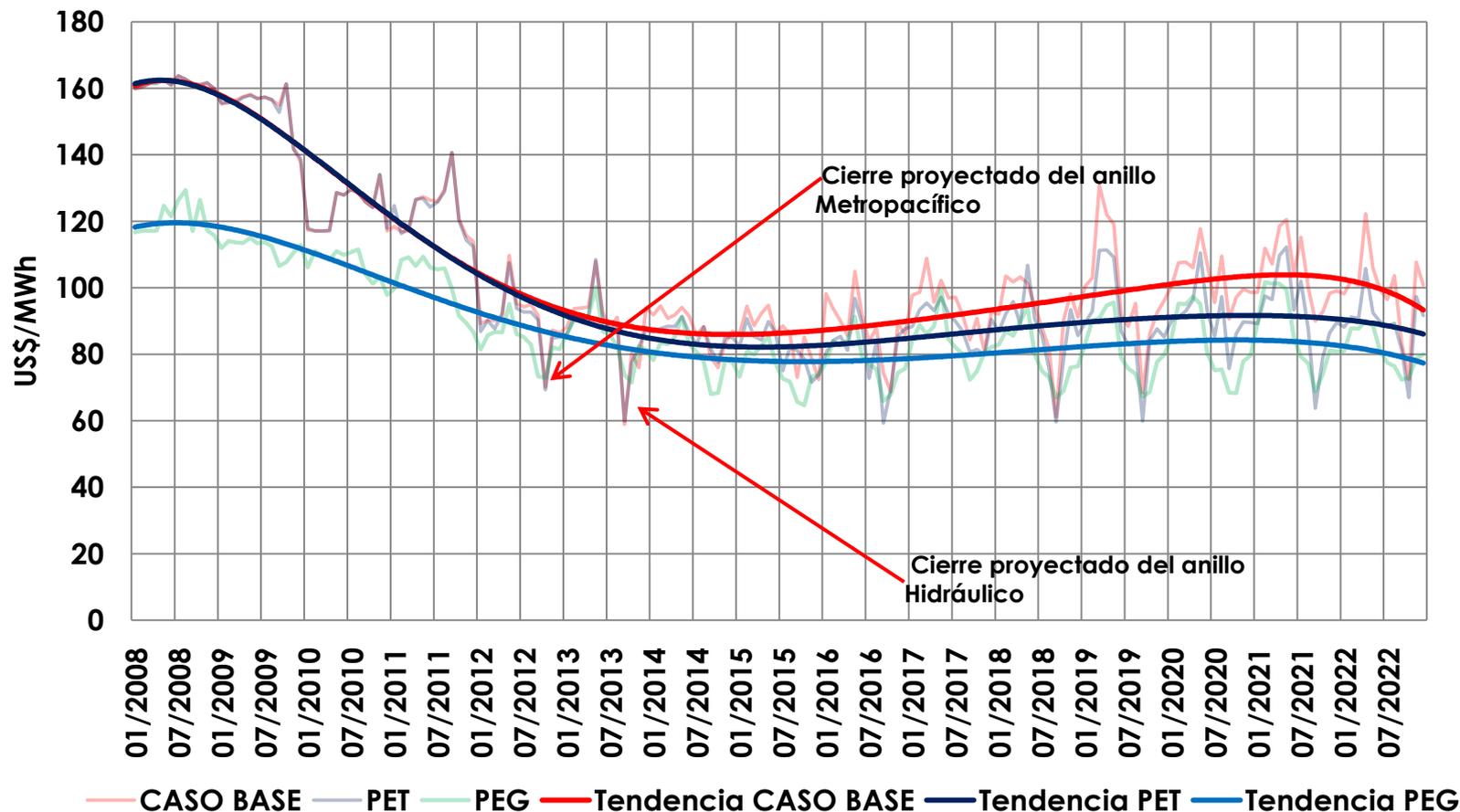
Ahorro en el costo de operación térmica



Reducción de pérdidas por transmisión y valorización al costo marginal de la demanda.

