

1. Modelo de cálculo de inversiones en Transmisión
2. Análisis de los resultados
3. Sensibilización
4. Conclusiones



Modelo de cálculo de inversiones en Transmisión

Modelo de cálculo de inversiones en Transmisión

Consideraciones del modelo



- Se utilizará un modelo cuyo objetivo es estimar el impacto que tendrían las compensaciones a los clientes frente a un límite de horas de indisponibilidad asociado al segmento de la transmisión.
- El modelo mencionado determina óptimamente aquellas instalaciones del segmento de la transmisión que sería necesario realizar una inversión para mantener el promedio de horas de indisponibilidad inferior a lo indicados inicialmente en la simulación.
- Las tasas de falla y tiempos de indisponibilidad de las instalaciones fueron estimadas y calibradas previamente. No es factible modificarlas en la actual adaptación del modelo.
- Se evalúan los candidatos de inversión de aquellos activos del sistema de transmisión (LLTT y SSEE AT/AT) sin N-1. **No se consideran** aquellas obras que fueron propuestas por costo eficiente y tampoco subestaciones AT/MT.
- Las propuestas de inversión sólo se consideran para mejorar los índices de confiabilidad y no disminuir congestiones.
- Las inversiones en las instalaciones de la transmisión que el modelo entrega, no necesariamente coincide con las obras determinadas en el actual proceso de planificación de la transmisión. El monto de inversión resultante para una obra en transmisión es el **VATT**.



Modelo de cálculo de inversiones en Transmisión

Entradas al modelo

- Topología de la BBDD Digsilent 2018 del Coordinador.
- Tasas de falla y tiempos de recuperación obtenidos de la calibración. Se usó como información de entrada el estudio de continuidad del año 2018.
- La demanda máxima de las barras de retiro son del año 2018
- Costo de falla = 12.960 [USD/MWh]
- Horas de indisponibilidad en Transmisión (Se selecciona previa simulación)



Ejecutar el modelo

Datos modificables	
Máximo tiempo total de desconexiones (en horas)	30.7699
Ubicación julia (en blanco asume que julia esta en el system path)	C:\Users\pfernandez\AppData\Local\Julia-0.6.4\bin
Ubicación carpeta modelo_confiabilidad (en blanco asume que este excel está en la misma ubicación que la carpeta)	C:\ModeloDiego
Datos fijos	
Proporción del tiempo en que las desconexiones son originadas en transmisión	0.13
Datos calculados	
Máximo tiempo de desconexiones por transmision (en horas)	4.000



Modelo de cálculo de inversiones en Transmisión

Escenarios de simulación



Horas de indisponibilidad promedio del suministro eléctrico, según política energética:

- 2035: 4 horas/año de indisponibilidad promedio del suministro eléctrico
- 2050: 1 hora/año



Informe SEC (Resumen Mensual Industria Energética Feb. 2020), se indica el promedio anual de horas de indisponibilidad asociadas a la Tx.

- SAIDI promedio = 13.92 horas
- SAIDI por Tx/Gx = 1.77 horas
- $1.77/13.92 = 12.72\%$ del total de horas corresponde a fallas por Tx/Gx.



Propuesta Normativa de System

Duración de indisponibilidades (horas/año):

Segmento afectado	Segmento de origen del evento			
	Nacional	Zonal	Dedicado	Total transmisión
Nacional	3	-	-	3
Zonal	3	7	-	7
Dedicado	3	7	7	7

- Transmisión para Polos de Desarrollo: 7 horas/año.
- Líneas de Interconexión Internacionales: 3 horas/año.

En consecuencia, se harán las siguientes simulaciones:

- **Barrido de horas de indisponibilidad,**
- Análisis de las obras e inversiones, particularmente considerando **0.508 horas (política energética)** y las **7 horas (propuesta normativa System)**.

