

# ***Análisis y depuración del módulo Flucar en SimSEE***

*Trabajo de fin del curso SimSEE 2013*

## **Integrantes**

*Ing. Nicolás Morales  
Ing. Santiago Garabedián  
Ing. Fernando Fontana  
Ing. Pablo Soubes*

**Docente:** *Ing. Rúben Chaer*

*Instituto de Ingeniería Eléctrica – FING.*

*Julio 2013*

Montevideo - Uruguay

# Contenido

Objetivo

Metodología

Esquema de Salas estudiadas

Resultados

Mejoras implementadas

Conclusiones

Posibles trabajos futuros

## Objetivo

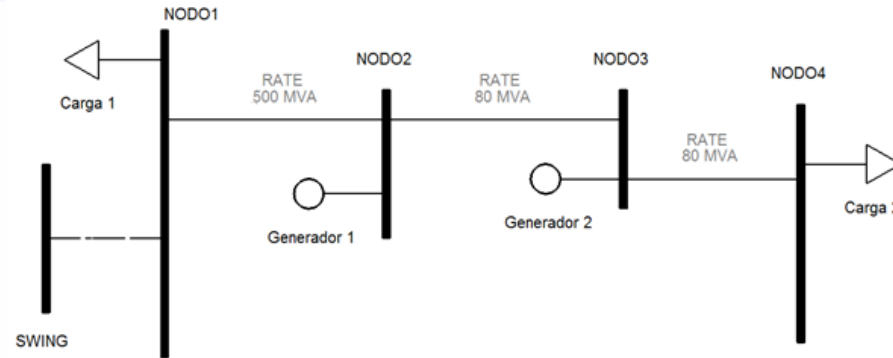
- Análisis y depuración de la interacción entre dos programas complementarios utilizados para el estudio de los sistemas eléctricos (SimSEE y Flucar).
- **SimSEE** permite realizar simulaciones de la operación óptima de sistemas de generación eléctrica en que participan centrales de generación de fuentes múltiples e interconexiones eléctricas.
- **Módulo Flucar** permite incluir restricciones sobre la capacidad de las líneas, utilizando el programa Flucar para resolver los flujos de carga desde SimSEE.

## Metodología

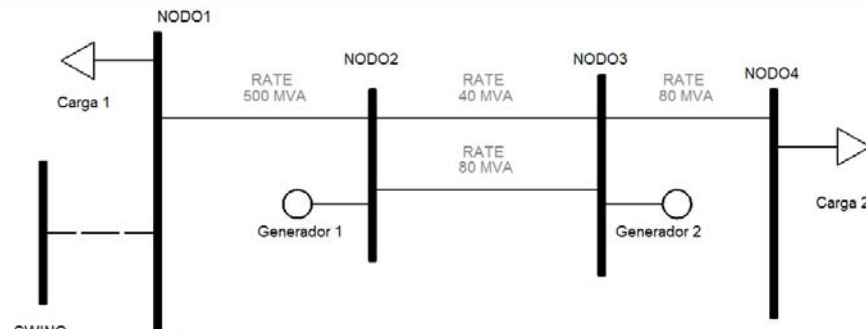
- Se modelaron redes simplificadas en PSSE para el análisis de las situaciones de sobrecarga.
- Se analizó el desempeño de SimSEE-Flucar ante varios casos de sobrecarga, luego de hacer un re-despacho contemplando las restricciones de red.
- Las mejoras implementadas en SimSEE-Flucar se probaron con un modelo de red mas complejo, partiendo de la Sala Fotovoltaica presentada en el curso, con 206 MW de generación fotovoltaica.
- Se evaluaron los resultados obtenidos con SimSEE-Flucar y se compararon con PSSE.