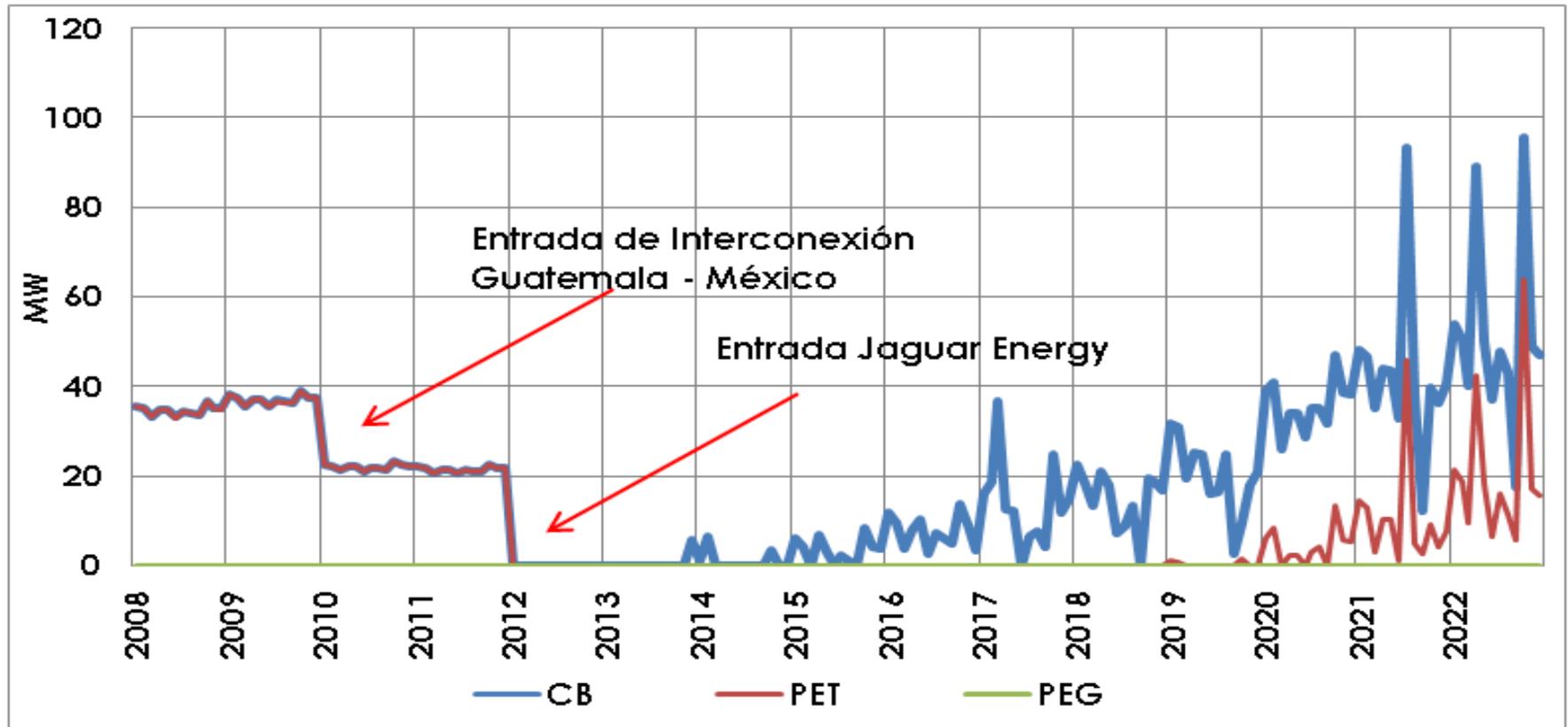


Comportamiento del Costo marginal de la demanda, PET, PEG y Crecimiento sin PET



$$\begin{aligned}
 \text{Ahorro} &= \sum_{1}^{i} (CMCB_i - CMPET_i) \times \text{Energía}_i \times 0.15 \\
 &= 176.5 \text{ millones de US\$}
 \end{aligned}$$