Sensibilización

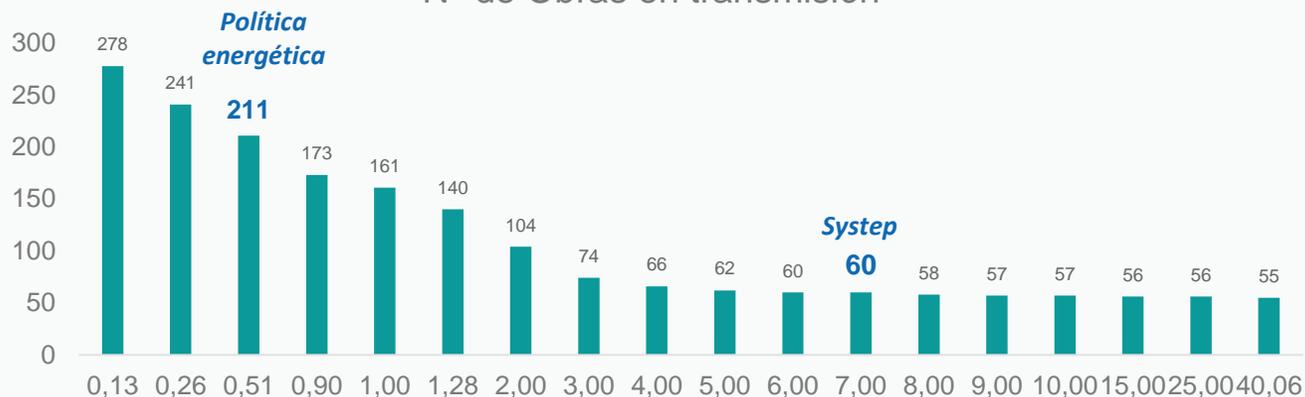
- Estimación del impacto tarifario de la propuesta de inversiones del modelo.

Análisis de los resultados

Análisis de los resultados

Barrido de horas de indisponibilidad

N° de Obras en transmisión



VATT [MM USD] de las obras en transmisión



- La restricción de la política energética contemplaría **151 obras** más que la propuesta por Systep, equivalentes a una diferencia en el VATT de **64.4 MM USD**.
- Entre **3 hrs. y 10 hrs.** de indisponibilidad en Transmisión, se reducen **17 obras** equivalentes a **4,56 MM USD** en VATT
- La mayor variación de obras en transmisión se registra en las restricciones de indisponibilidad inferiores a 3 hrs.

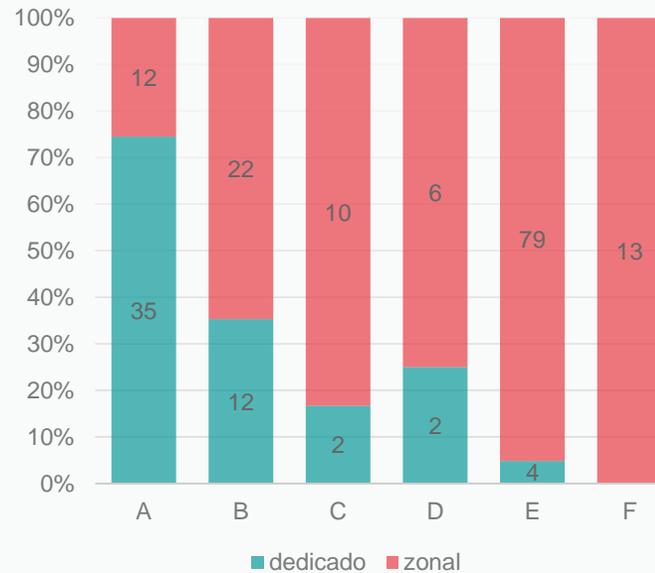
Análisis de los resultados

Número de Obras e inversiones según política energética (0.508 horas)