# Esquemas de Salas estudiadas

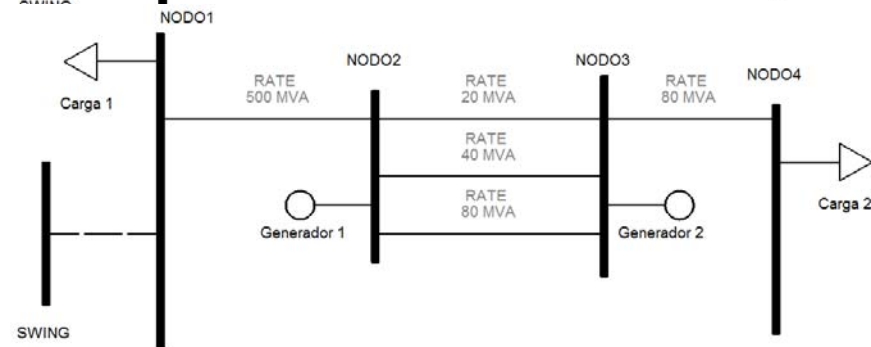
**Base con red radial**



**Base con línea doble**



**Base con línea triple**



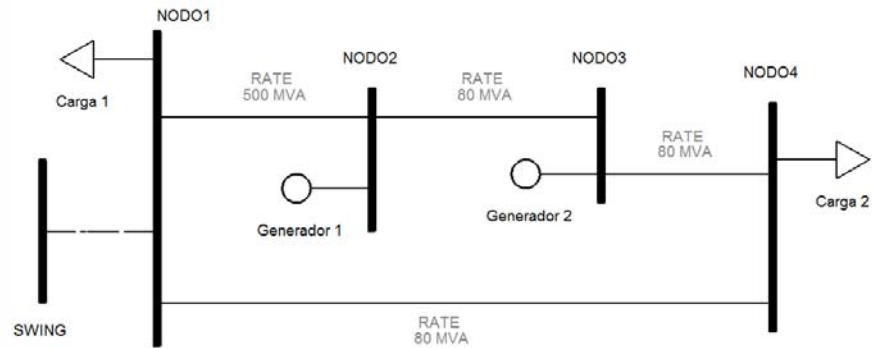
100  
AÑOS



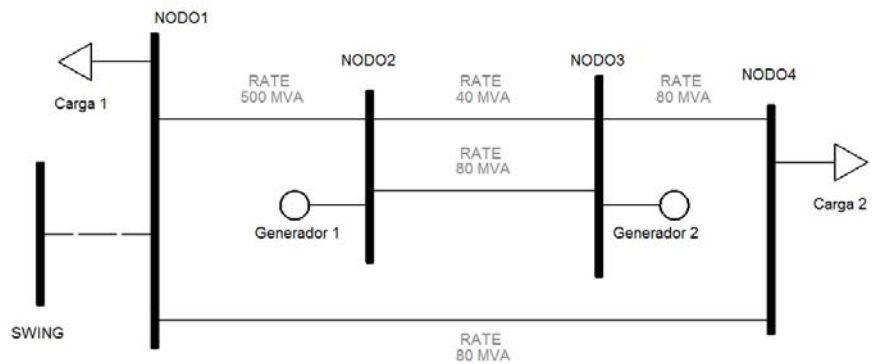
La energía que nos une

