

Planificación de inversiones con y sin integración regional.

Autores:

Irene Fierro

Santiago Galarza

Camila Martínez

IMPORTANTE: Este trabajo se realizó en el marco del curso Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica (SimSEE) y fue evaluado por el enfoque metodológico, la pericia en la utilización de las herramientas adquiridas en el curso para la resolución del estudio y por la claridad de exposición de los resultados obtenidos. Se quiere dejar expresamente claro que no es relevante a los efectos del curso la veracidad de las hipótesis asumidas por los estudiantes y consecuentemente la exactitud o aplicabilidad de los resultados. Ni la Facultad de Ingeniería, ni el Instituto de Ingeniería Eléctrica, ni el o los docentes, ni los estudiantes asumen ningún tipo de responsabilidad sobre las consecuencias directas o indirectas que asociadas al uso del material del curso y/o a los datos, hipótesis y conclusiones del presente trabajo.

Trabajo final, curso SimSEE
IIE – FING – UDELAR

Agosto 2018
Montevideo – Uruguay.

Objetivo

Encontrar los planes óptimos de inversiones para la expansión del sistema de generación de Uruguay, ante diferentes escenarios de integración regional.

Se empleo el software libre SimSEE y la aplicación Oddface.

Objetivo

Se plantearon los siguientes **objetivos específicos**:

- Realizar optimizaciones individuales para cada escenario de integración planteado, encontrando el plan de expansión óptimo específico.
- Identificar las diferencias entre los tres planes de expansión.
- Estudiar las consecuencias del arrepentimiento de haber optado un plan de Inversiones ante un escenario, y que luego el escenario real sea otro.

Hipótesis de trabajo

Se analizaron 3 escenarios posibles:

1. Integración nula: sin importación ni exportación (**Sumidero**).
2. Integración parcial: con exportación (**Exp_30**).

Interconexión: 500 MW
 Disponibilidad: 95%
 TMR: 360 h

$$\begin{cases} CM03 \text{ Brasil} > C_{mg} \text{ UY} \\ y \\ C_{mg} \text{ UY} < 30 \text{ USD/MWh} \end{cases}$$

3. Totalmente integrado: con exportación e importación (**Mig_30**).

Interconexión: 500 MW
 Disponibilidad: 95%
 TMR: 360 h

Exportación:

$$\begin{cases} CM03 \text{ Brasil} > C_{mg} \text{ UY} \\ y \\ C_{mg} \text{ UY} < 30 \text{ USD/MWh} \end{cases}$$

Importación:

