

UTILIZACIÓN DE SIMSEE PARA PLANIFICACIÓN DE LARGO PLAZO

Autores:

Larisa Machado

Eliana Melognio

Trabajo final, curso SimSEE 2015

IIE – FING – UDELAR

Julio 2015

Montevideo – Uruguay.

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.

Objetivo

- Obtener un plan de expansión de largo plazo para el parque generador del sistema eléctrico de Uruguay y el despacho, utilizando como herramienta el SimSEE de acuerdo a criterios definidos para la selección de las incorporaciones.

Hipótesis de trabajo

- Se toma como base la sala de largo plazo del curso 2015
- Año base:2014
- Horizontes: simulación 2035, optimización 2040
- Paso de tiempo: semanal (168h)
- 4 Postes
- Duración de los postes (5, 30, 91 y 42 h)
- Entrada regasificadora: 1/9/2015
- Precios de Hidrocarburos indexados al Brent

Hipótesis de trabajo

Demanda:

- Estudio de prospectiva 2014 de DNE (escenario tendencial, no considera Aratirí)
- Modelado: incorpora Aratirí como componente aleatoria
- Se considera un único nodo
- 4 escalones de falla (decreto)

Año	Variación (en %)
2015-2020	3.0%
2020-2025	2.7%
2025-2030	2.6%
2030-2035	2.5%
2035-2040	2.5%

Hipótesis de trabajo

Parque generador:

- Centrales Hidroeléctricas: ídem sala de base
- Eólica: 1200 MW al 2015
- Solar fotovoltaica (actor eólico): 200 MW al 2015
- Parque térmico actual y decidido:
 - Biomasa: Autodespachable, convocable y celulosa 167 MW al 015, 292 MW al 2018
 - Central Battle (5ª, 6ª y Motores)
 - PTI (GO y a partir de 1/9/2015 pasa a GN)
 - CTR
 - CC 540 MW: GO y luego GN.
2 TG de 180 MW en 2015, 1 TV 2016 180 MW (ciclo cerrado)

Hipótesis de trabajo

Intercambios comerciales:

- Importaciones y exportaciones con Brasil (spot de mercado postizado)
- Exportaciones a Argentina (spot de mercado)
- Exportaciones sumidero (spot de mercado a precio 1 USD/MWh)

Centrales candidatas:

- Eólica: parques de 50 MW
- Solar fotovoltaica
- Ciclo combinado 180 MW (2 TG 60 MW y 1TV 60 MW)

Metodología

- Resolución por iteración: ingreso escalonado de nuevas centrales teniendo en cuenta criterios definidos
- Criterios para selección de centrales:
 - Gradiente acumulado de inversión positivo y creciente para las candidatas
 - Disminuir energía de falla de escalones tres y cuatro
 - Monitoreo de importaciones y exportaciones
 - Observación del costo futuro al inicio del paso

Metodología

- Proceso de iteración
 - Corrida inicial: Potencia instalada y decidida con mismos parámetros para las centrales candidatas (CC, eólica y solar fotovoltaica)
 - Ingresa primero la candidata que presente Gradiente de Inversión Acumulado positivo y creciente
 - En caso que no se logre bajar la falla 3 y 4 se incorpora potencia firme
 - Se observan los intercambios comerciales y el costo futuro a inicio del paso