# Esquemas de Salas estudiadas

**Anillado con  
línea simple**



**Anillado con  
línea doble**



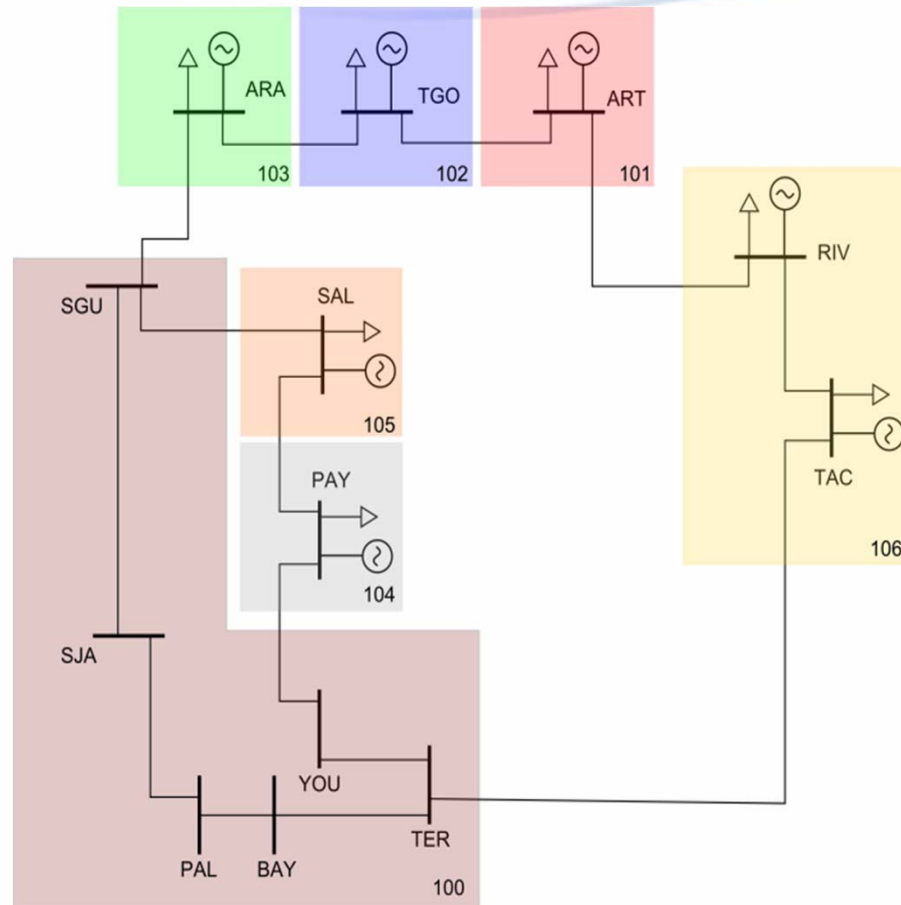
100  
AÑOS



La energía que nos une

# Esquemas de las Salas estudiadas

## Fotovoltaica



100  
AÑOS

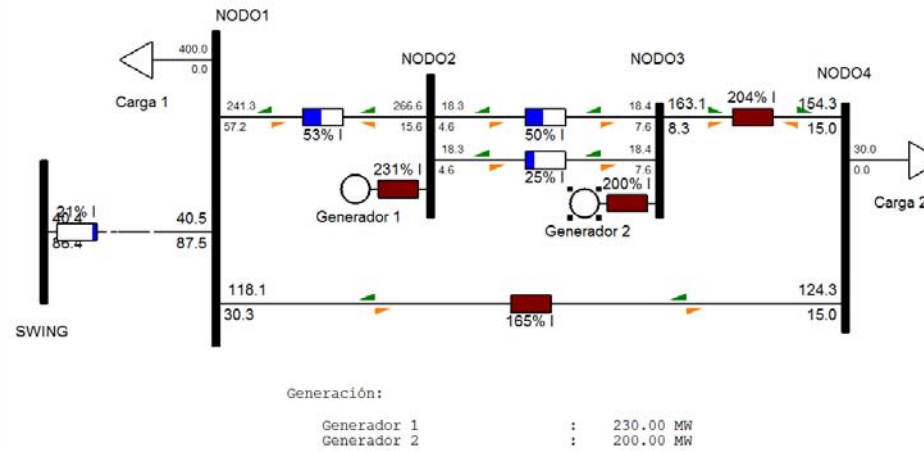


La energía que nos une

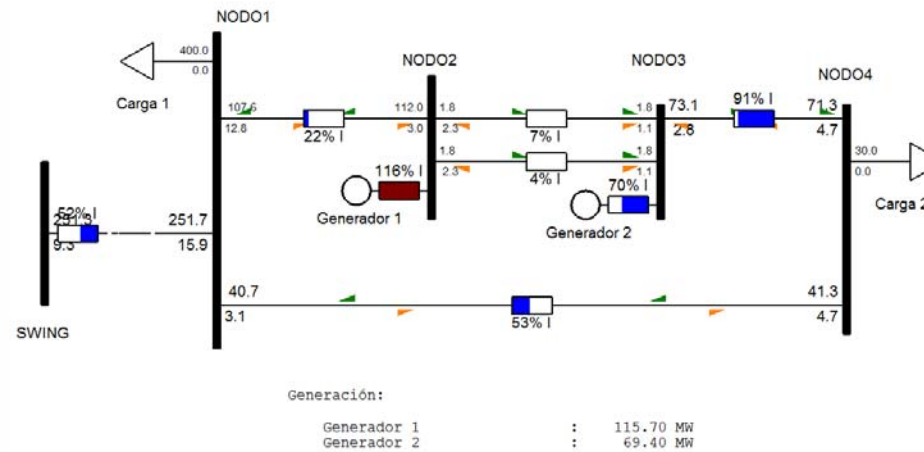