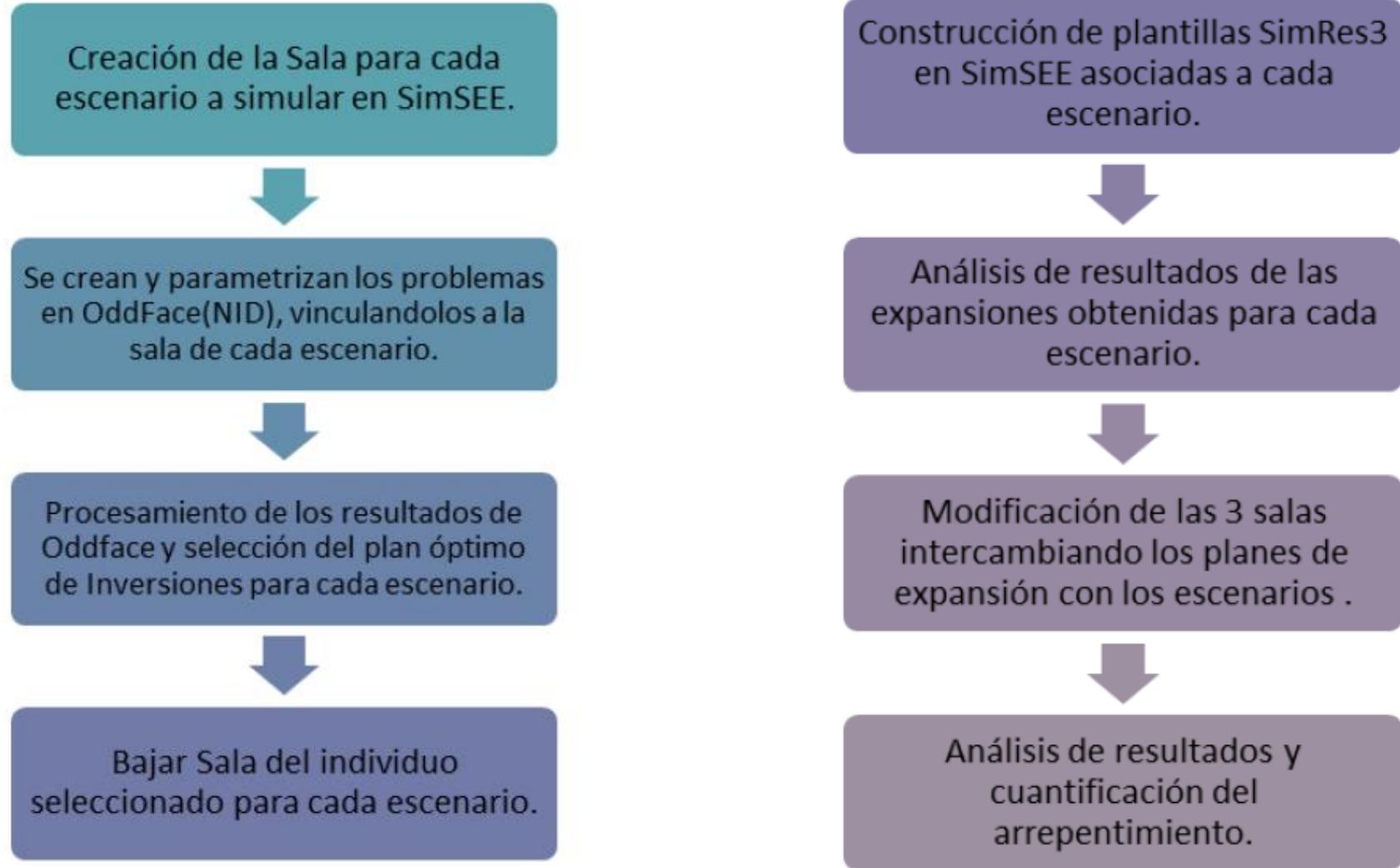
$$\begin{cases} CM03 \text{ Brasil} < C_{mg} \text{ UY} \\ y \\ CM03 \text{ Brasil} < 30 \text{ USD/MWh} \end{cases}$$

Hipótesis de trabajo

Características de las tecnologías disponibles para la expansión.

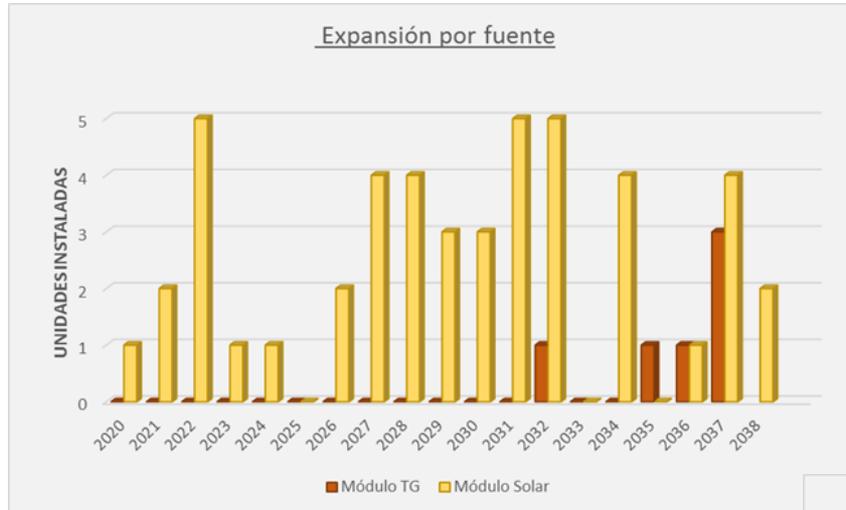
	Turbinas de gas	Plantas solares fotovoltaicas
Meses de construcción de la obra:	24	12
Años de vida útil:	25	20
Potencia por unidad:	60MW	50MW
Costo de inversión expresado como costo fijo :	15 USD/MWh	40 USD/MWh
Costo variable :	150 USD/MWh	NA
Unidades máximas a instalar por año :	5	
Primer fecha posible para decisión:	01/01/2020	

Metodología



Resultados del estudio.