Metodología

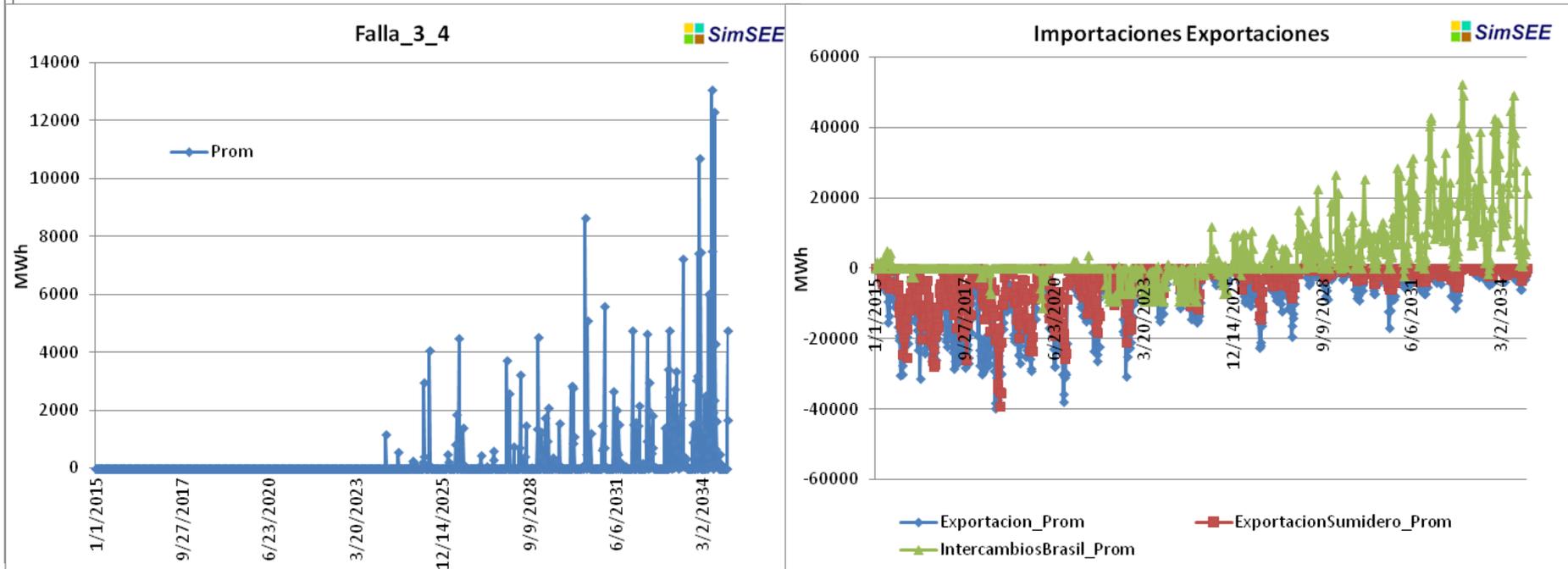
- Herramientas:
 - Se definió para cada tipo de central candidata un único Actor
 - Incorporaciones sucesivas utilizando ficha “Unidades disponibles” de cada candidata, incrementando el número en cada iteración de acuerdo a los criterios
 - Seguimiento de los criterios por Gráficos y tablas SimRes3 (Gradientes de inversión acumulados, Falla 3y4, Importaciones y Exportaciones, Costo futuro al inicio del paso)

Resultados del estudio

- Se realizaron más de 30 corridas
- A medida que se incorporan ciclos combinados el tiempo de ejecución aumenta considerablemente (hasta dos horas)

