



Presentación de la herramienta SimSEE

Ximena Caporale

Instituto de Ingeniería Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Universidad de la República Oriental del Uruguay



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY



Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica

- Plataforma desarrollada en el IIE de la FING de la Universidad de la Republica.
- Software Libre
- Código Abierto
- Gratuito
- Programado en Pascal, 100% orientado a objetos. Utilizando el entorno de desarrollo Lazarus Pascal

Modelo y Simulación



SimSEE permite realizar simulaciones de la operación óptima de sistemas de generación eléctrica en que participan centrales de generación hidroeléctrica, centrales de generación en base a combustibles fósiles, parques eólicos y solares e interconexiones eléctricas.

Aplicaciones mas importantes

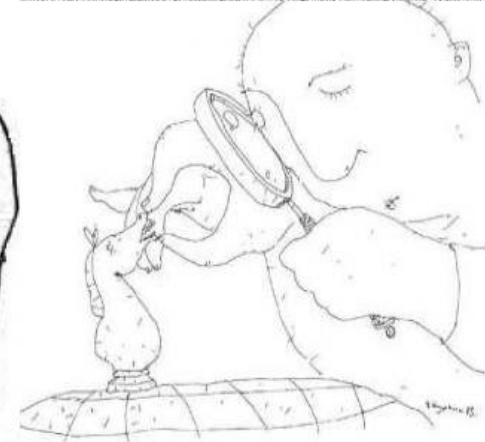
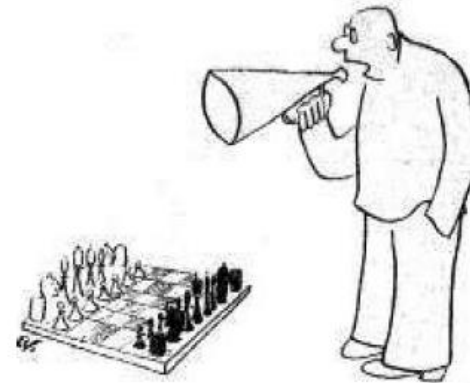
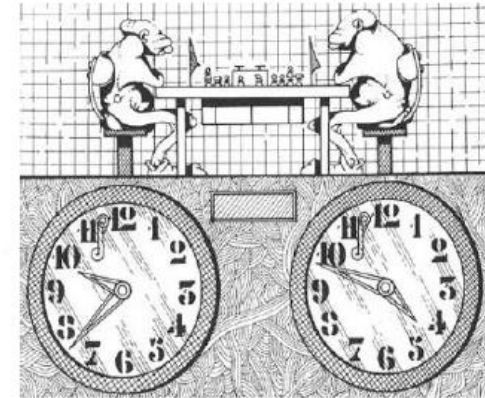
- “SimSEEEEdit”: Editor de Salas
- “SimSEESimulador”: Optimizador/Simulador
- “SimRes3” : Postprocesador de resultados
- “OddFace”: Optimización de planes de inversión óptimos.
- “analisserial”: Sirve para analizar series temporales de datos y crear un modelo de Correlaciones en Espacio Gaussiano con Histograma CEGH.

Instalación de SimSEE

- <https://sourceforge.net/projects/simsee/files/>
- Descomprimir en **{\$HOME}/SimSEE/bin**
{\$HOME} es "C:\\" si su sistema operativo es Windows y su carpeta de usuario si está en Linux.
- La primera vez que ejecute SimSEEEedit, se crea la estructura de carpetas bajo el directorio {\$HOME}/SimSEE

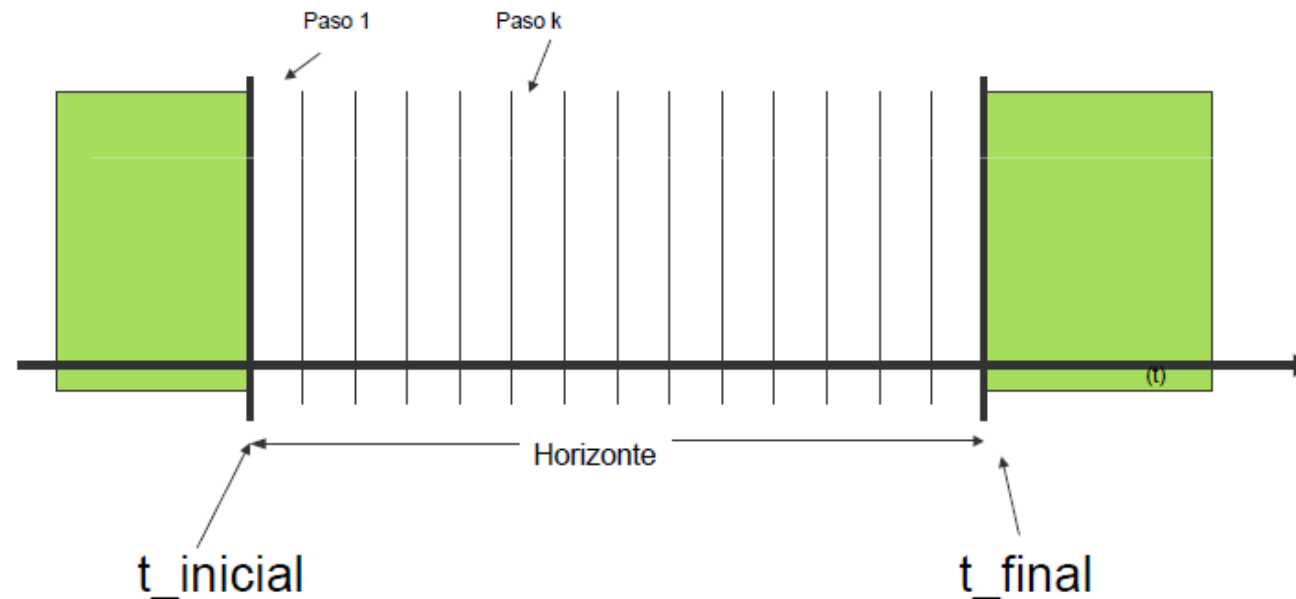


- Sala de Juego (.ese)
- Actores
- Fuentes
- Crónicas
- Política de Operación
- Opt/Sim
- Capas y Escenarios