# Resultados Sala 4 Nodos

## Anillado con línea doble

*Sin re-despacho*



*Con re-despacho*



100  
AÑOS

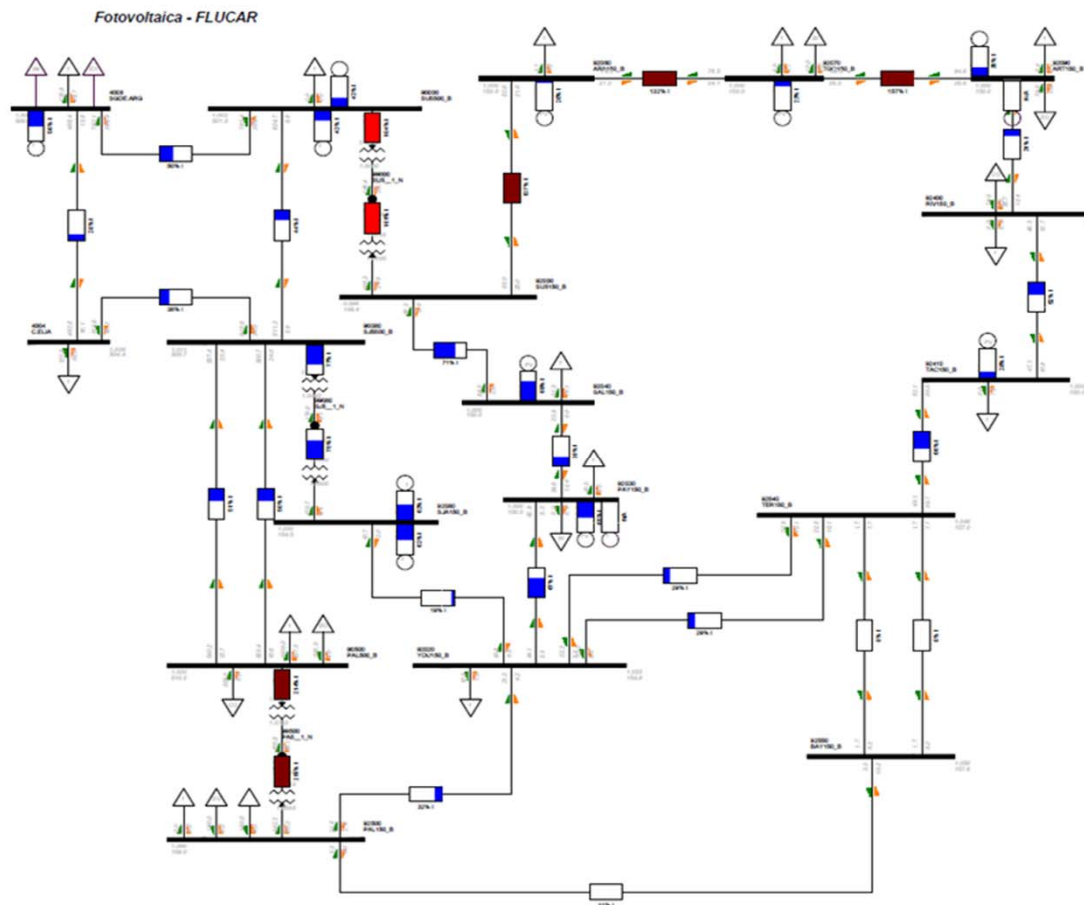


La energía que nos une



# Resultados Sala Fotovoltaica

*Sin re-despacho*



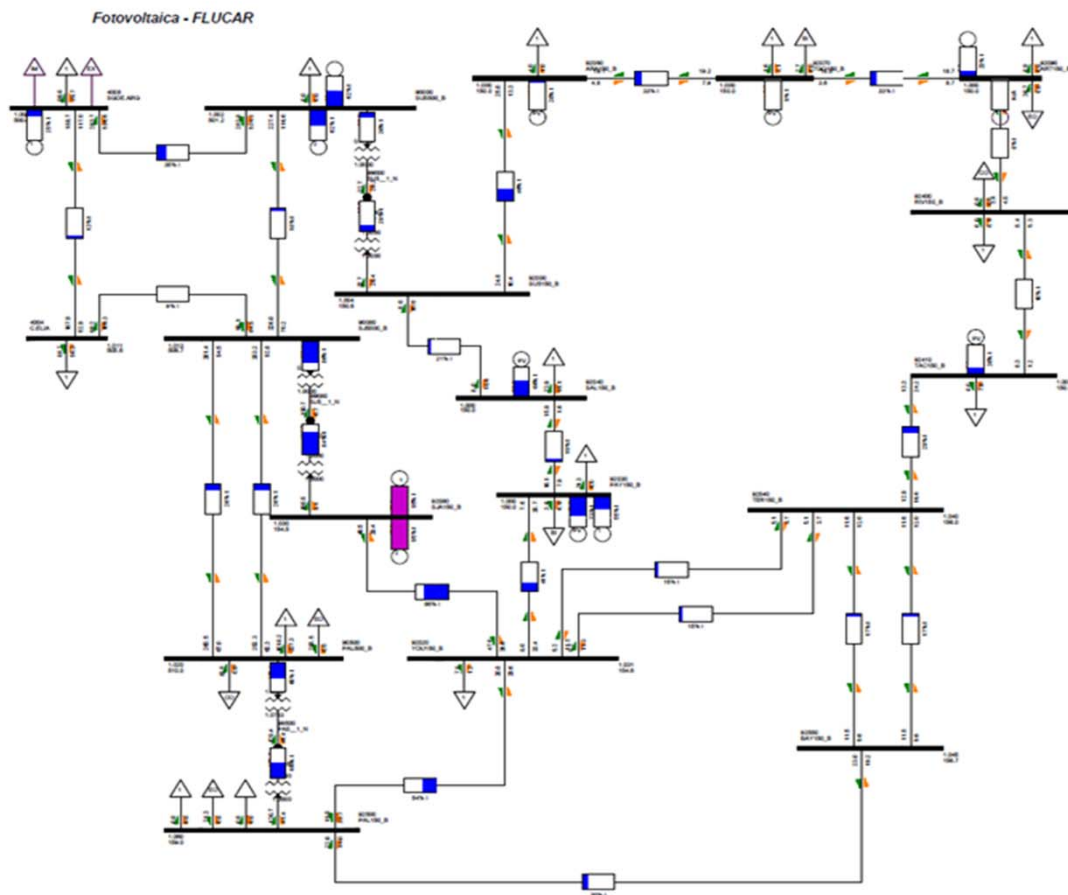
100  
AÑOS



La energía que nos une

# Resultados Sala Fotovoltaica

*Con re-despacho*



100  
AÑOS



La energía que nos une

# Potencia fotovoltaica disponible e inyectada

## Potencia disponible

Fotovoltaica	MW
PV_ARA	10
PV_ART	5
PV_PAY	40
PV_RIV	5
PV_SAL	66
PV_SGU	50
PV_TAC	5
PV_TGO	5
PV_YOU	20
<b>Total</b>	<b>206</b>