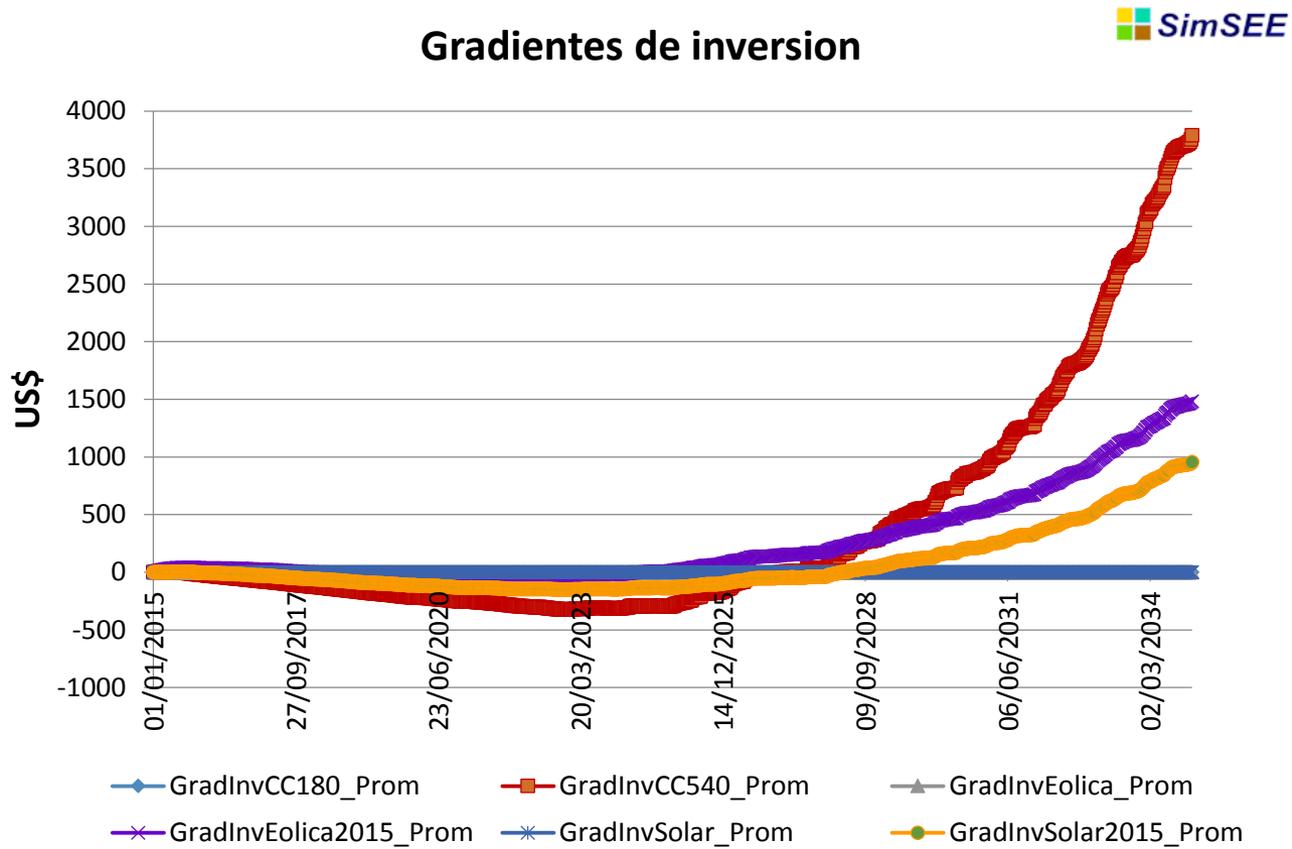
Resultados del estudio

Resultados del caso base (actual más decidido)



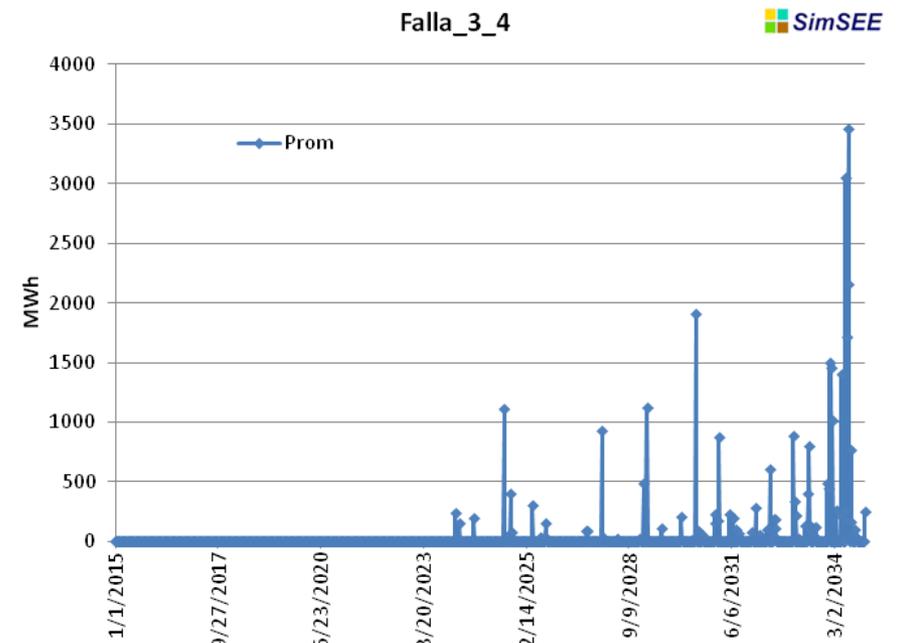
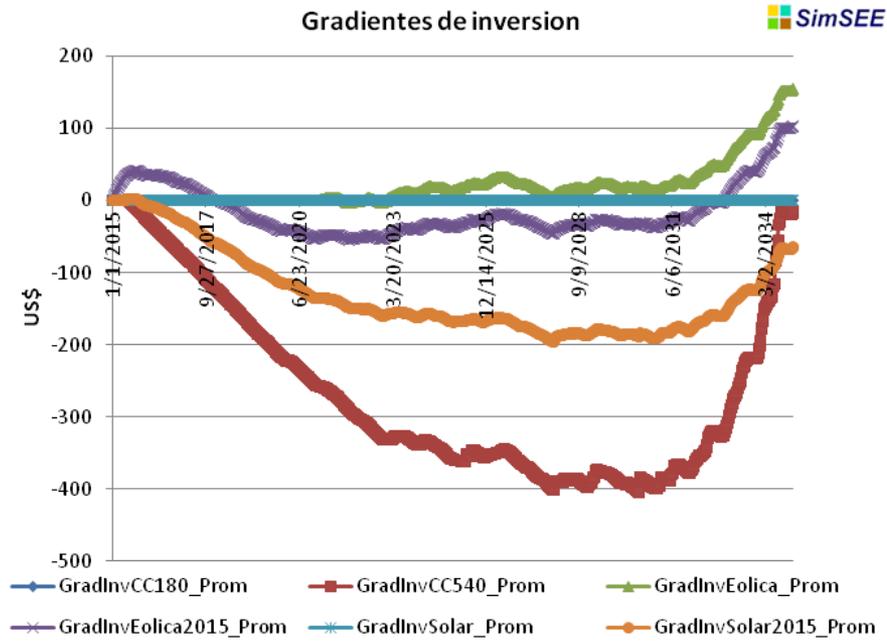
Comienzan a aparecer fallas 3 y 4 a partir del 2024.
 A partir del 2025 se registran importaciones a Brasil.
 Esto da la pauta que se debe agregar potencia.