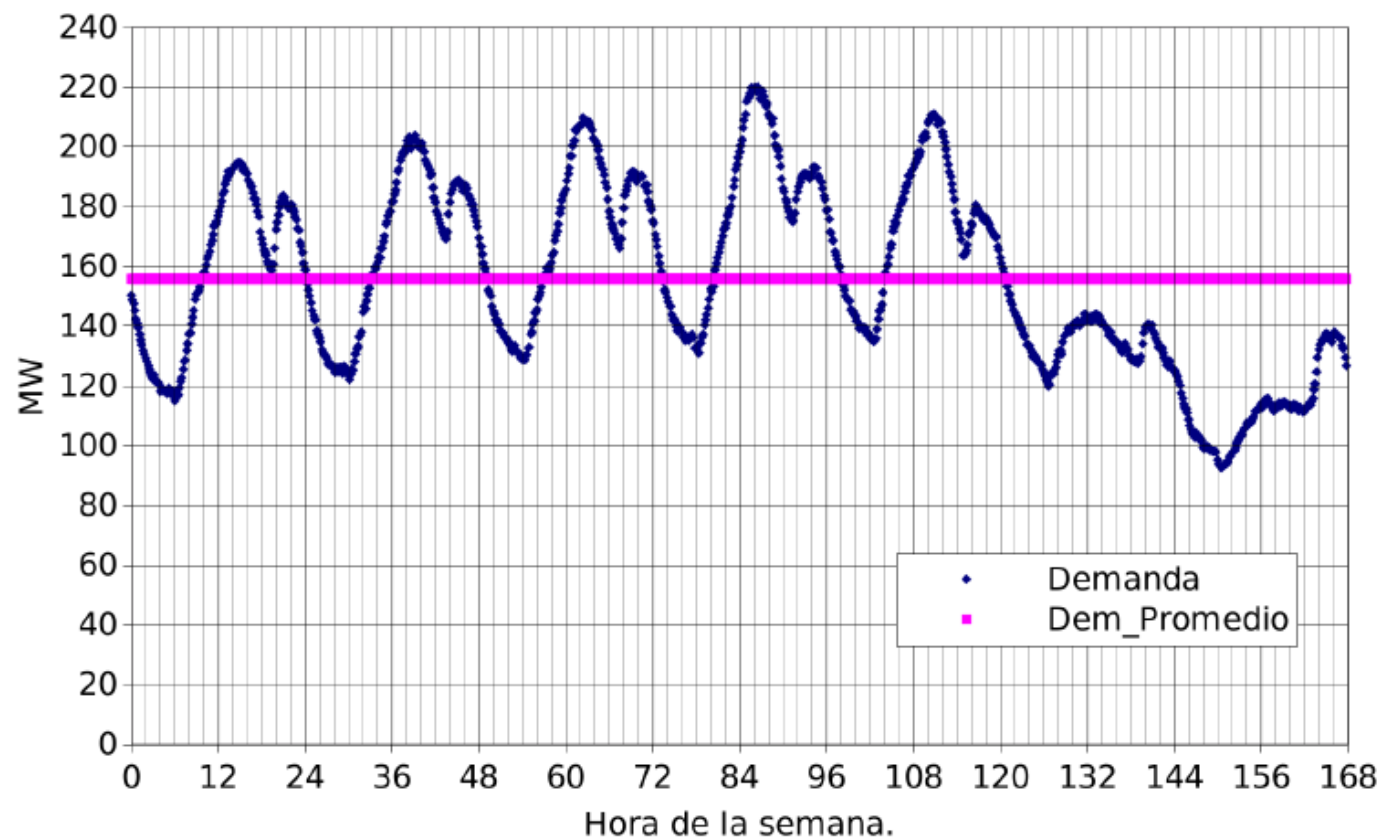
Paso de tiempos y Postes

- El horizonte de tiempo se discretiza en Pasos de tiempo.
- Postes o Bandas Horarias: Sub-partición del paso de tiempo. Clasificación de las horas del paso de tiempo en base a la demanda.