## Potencia inyectada

POTENCIA (MW)	P3_PV_ART	P3_PV_TGO	P3_PV_ARA	P3_PV_SAL	P3_PV_PAY	P3_PV_RIV	P3_PV_SGU	P3_PV_TAC	P3_PV_YOU
PV_ART_ARA_SAL_PAY_RIV_SGU_TAC_TGO_YOU	5.00	5.00	10.00	66.00	40.00	5.00	50.00	5.00	0.00

## Flujos en los Arcos de Sala Fotovoltaica luego del re-despacho

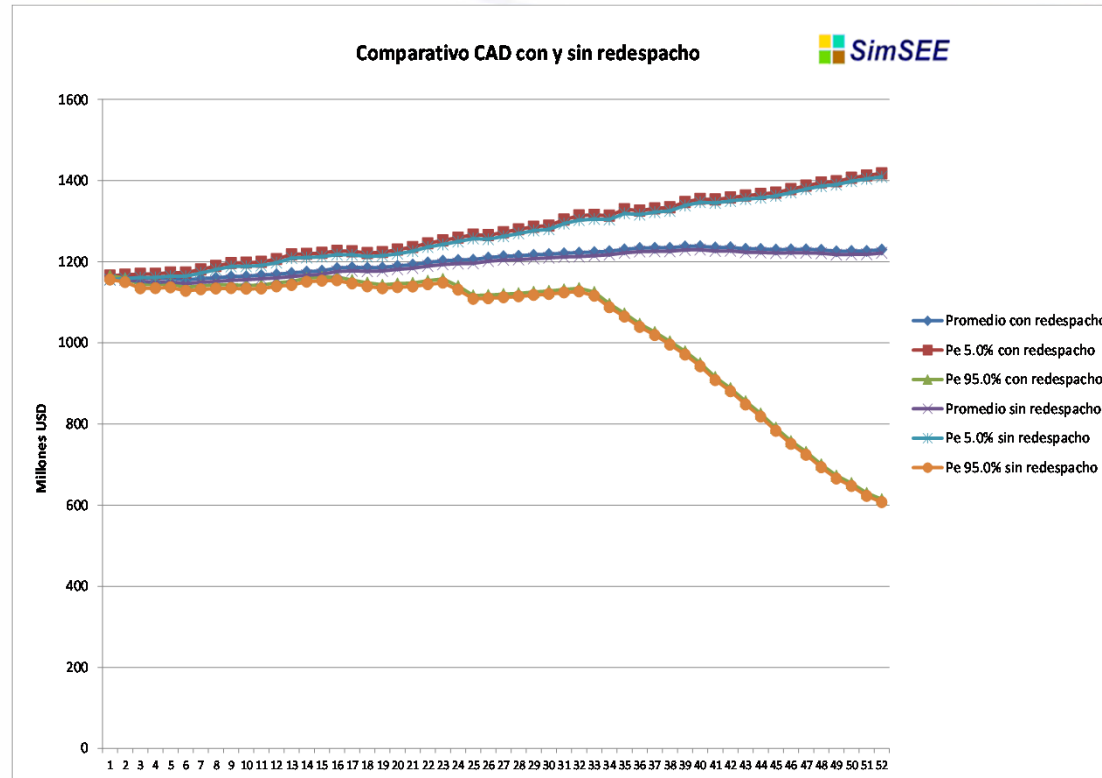
Los valores presentados corresponden a los flujos por los Arcos luego del re-despacho de SimSEE-Flucar, promedio de las 20 crónicas en 52 semanas para el Poste 3.