Resultados del estudio



La eólica es la primera que comienza a tener un gradiente de inversión acumulado positivo y creciente.

Resultados del estudio



Corridas intermedias:

Se comienzan a agregar de a 50 MW de eólica a partir de 2021, luego 100 MW. Continúa la falla 3 y 4 en 2024 y con 150 MW de eólica en dicho año no se logra eliminarla.

La curva de gradiente de inversión acumulado de la eólica queda casi horizontal y sube al final del período.

Resultados del estudio

Corridas posteriores: se comienza a evaluar la instalación de ciclos combinados de 180 MW. El primero se incorpora en 2023 y cerrando el ciclo en 2024, con el fin de eliminar la falla ese año.

A medida que aparecen fallas y siempre observando los gradientes de inversión acumulados se combinó la incorporación de eólica y ciclos combinados. En los casos que la eólica (tomando como máximo 150 MW por año) no era suficiente para eliminar la falla, se decide incorporar otro ciclo combinado. Esto ocurre en 2023, 2028 y 2033.

Según los criterios definidos no es conveniente la incorporación de solar fotovoltaica.

El resultado final de estas incorporaciones fue la siguiente:

Resultados del estudio

Resultados de la última corrida

Eólica

CC 180 MW

Editar Unidades Disponibles

Ver Expandida Agregar Ficha

Fecha de Inicio	Instaladas	En M.Prog.	Periodica?	Capa			
Auto	[0]	[0]	NO	0			
2021-01-01	[100]	[0]	NO	0			
2022-01-01	[200]	[0]	NO	0			
2023-08-01	[300]	[0]	NO	0			
2023-11-01	[350]	[0]	NO	0			
2024-01-01	[450]	[0]	NO	0			
2025-01-01	[600]	[0]	NO	0			
2028-01-01	[700]	[0]	NO	0			
2031-01-01	[800]	[0]	NO	0			
2033-01-01	[900]	[0]	NO	0			
2034-01-01	[950]	[0]	NO	0			