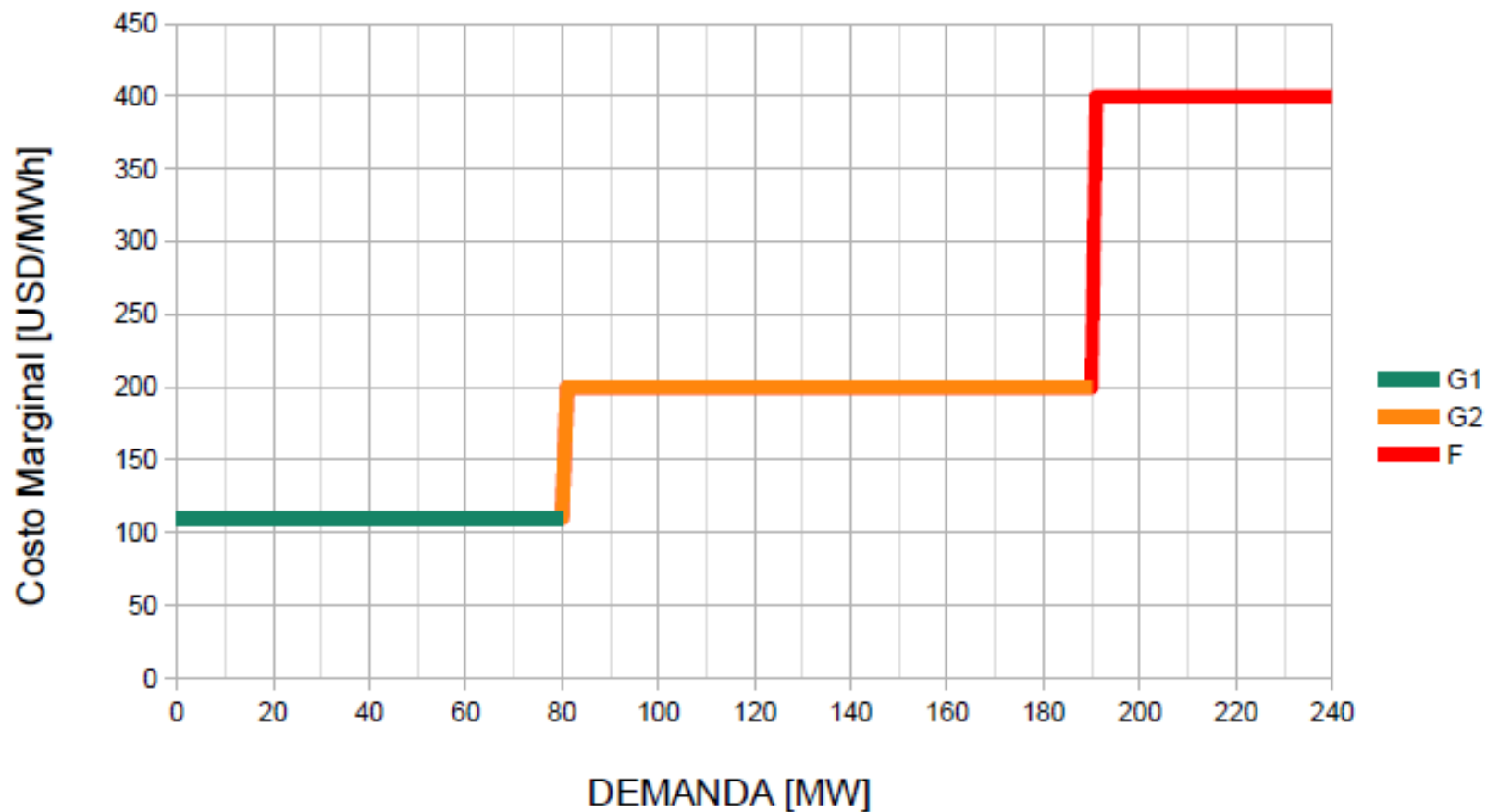


Postes - Ejemplo

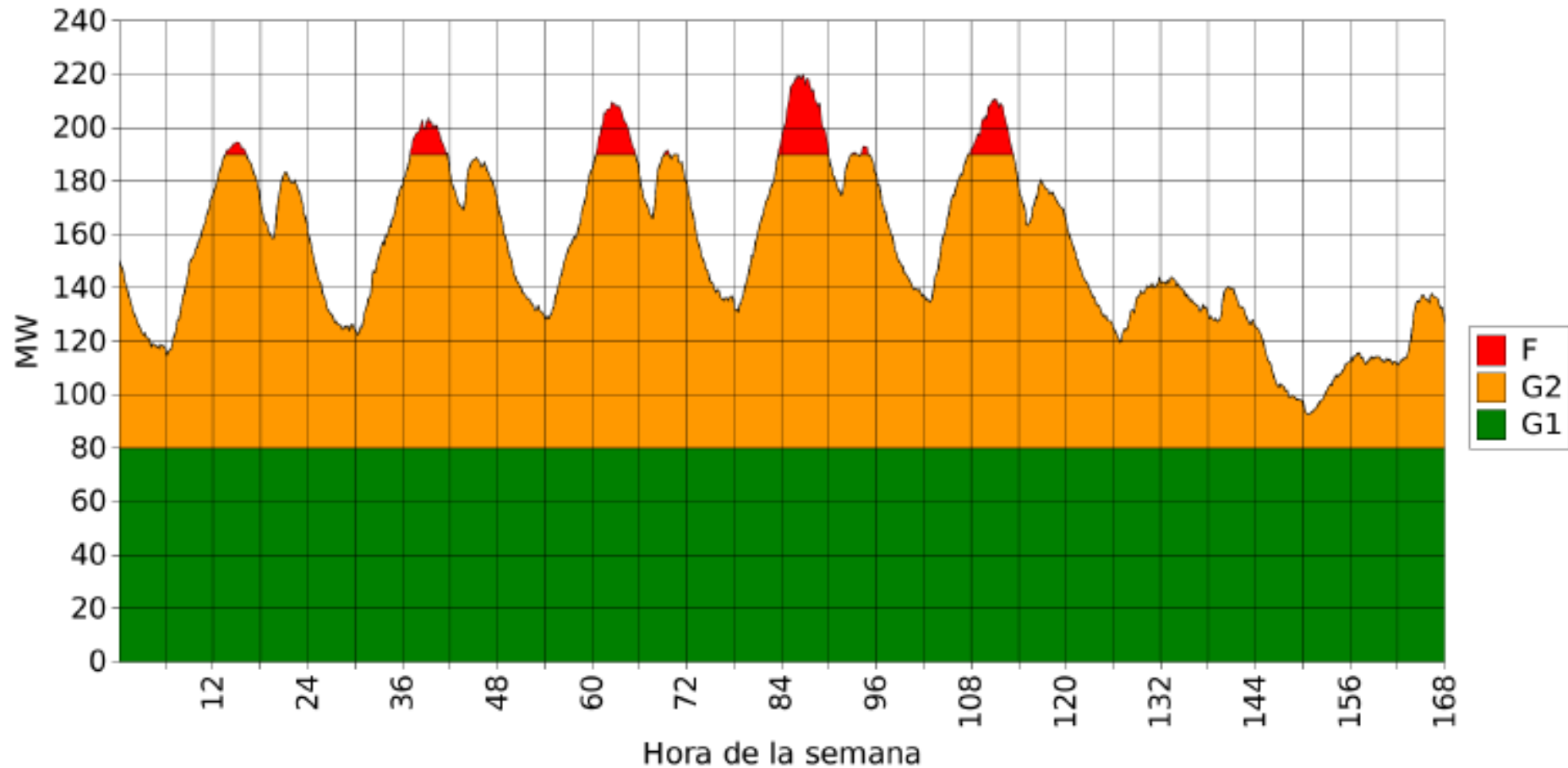
- C1 de 80MW y $cv= 110$ USD/MWh
- C2 de 110MW y $cv= 200$ USD/MWh
- Costo de falla = 400 USD/MWh
- Demanda