• *Plan de expansión SUMIDERO*



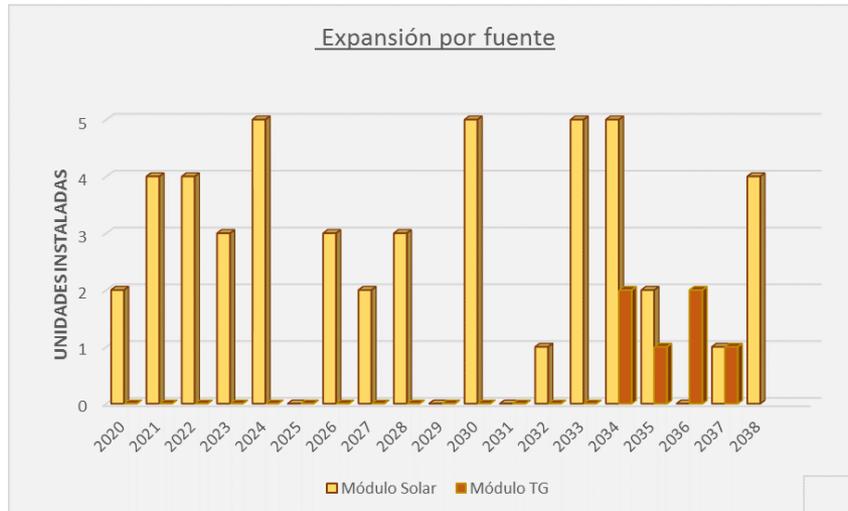
El año de entrada de los **parques fotovoltaicos** es 2020, instalando una potencia total al final del período de **2350 MW**.

Para el caso de las **turbinas de gas**, el año de entrada de la primera es 2032, llegando a una potencia total al final del período de **360 MW**.



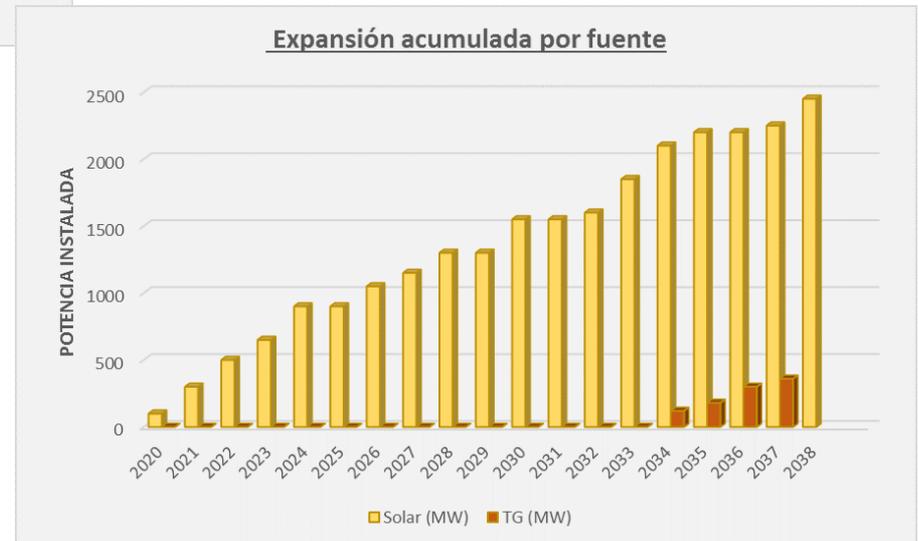
Resultados del estudio.

• *Plan de expansión: Integración Parcial EXP 30*



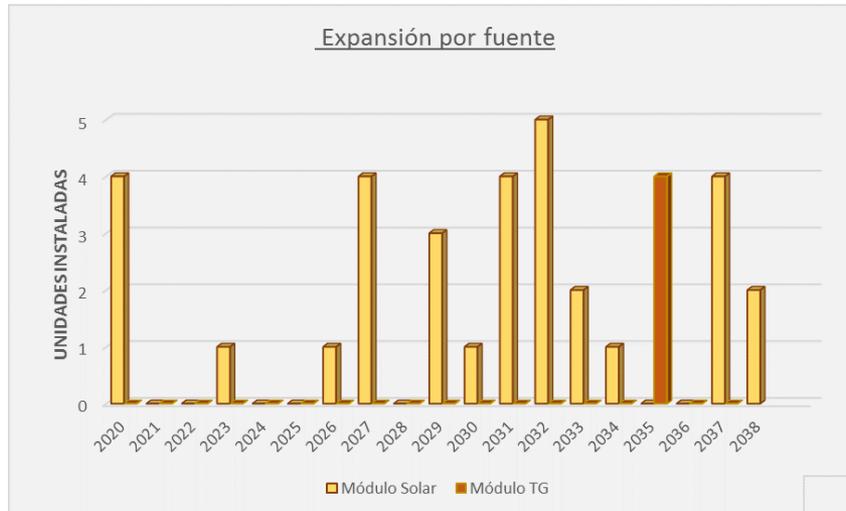
El año de entrada de los **parques fotovoltaicos** es 2020, instalando una potencia total al final del período de **2450 MW**.