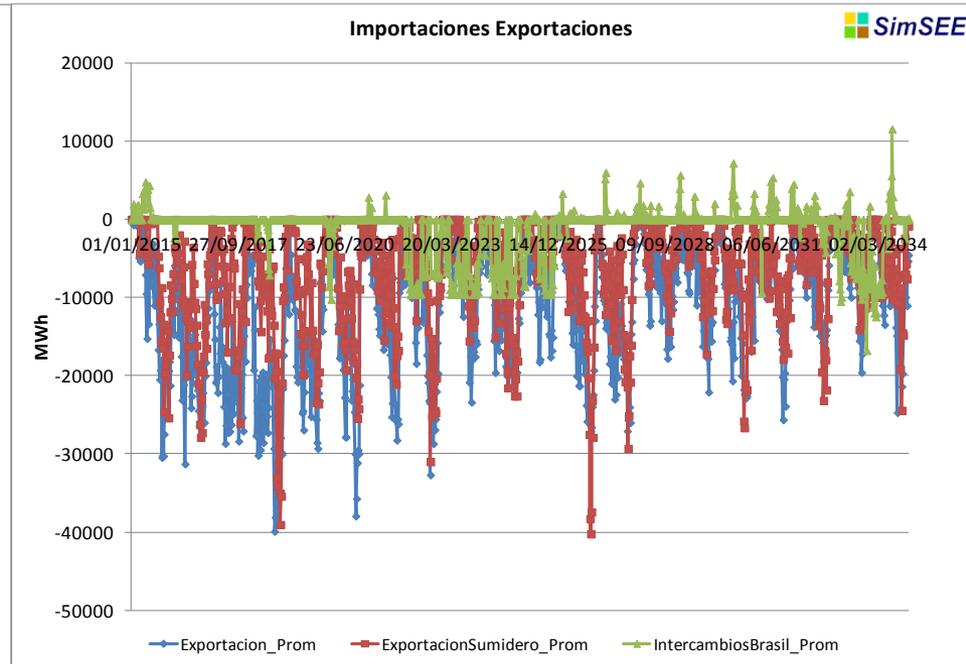
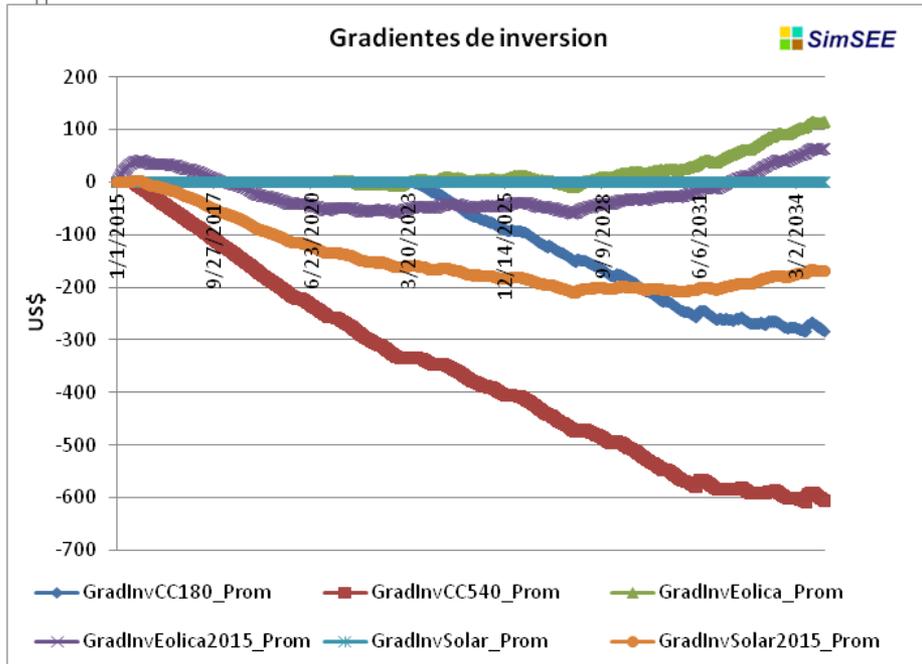