Orden de Mérito

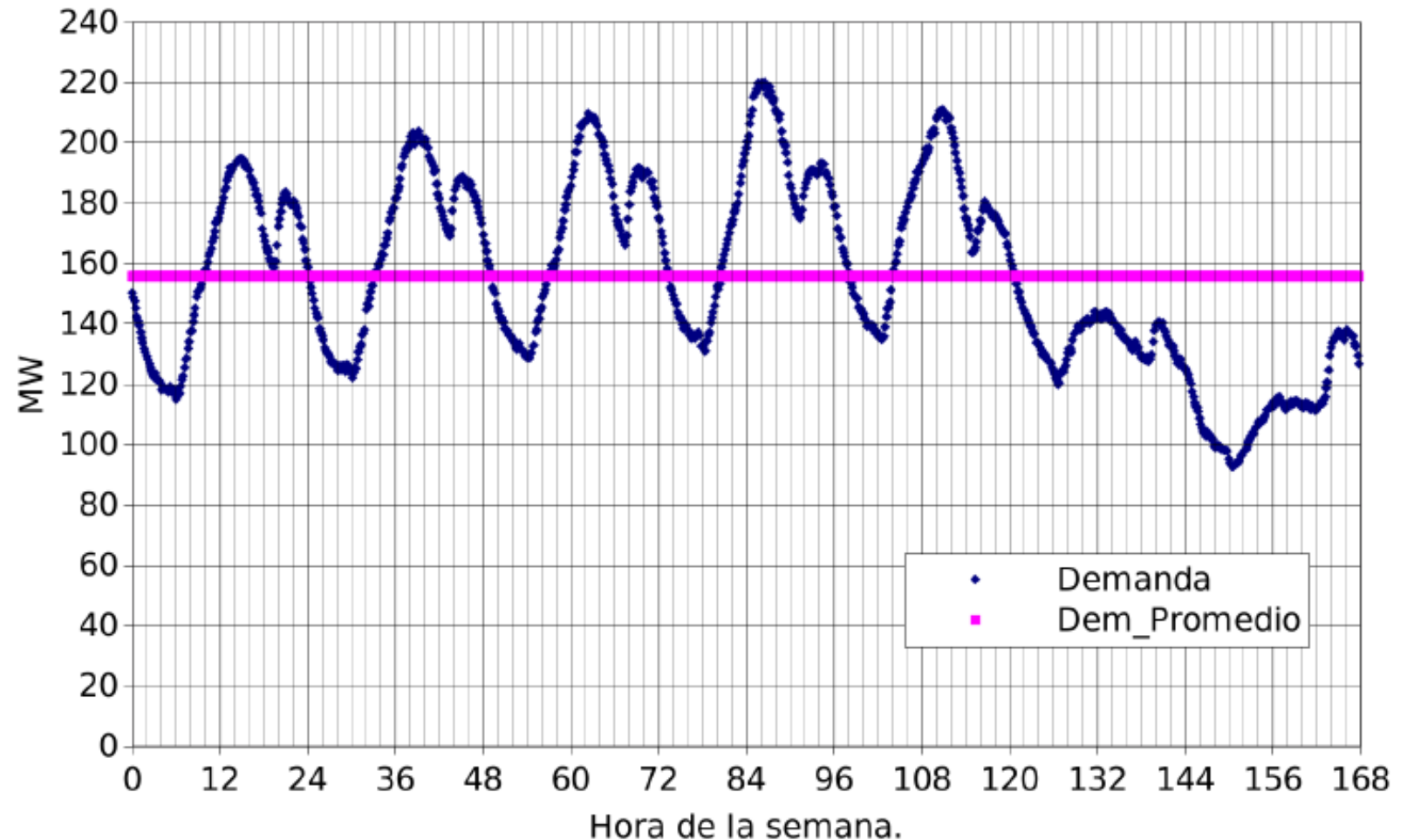


Despacho con paso horario

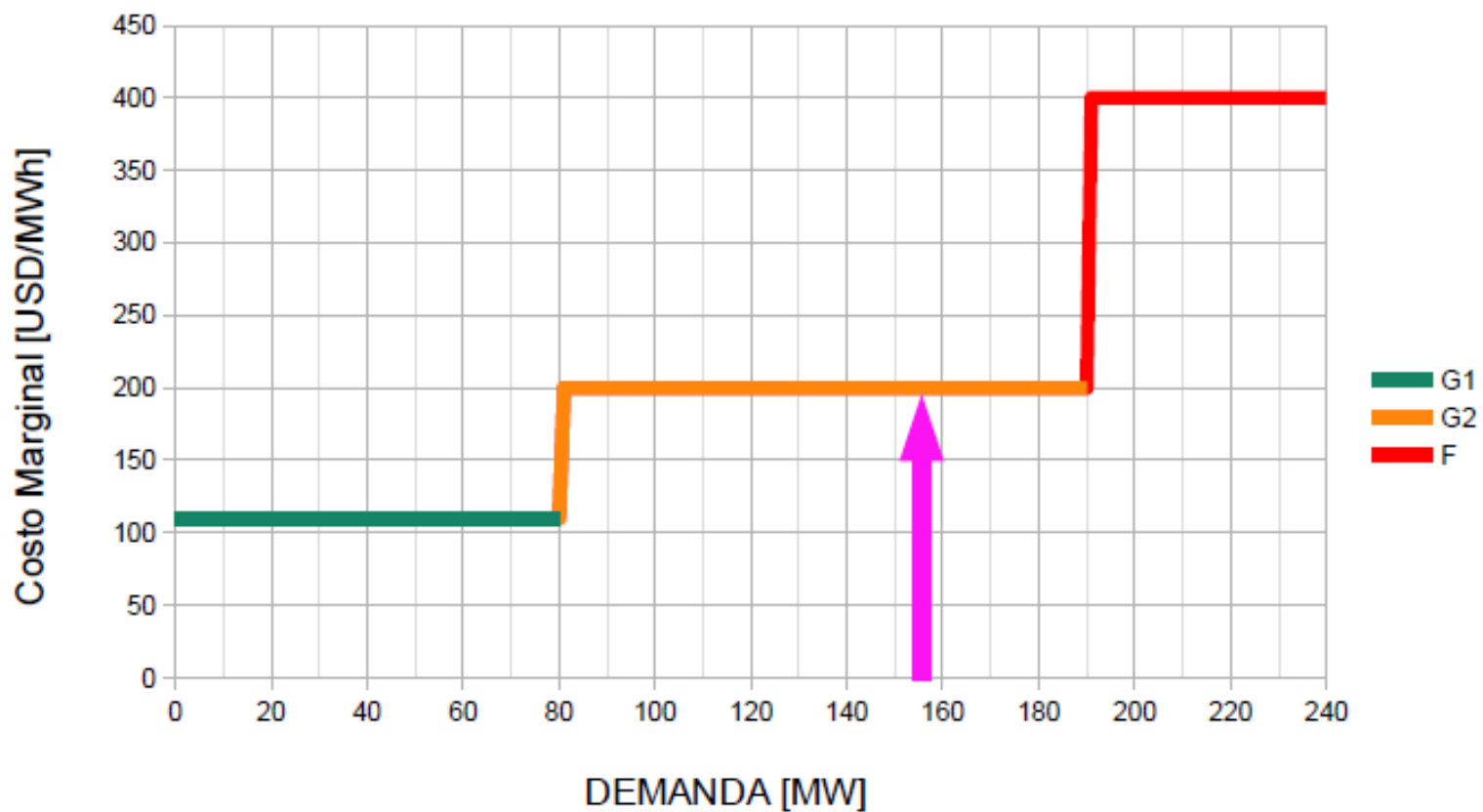


Si el paso de tiempo fuese semanal

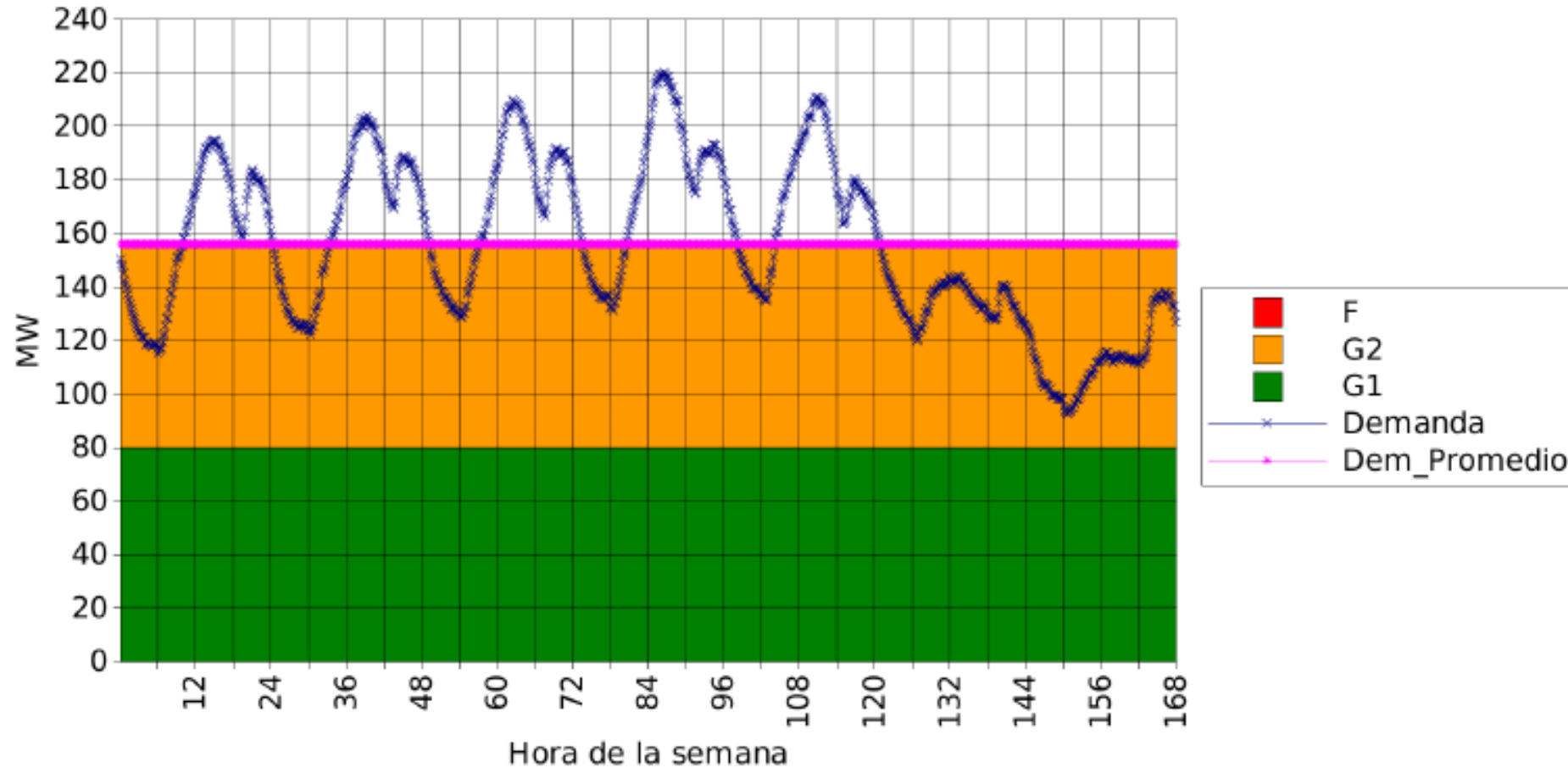