Para el caso de las **turbinas de gas**, el año de entrada de la primera es 2026, llegando a una potencia total al final del período de **360 MW**.



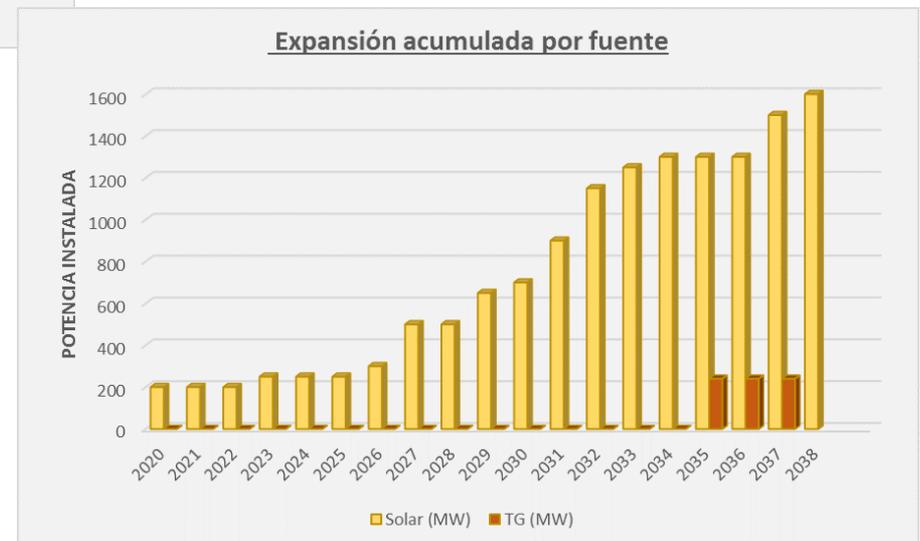
Resultados del estudio.

• *Plan de expansión: Integración Total MIG*



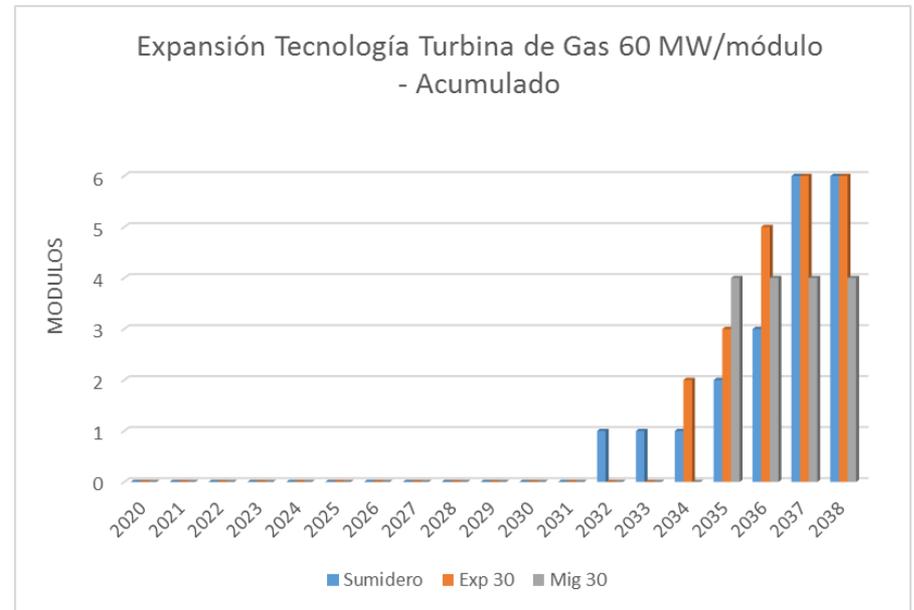
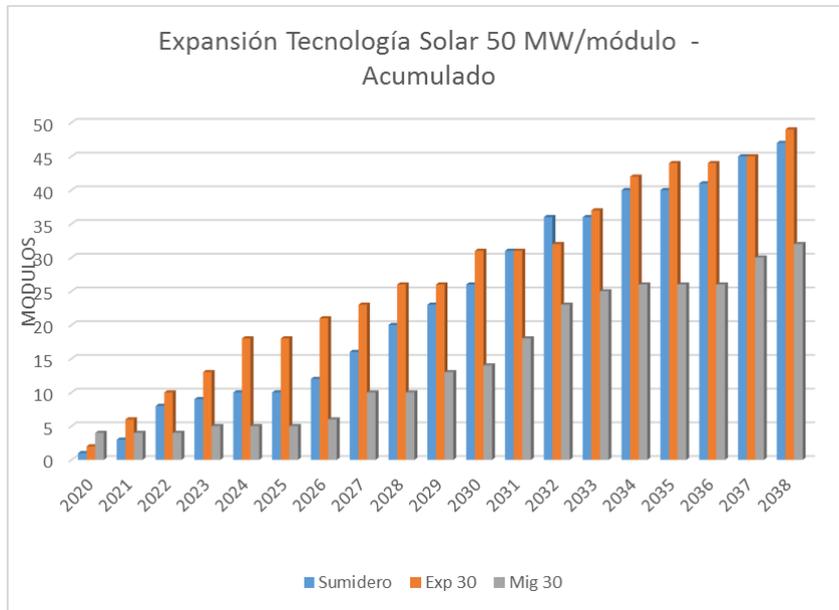
El año de entrada de los **parques fotovoltaicos** es 2020, instalando una potencia total al final del período de **1600 MW**.