Editar Unidades Disponibles

Ver Expandida Agr

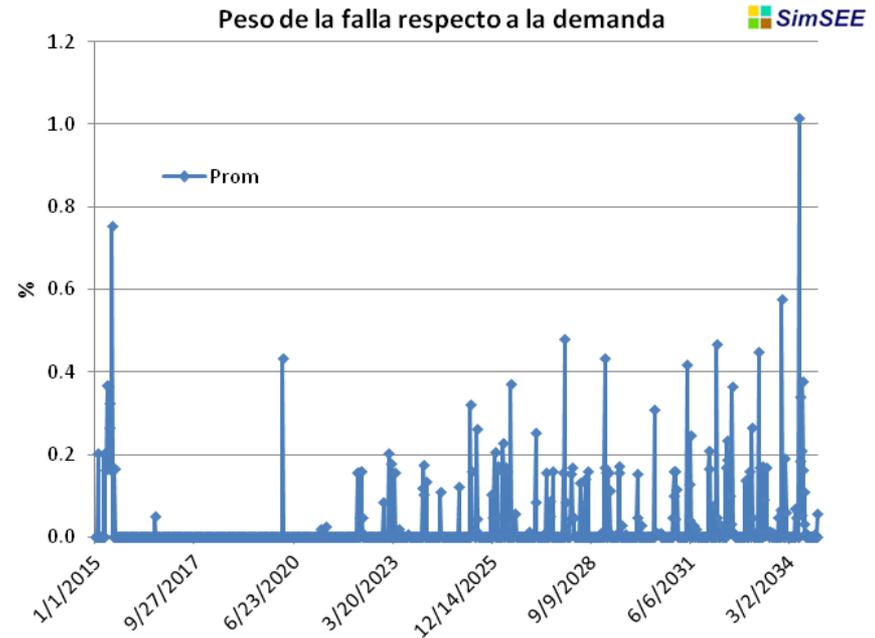
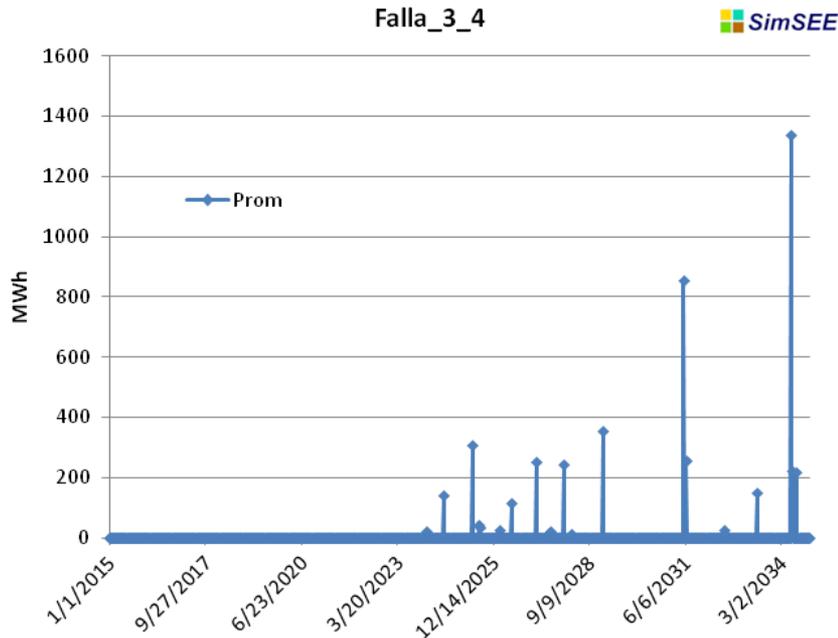
Fecha de Inicio	Instaladas	En M.Prog.	Periodica?	Capa			
Auto	[0:0]	[0:0]	NO	0			
2020-01-01	[0:0]	[0:0]	NO	0			
2023-06-01	[1:0]	[0:0]	NO	0			
2024-03-01	[2:0]	[0:0]	NO	0			
2024-12-01	[2:1]	[0:0]	NO	0			
2028-01-01	[3:1]	[0:0]	NO	0			
2028-06-01	[4:1]	[0:0]	NO	0			
2029-01-01	[4:2]	[0:0]	NO	0			
2033-01-01	[5:2]	[0:0]	NO	0			
2033-06-01	[6:2]	[0:0]	NO	0			
2034-01-01	[6:3]	[0:0]	NO	0			

Resultados del estudio



Los gradientes de inversión acumulados y las importaciones indican que al final del período podría ser conveniente la instalación de más eólica (en los últimos diez años, se incorporan 350 MW)