Comportamiento del Déficit de Energía Eléctrica probable, PET, PEG y Crecimiento sin PET



Algunos Rangos de Factores de Pérdidas Nodales (FPNs) que resultan de la Implementación del PET

Nodo	FPN Rango*
San Juan Ixcoy 230kV	0.94 – 0.98
Chixoy 230kV	0.96 – 1.00
Covadonga 230kV	0.95 – 0.98
Escuintla II 230kV	0.93 – 0.98
Los Brillantes 230kV	0.92 – 0.96
Panaluya 230kV	1.00 – 1.02
El Estor 230kV	1.00 – 1.03
La Ruidosa 230kV	1.00 – 1.03

Compensación reactiva y Red de 69kV y

No.	Proyecto	MVAr	Costo ¹	Año de entrada en operación	Estado Actual
1	Compensación Reactiva (MVAr)	130	4.9	2008	Proyecto
2	Compensación Reactiva (MVAr)	190	7.1	2012	Proyecto
3	Compensación Reactiva (MVAr)	160	6.0	2015	Proyecto

- a. La Implementación del Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008-2018, contempla la **instalación de compensación reactiva en varios puntos del SNI** con el objeto de preservar sus **estándares de calidad**, pero también para **enriquecer su Operación Técnica y Económica**.
- b. Durante el período que abarca el PET, se prevé la instalación de **480 MVAR** de potencia reactiva.

Análisis de costos y ahorros derivados de la Implementación del PET

Anillo	Ubicación Geográfica	km aprox. de líneas	No. subestaciones ampliaciones y refuerzos	Costo ¹
Anillo Metropacífico	Región Central y Sur	144	17	119.1
Anillo Hidráulico	Región noroccidental	44	8	108.7
Anillo Atlántico	Región nororiental	585	4	115.8
Anillo Oriental	Región suroriental	55	4	16.7
Anillo Occidental	Región suroccidental	146	7	61.7
Otras obras	Interconexión (Gua-Méx), Comp. Reactiva y SIEPAC			73
TOTAL		1374.3	34	495

Costo total del Plan	Ahorros totales que representa el Plan (2008-2022)
US\$ 495 millones	US\$ 522 millones

Consideraciones Finales

- a. El Plan de Expansión del Sistema de Transporte se enfoca en la constitución de redes malladas para que **cumpla con el criterio de seguridad operativa N-1**.
- b. **Los ahorros** que representa la construcción total del Plan de Expansión del Sistema de Transporte 2008–2018 **superan la inversión total de su implementación**.
- c. Las ampliaciones en la red de 69kV estarán sujetas a las ampliaciones en 230kV y 138kV.
- d. Se requieren de una compensación reactiva 130 MVAR de manera inmediata en el SNI.
- e. Actualmente la Comisión Nacional de Energía Eléctrica lleva adelante la **Licitación Abierta para la Prestación del Servicio de Transporte de Energía Eléctrica por medio de la Adjudicación del Valor de Canon Anual** que contempla la construcción de las obras del PET.

Recientemente

Durante el 7° foro Latinoamericano de Liderazgo que recientemente se llevó a cabo en Houston Texas, EE.UU, la **Licitación Abierta para la Prestación del Servicio de Transporte de Energía Eléctrica por medio de la Adjudicación del Valor de Canon Anual** se hizo acreedora del **“2009 Finance Project of the Year”** de entre más de 50 proyectos latinoamericanos y ante una audiencia de más de 500 representantes empresas latinoamericanas de infraestructura y financiamiento.

El galardón obtenido premia el proyecto que haya mostrado **gran innovación en su estructura financiera y rápida ejecución** convirtiéndose en ejemplo para otros sectores del continente.



¡MUCHAS GRACIAS!