Demanda Media
155.7MW



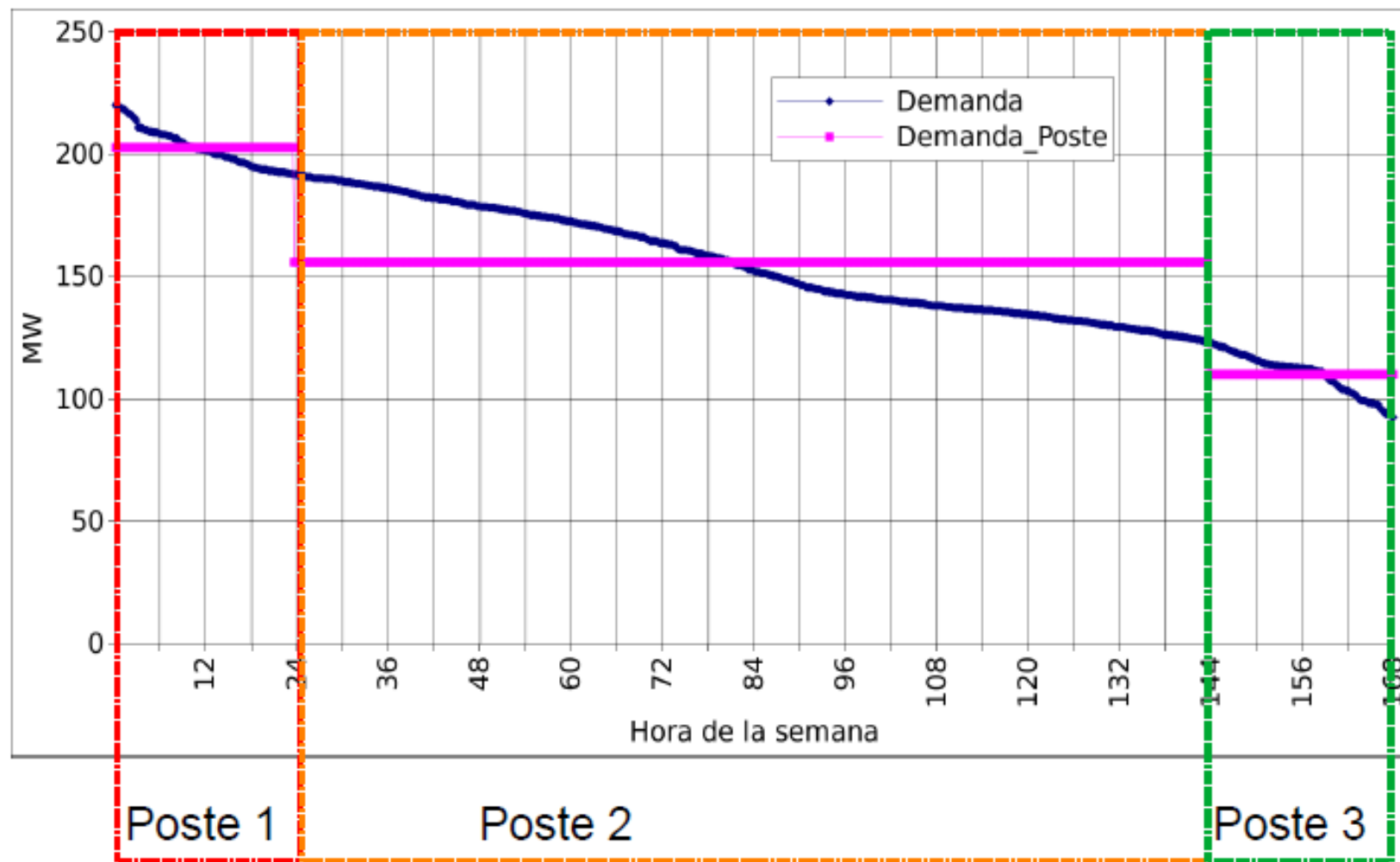
Orden de Mérito



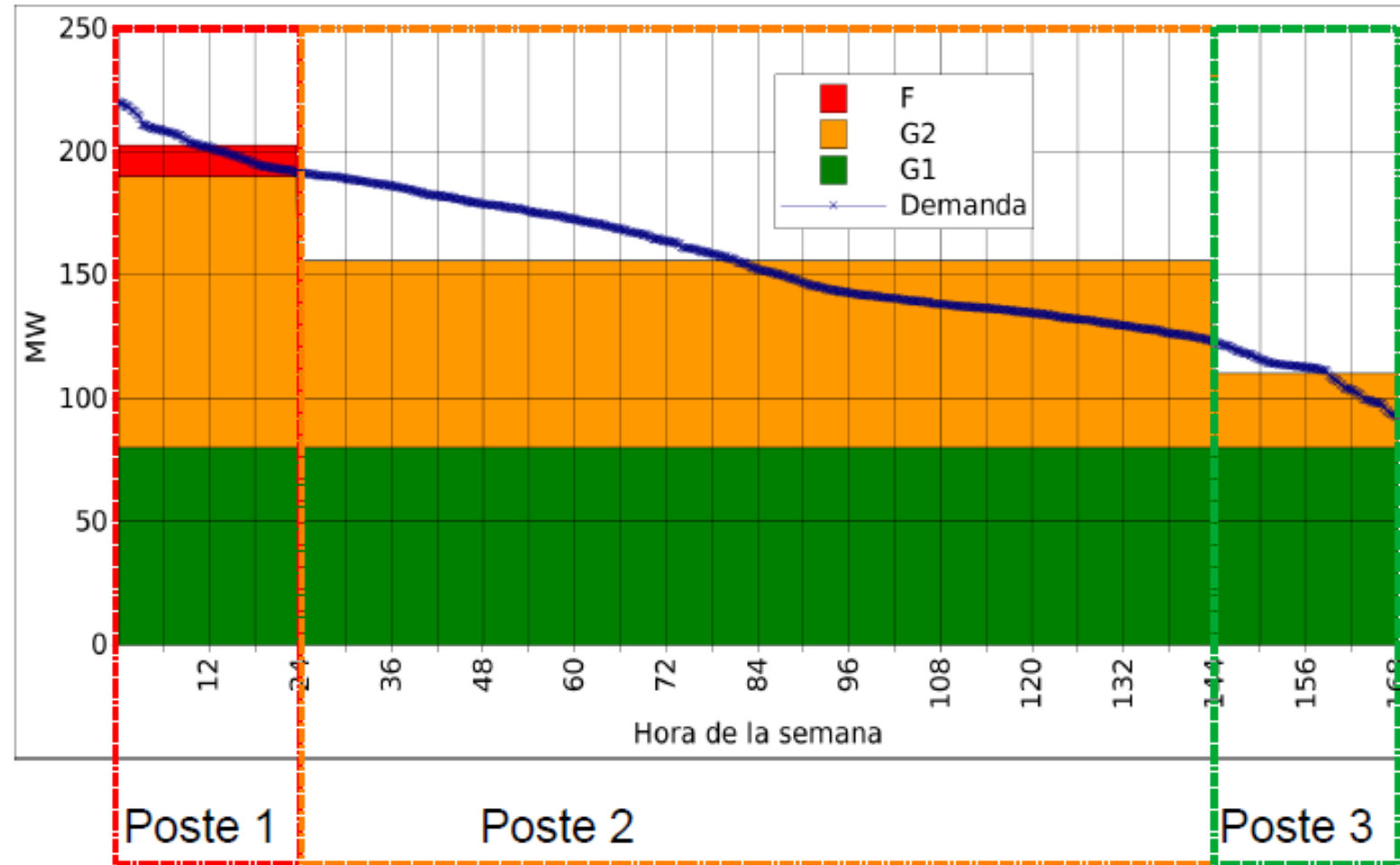
Despacho con paso Semanal



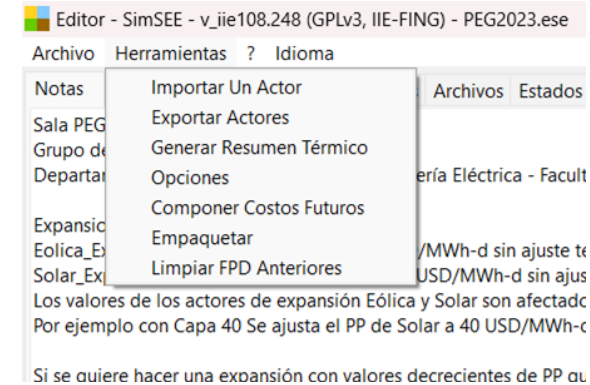
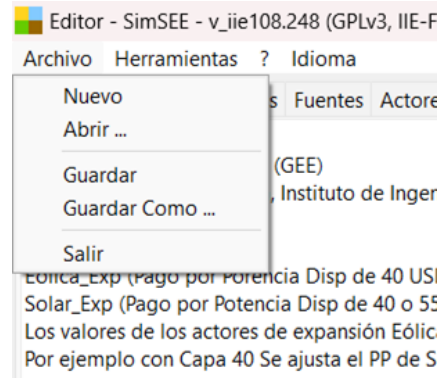