Para el caso de las **turbinas de gas**, el año de entrada de la primera es 2035, llegando a una potencia total al final del período de **240 MW**.



Resultados del estudio.

• *Comparación de los Planes de Expansión de los tres escenarios*



		POTENCIA INSTALADA	
		Turbinas de gas (MW)	Solar (MW)
ESCENARIO	SUMIDERO	360	2350
	EXP 30	360	2450
	MIG 30	240	1600

Resultados del estudio.

- *Estudios de criterio de falla*

Como criterio de planificación es importante estudiar la confiabilidad del sistema analizando las fallas.

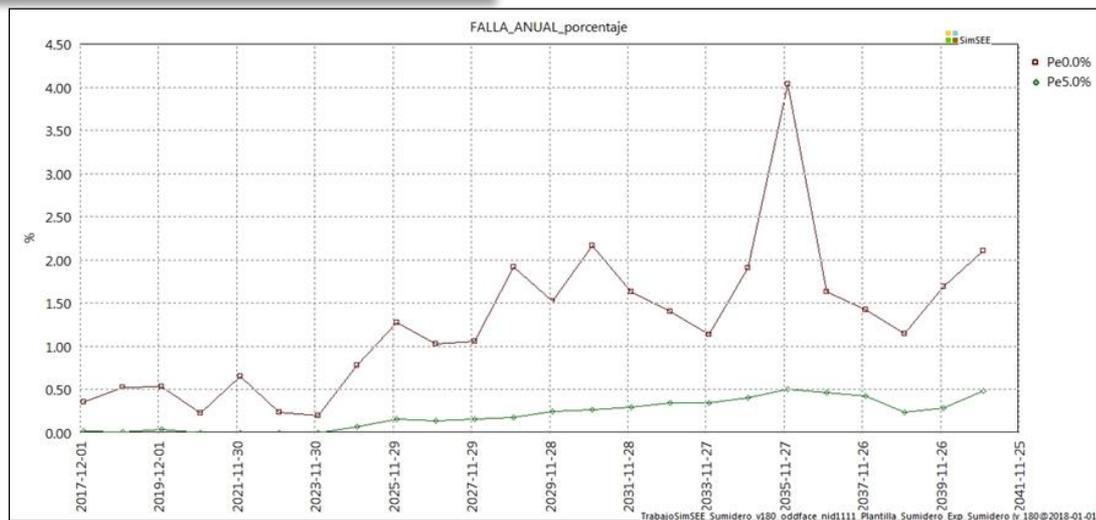
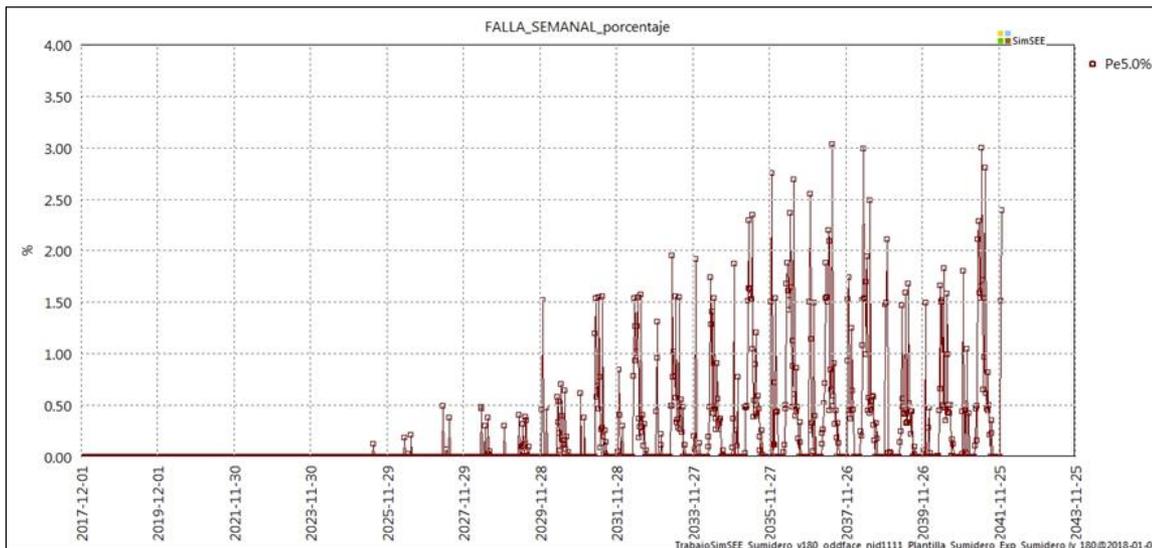
Para esto se utilizaron los siguientes criterios, definidos por la DNE:

Criterio anual: con una probabilidad de ocurrencia hidrológica anual de 5%, la energía anual no abastecida no podrá superar el 5% de la demanda anual de energía eléctrica, en una simulación sin importaciones.

Criterio semanal: con una probabilidad de ocurrencia hidrológica anual de 5%, la energía semanal no abastecida no podrá superar el 7% de la demanda semanal de energía eléctrica, en una simulación sin importaciones.

Resultados del estudio.

- *Estudios de criterio de falla*



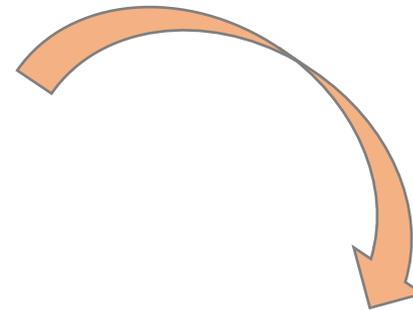
Resultados del estudio-Análisis de Arrepentimiento

- Se estudió como impacta en el costo esperado (valor actual para todo el período del $Cdp+CF$) el haber elegido un plan de expansión para determinado escenario y que luego el escenario real sea otro.
- Se realizaron dos corridas extra por cada escenario, considerando las restantes expansiones. En cada una de las salas originales se agregaron las 3 expansiones posibles en 3 capas diferentes. Luego a partir de la generación de escenarios en SimSEE, se realizaron las corridas.

Resultados del estudio

Análisis de Arrepentimiento

Costo de todo el período [MMUSD]		Escenarios		
		Sumidero	Exp 30	Mig 30
PLAN Expansiones	Sumidero nid: 1111	5938	4476	5200
	Exp30 nid: 2045	5964	4455	5225
	Mig30 nid: 1992	5942	4561	5165



Utilizando el criterio de min máx, el **menor costo de arrepentimiento** se da ejecutando el plan de inversiones asociado al escenario **Sumidero**.

Cuadro de costos de arrepentimiento [MMUSD]		Escenarios			MÁX
		Sumidero	Exp 30	Mig 30	
Plan Expansiones	Sumidero nid: 1111	0	20	35	35
	Exp30 nid:2045	26	0	60	60
	Mig30 nid: 1992	3	106	0	106

Posibles trabajos futuros.

- Se podría realizar este ejercicio incluyendo como tecnología de expansión **parques eólicos**.
- Para el análisis de arrepentimiento, habría que considerar que se puede **modificar el plan de expansiones luego de tener conocimiento de que el escenario real cambia a alguno de los otros**.
- Sería interesante analizar la posible **integración con Argentina**, debido a la capacidad de la red para los intercambios

FIN

- Gracias por vuestra atención.