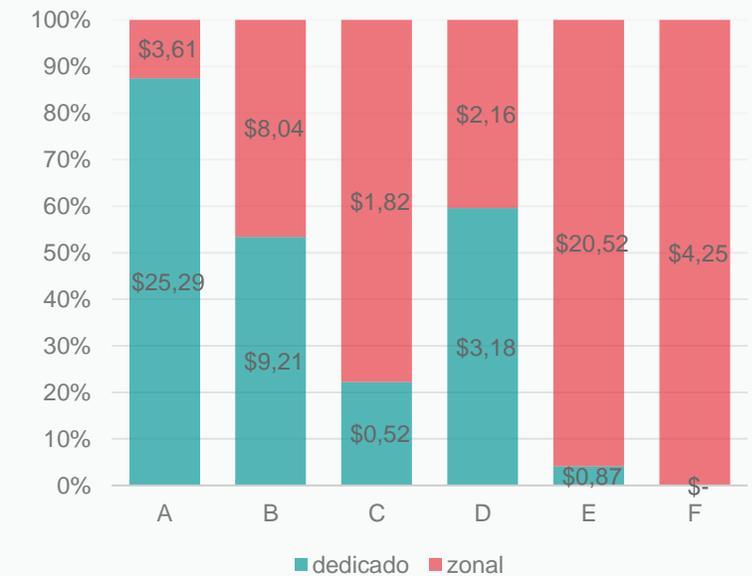
Calificación de la Instalación	N°Obras	VATT [MM USD]
Nacional	12	\$ 11.48
Zonal	144	\$ 40.78
Dedicado	55	\$ 39.07
Total general	211	\$ 91.34



N° OBRAS POR SISTEMA



VATT [MM USD] POR SISTEMA



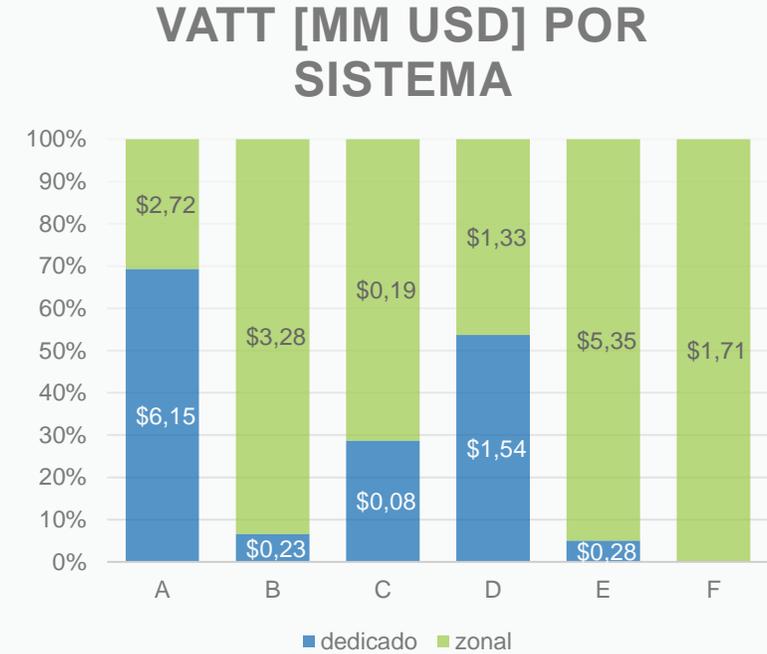
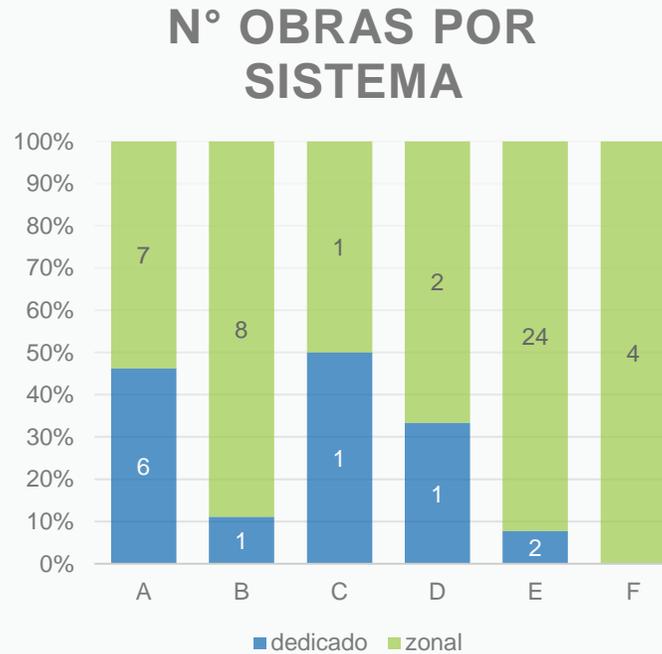
- El **6%** de las obras en transmisión corresponden al segmento **Nacional**. Estas obras contemplan el **12,5%** del VATT total.
- En el **Sistema A**, 35 de las 42 obras serían correspondientes a la transmisión **dedicada**, con casi un **90%** del total del VATT.
- El **Sistema E y F**, contemplan un 45% del total de obras propuestas en el SEN. De un total de 96 obras en esos dos sistemas, sólo 4 corresponden al segmento de la transmisión dedicada.