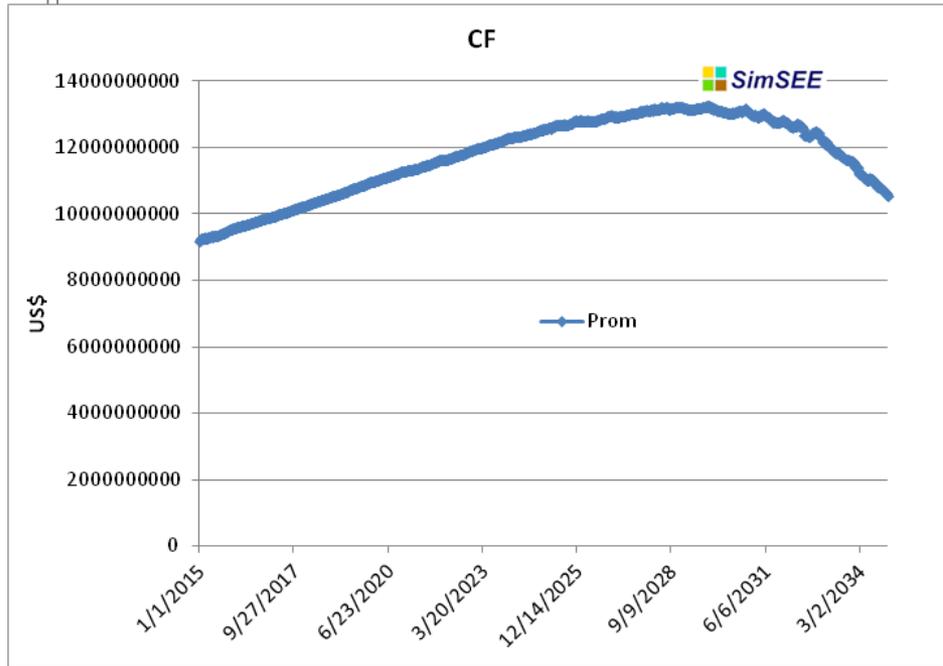
Resultados del estudio



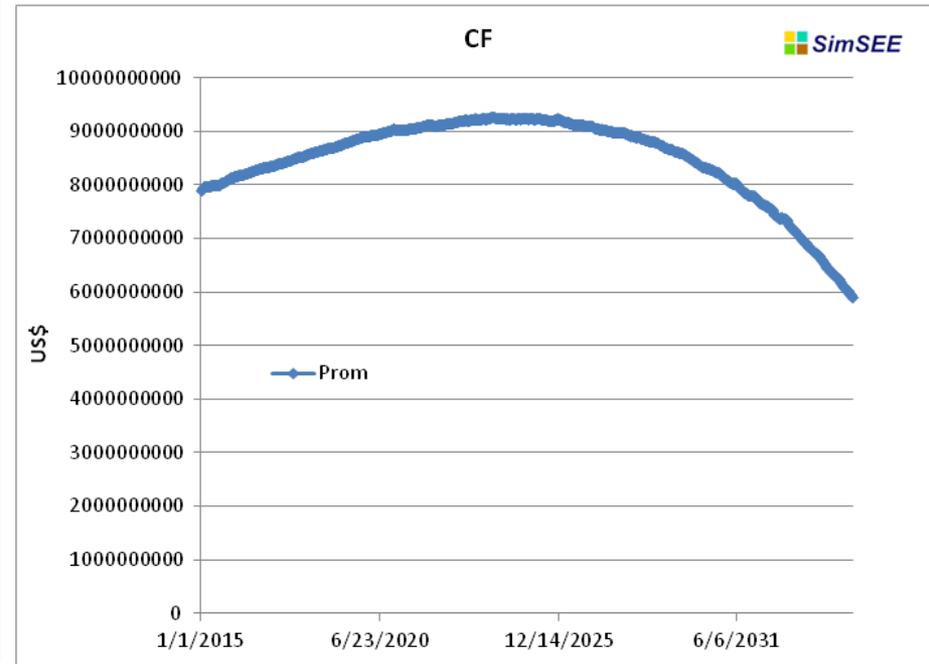
Se siguen registrando algunas fallas 3y4 puntuales, si bien las de mayor magnitud se ubican al final del período (en 2031 y 2034).

Sin embargo, el peso de las fallas en la demanda representa en promedio el 0,5% de la demanda, excepto en 2034 que alcanza el 1%.

Resultados del estudio



Caso base



Última corrida

El costo futuro al inicio del paso disminuye a medida que se incorpora potencia

Trabajos futuros

- Incorporar criterios adicionales (ej. CAD, margen de reserva, relación potencia renovable vs firme, etc.)
- Sensibilidad a los parámetros de optimización (quedó pendiente dado el tiempo de cada corrida)
- Aproximación del problema por una sala con paso mayor para reducir los pasos de la iteración con paso semanal

FIN

- Gracias por vuestra atención.