Monótona de Carga



Despacho con paso Semanal y 3 Postes



SimSEE - guardar, empaquetar

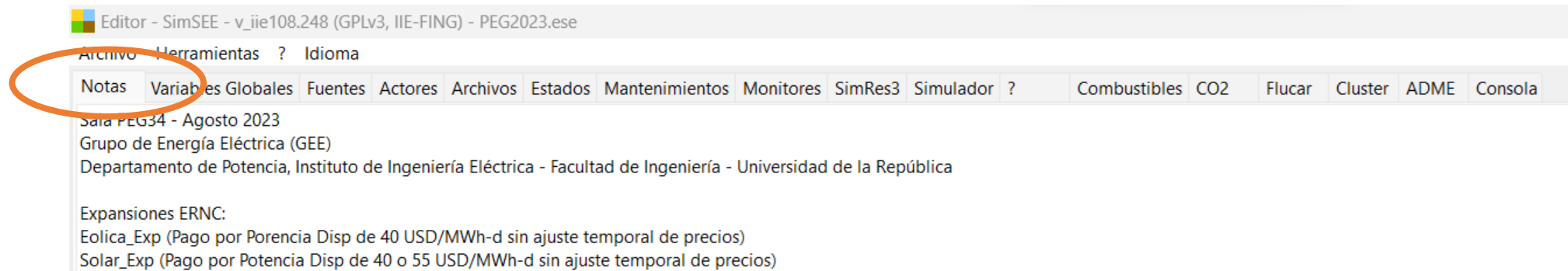


Crea un archivo comprimido (.zip) en la sub-carpeta en que se encuentra el archivo de la Sala y con el mismo nombre de ésta, conteniendo la sala (archivo .ese) y todos los archivos a los que hace referencia la Sala. Esto permite transportar la Sala a otra computadora.