Análisis de los resultados

Número de Obras e inversiones según propuesta System (7 horas)

Calificación de la Instalación	N°Obras	VATT [MM USD]
Nacional	3	\$ 4.11
Zonal	46	\$ 14.58
Dedicado	11	\$ 8.29
Total general	60	\$ 26.98



- El **5%** de las obras en transmisión corresponden al segmento **Nacional**. Estas obras contemplan el **15,2%** del VATT total. Por otro lado, habrían **9 obras menos** que con la restricción de la política energética, equivalentes a reducir **7,39 MM USD** del VATT de obras del segmento de transmisión nacional.
- En el **Sistema A**, poco más del **50%** de las obras corresponden a la **transmisión zonal**, sin embargo el 70% aprox. del VATT total de este sistema corresponde a obras en la **transmisión dedicada**.
- El **Sistema E y F**, contemplan un **52,6%** del total de obras propuestas en el SEN. De un total de 30 obras en esos dos sistemas, sólo 2 corresponden al segmento de la **transmisión dedicada**.

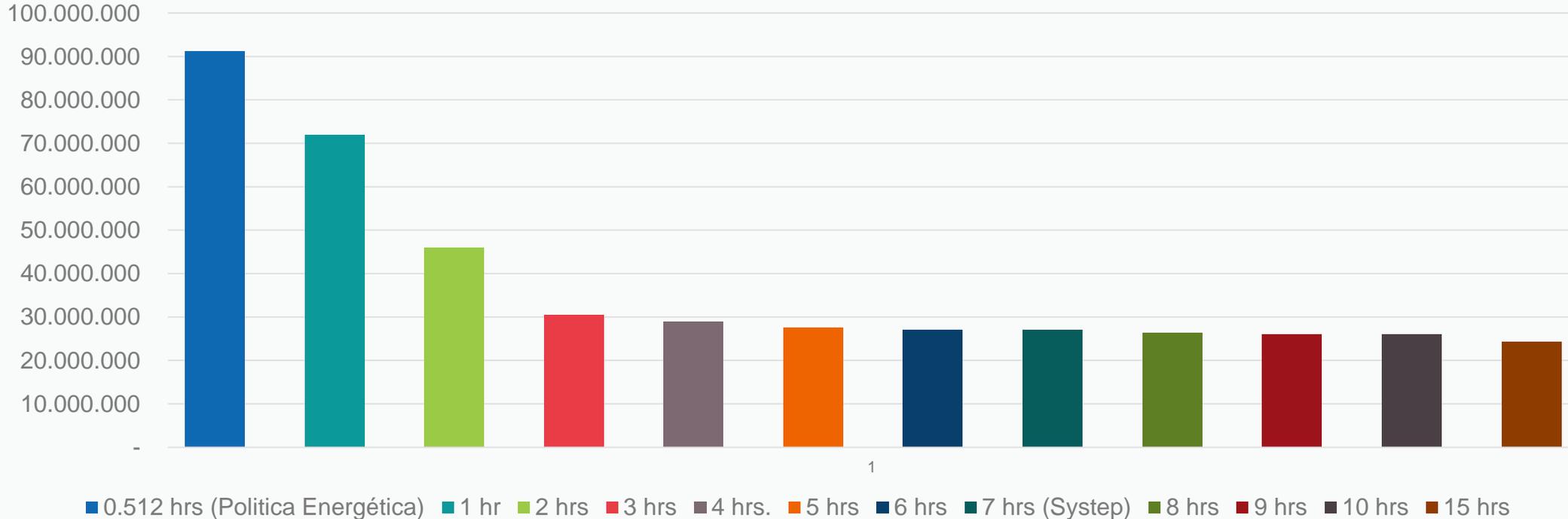


Sensibilidad

Sensibilidad

Estimación del impacto tarifario de la propuesta de inversiones del modelo

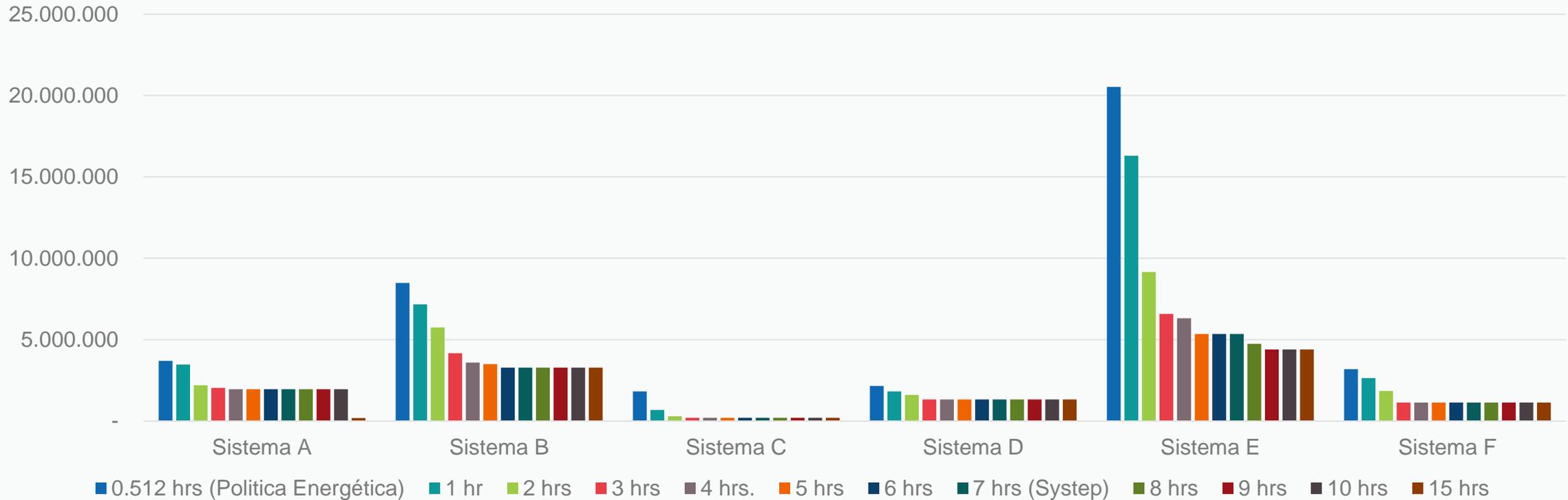
VATT ADICIONAL [USD]



- A partir de las 3 horas de indisponibilidad, se observa una variación menor en el VATT de las obras de todos los segmentos de transmisión.



Evolución de incremento de VATT por Sistema de Tx Zonal



- El **sistema E** es al sistema de transmisión zonal que requiere de mayor inversión. A partir de las 9 horas, presenta una variación menor en las obras.
- El resto de los sistemas, se observa que a partir de las 3 horas se presenta una menor variación del VATT de las obras.



Sensibilidad

Estimación del impacto tarifario de la propuesta de inversiones del modelo

Segmento	Sistema	Tensión	Variación %												
			(Política)	1 hr	2 hrs	3 hrs	4 hrs.	5 hrs	6 hrs	7 hrs (Syst)	8 hrs	9 hrs	10 hrs	15 hrs	
Tx Zonal	Sistema A	Tx < 25	23%	20%	13%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	4%
Tx Zonal	Sistema B	Tx < 25	14%	12%	9%	7%	6%	6%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tx Zonal	Sistema C	Tx < 25	4%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tx Zonal	Sistema D	Tx < 25	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Tx Zonal	Sistema E	Tx < 25	12%	10%	5%	4%	4%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Tx Zonal	Sistema F	Tx < 25	11%	8%	6%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Tx Nacional	Nacional	NA	10%	8%	5%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%