ARCOS	P3_ART_TGO	P3_TGO_ARA	P3_ARA_SGU	P3_SGU_SAL	P3_SAL_PAY	P3_PAY_SGU	P3_SGU_PAY	P3_PAY_SAL
POTENCIA (MW)	19.22	29.49	35.17	3.49	0.00	0.16	0.53	10.16
RATE (MVA)	62.3	62.3	62.3	96.4	96.4	96.4	96.4	96.4

ARCOS	P3_SAL_SGU	P3_SGU_ARA	P3_ARA_TGO	P3_TGO_ART	P3_ART_RIV	P3_RIV_ART	P3_RIV_SGU	P3_SGU_RIV
PV_ART_ARA_SAL_PAY_RIV_SGU_TAC_TGO_YOU	2.80	0.01	0.07	0.20	5.69	0.68	14.96	0.00
RATE (MVA)	96.4	62.3	62.3	62.3	95.6	95.6	95.6	95.6

# Resultados Sala Fotovoltaica

## Costo de Abastecimiento de la Demanda



	Prom	Pe5.0%	Pe10.0%	Pe20.0%	Pe80.0%	Pe90.0%	Pe95.0%	
Con re-despacho	1,202.8	1,279.0	1,257.4	1,246.5	1,180.1	1,161.7	1,036.8	MUSD/año
Sin re-despacho	1,194.0	1,269.9	1,248.0	1,237.3	1,171.9	1,153.6	1,028.5	MUSD/año
Sobrecosto	8.8	9.1	9.4	9.2	8.2	8.1	8.3	MUSD/año
	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.8%	

Obras para evitar redespacho **112.51 MUSD**

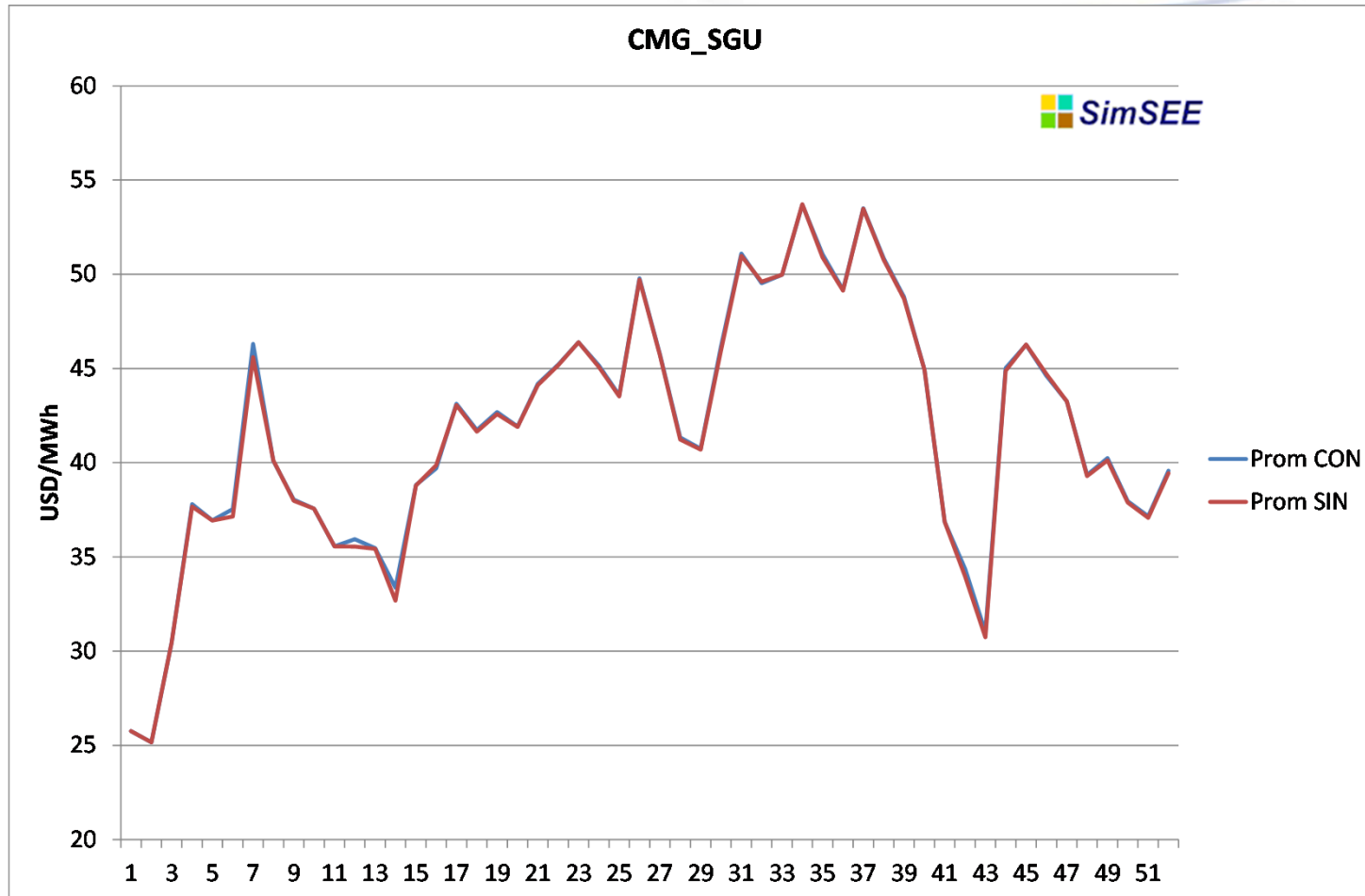
Costo PV no despachada **3.7 MUSD/año**

100  
AÑOS



La energía que nos une

## CMG en Nodo SGU con y sin re-despacho



100  
AÑOS



La energía que nos une

## Mejoras implementadas

1. Se mejoró el ajuste de la sobrecarga de las líneas analizando las líneas individualmente, y no los Arcos.
2. Se mejoró el desempeño del programa para la resolución de sistemas mallados, utilizando la distribución de los flujos de carga y no únicamente el Rate.
3. Resumen de resultados en cada paso de iteración:
  - Arcos de SimSEE.
  - Flujos de Flucar.
  - Rendimientos.
  - Sobrecarga.
  - Demanda.
  - Generación.
  - Comercio internacional.

## Conclusiones

- Se logra un despacho de **186 MW** de generación fotovoltaica que representan el 90% de la potencia inicialmente disponible (206 MW), en promedio de las 20 crónicas simuladas.
- Puntualmente se reduce la inyección de generación por las restricciones de red impuestas en el modelado del sistema eléctrico.
- Se puede considerar un resultado satisfactorio teniendo en cuenta que el módulo Flucar-SimSEE hizo un re-despacho económico sin proponerse obras de transmisión adicionales.
- Para lograr la inyección de los **206 MW** de generación fotovoltaica se requiere una inversión de aproximadamente **112 MUSD en obras de transmisión**, comparado con un sobre costo promedio de aproximadamente **8.8 MUSD** por año por re-despacho de generación. Si se suma el costo de la generación PV no despachada que son **3.7 MUSD/año** al costo de re-despacho totalizan **12.5 MUSD/año**, que en 9 años iguala al costo de inversión de red.



## Posibles trabajos futuros

- Implementar el cálculo de la potencia reactiva y del factor de potencia para poder analizar las tensiones en los Nodos luego del re-despacho.
- Preparar una breve ayuda que pueda ser accesible desde dentro del SimSEE.
- Elaborar una Sala completa de Uruguay con la generación futura planificada y analizar la inyección de los 200 MWp de generación Fotovoltaica, comparando los resultados obtenidos con los de estén estudio.
- Complementar este estudio con un análisis de los Costos de Abastecimiento de la Demanda con un análisis de sensibilidad los precios futuros de generación de renovables.
- Programar la definición del archivo RAW desde el mismo módulo Flucar-SimSEE si necesidad de disponer de un archivo previo RAW con el modelado de la red.
- Implementar el módulo Flucar-SimSEE el disparo de líneas o Arcos cuando se supere cierto valor de sobrecarga o un Rate prefijado para cada línea.

**Muchas Gracias**