Variación en el cargo de la Tx del cliente regulado

Sistema	0.512 hrs (Política Energética)	1 hr	2 hrs	3 hrs	4 hrs.	5 hrs	6 hrs	7 hrs (Systep)	8 hrs	9 hrs	10 hrs	15 hrs
Sistema A	23,016	22,970	22,865	22,823	22,817	22,817	22,817	22,817	22,817	22,817	22,817	22,732
Sistema B	25,525	25,475	25,403	25,344	25,323	25,318	25,307	25,307	25,307	25,307	25,307	25,307
Sistema C	25,842	25,798	25,778	25,770	25,770	25,770	25,770	25,770	25,770	25,770	25,770	25,770
Sistema D	19,726	19,718	19,709	19,704	19,703	19,703	19,703	19,703	19,703	19,703	19,703	19,703
Sistema E	24,032	23,981	23,897	23,866	23,863	23,852	23,852	23,852	23,845	23,841	23,841	23,841
Sistema F	25,750	25,700	25,654	25,617	25,616	25,616	25,616	25,616	25,616	25,616	25,616	25,616

Valor cuenta promedio de un regulado

Sistema	0.512 hrs (Política Energética)	1 hr	2 hrs	3 hrs	4 hrs.	5 hrs	6 hrs	7 hrs (Systep)	8 hrs	9 hrs	10 hrs	15 hrs
Sistema A	1,51%	1,30%	0,84%	0,66%	0,63%	0,63%	0,63%	0,63%	0,63%	0,63%	0,63%	0,25%
Sistema B	1,40%	1,20%	0,92%	0,68%	0,60%	0,58%	0,53%	0,53%	0,53%	0,53%	0,53%	0,53%
Sistema C	0,34%	0,17%	0,09%	0,06%	0,06%	0,06%	0,06%	0,06%	0,06%	0,06%	0,06%	0,06%
Sistema D	0,21%	0,17%	0,13%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%
Sistema E	1,04%	0,82%	0,47%	0,34%	0,32%	0,28%	0,28%	0,28%	0,25%	0,23%	0,23%	0,23%
Sistema F	0,88%	0,68%	0,51%	0,36%	0,36%	0,36%	0,36%	0,36%	0,36%	0,36%	0,36%	0,36%

Variación en la cuenta final de un regulado



Conclusiones

Conclusiones

- Considerando la restricción de horas de indisponibilidad en transmisión de la **política energética**, el modelo indica que sería necesario hacer **211 obras** con un VATT total de **91,34 MM USD**.
- Considerando la restricción de horas de indisponibilidad en transmisión de la **System**, el modelo indica que sería necesario hacer **60 obras** con un VATT total de **26,98 MM USD**.
- Los sistemas que más obras necesitarían para dar cumplimiento a la restricción horaria serían el **Sistema E y F**. De ellos, sólo un 8% correspondería a una inversión en los sistemas de transmisión dedicados.
- El sistema que percibiría una mayor variación en el cargo por Transmisión (nacional + zonal) y en la cuenta tipo del cliente regulado sería el **Sistema A**. Por el contrario, el sistema con menor variación de lo mencionado sería el **Sistema C**.
- La información entregada por el modelo de cálculo de inversiones en transmisión es útil para analizar cuál sería el impacto en el segmento de transmisión y localizar aquellas instalaciones con mayor riesgo de incumplimiento.
- Las inversiones propuestas por este modelo no necesariamente podrían calificar como obra del plan de expansión de la transmisión según la metodología vigente. Sin embargo, esta información si puede ser utilizada como punto de partida para un eventual análisis por seguridad de las instalaciones del sistema de transmisión.





Muchas Gracias

Comisión Nacional de Energía

Alameda 1449,, Torre 4, Piso 13

Tel. (2) 2797 2600

Fax. (2) 2797 2627

www.cne.cl

Santiago - Chile