Siempre se debe crear el zip de esta forma para que las rutas queden bien referenciadas.

Siempre que quiera mover la sala de carpeta o de computadora debe hacerlo con el zip y no moviendo los archivos.

SimSEE - Notas



La primer solapa “Notas”, contiene un cuadro de texto, que permite escribir allí los comentarios y aclaraciones que el usuario considere útiles, a efectos de documentar su corrida. Le aconsejamos utilizar este campo de texto para incluir toda las notas que faciliten la interpretación de la Sala. También se utiliza para ir anotando “las cosas por hacer”. Le aconsejamos que en las notas incluya la fecha y sus iniciales para facilitar el seguimiento de las modificaciones.

SimSEE - Variable Globales

Editor - SimSEE - v_ii108.248 (GPLv3, IIE-FING) - PEG2023.es

Archivo Herramientas Idioma

Notas **VARIABLES GLOBALES** Fuentes Actores Archivos Estados Mantenimientos Monitores SimRes3 Simulador ? Combustibles CO2 Flucar Cluster ADME Consola

Horizonte de tiempo

Fecha de Inicio: 2024-01-01 00:00 Fecha de fin: 2038-01-01 00:00 Huso horario: -3

Optimización: 2024-01-01 00:00 Simulación: 2024-01-01 00:00 Horizonte de guarda para simulación: 2024-01-01 00:00

Paso de tiempo

Unidades del paso de tiempo

Horas Minutos

Número de Postes: 4 Postes monótonos

Poste N°	1	2	3	4
Duració	5	30	91	42

Informativo.

Duración del paso del tiempo [h]: 168 Pasos de optimización: 730 Pasos de simulación: 521

SimSEE - Variable Globales

Editor - SimSEE - v_ii108.248 (GPLv3, IIE-FING) - PEG2023.es

Archivo Herramientas ? Idioma

Notas Variables Globales Fuentes Actores Archivos Estados Mantenimientos Monitores SimRes3 Simulador ? Combustibles CO2 Flucar Cluster ADME Consola

Horizonte de tiempo

Fecha de Inicio: 2024-01-01 00:00 Fecha de fin: 2038-01-01 00:00 Huso horario: -3

Optimización: 2024-01-01 00:00 Simulación: 2024-01-01 00:00 Horizonte de guarda para simulación: 2024-01-01 00:00

Paso de tiempo

Unidades del paso de tiempo

Horas Minutos

Número de Postes: 4 Postes monótonos

Poste N°	1	2	3	4
Duració	5	30	91	42

Informativo.

Duración del paso del tiempo [h]: 168 Pasos de optimización: 730 Pasos de simulación: 521

SimSEE - Variable Globales

Editor - SimSEE - v_ii108.248 (GPLv3, IIE-FING) - PEG2023.es

Archivo Herramientas ? Idioma

Notas Variables Globales Fuentes Actores Archivos Estados Mantenimientos Monitores SimRes3 Simulador ? Combustibles CO2 Flucar Cluster ADME Consola

Horizonte de tiempo

Fecha de Inicio: 2024-01-01 00:00 Fecha de fin: 2038-01-01 00:00 Huso horario: -3

Optimización: 2024-01-01 00:00 Simulación: 2024-01-01 00:00 Horizonte de guarda para simulación: 2024-01-01

Paso de tiempo

Unidades del paso de tiempo

Horas Minutos

Número de Postes: 4 Postes monótonos

Poste N°	1	2	3	4
Duración	5	30	91	42

Informativo.

Duración del paso del tiempo [h]: 168 Pasos de optimización: 730

Sub-partición del Paso de Tiempo en Postes (también conocidos como Bandas Horarias). Esta sub-partición implica una clasificación de las horas del paso de tiempo en base a la demanda de potencia, agrupando las horas de mayor demanda en el primer Poste (Poste de Punta), las horas de menor demanda en el último poste (Poste de Valle).

SimSEE - Variable Globales

Editor - SimSEE - v_ii108.248 (GPLv3, IIE-FING) - PEG2023.es

Archivo Herramientas ? Idioma

Notas Variables Globales Fuentes Actores Archivos Estados Mantenimientos Monitores SimRes3 Simulador ? Combustibles CO2 Flucar Cluster ADME Consola

Horizonte de tiempo

Fecha de Inicio: 2024-01-01 00:00 Fecha de fin: 2038-01-01 00:00 Huso horario: -3

Optimización: 2024-01-01 00:00 Simulación: 2024-01-01 00:00 Horizonte de guarda para simulación: 2024-01-01 00:00

Paso de tiempo

Unidades del paso de tiempo

Horas Minutos

Número de Postes: 4 Postes monótonos

Poste N°	1	2	3	4
Duració	5	30	91	42

Informativo.

Duración del paso del tiempo [h]: 168 Pasos de optimización: 730 Pasos de simulación: 521

El uso más común es con el casillero marcado e implica que las horas del paso de tiempo serán ordenadas de acuerdo a la curva Monótona de Carga.

SimSEE - Variable Globales

Editor - SimSEE - v_ii108.248 (GPLv3, IIE-FING) - PEG2023.es

Archivo Herramientas ? Idioma

Notas Variables Globales Fuentes Actores Archivos Estados Mantenimientos Monitores SimRes3 Simulador ? Combustibles CO2 Flucar Cluster ADME Consola

Horizonte de tiempo

Fecha de Inicio: 2024-01-01 00:00 Fecha de fin: 2038-01-01 00:00 Huso horario: -3

Optimización: 2024-01-01 00:00 Simulación: 2024-01-01 00:00 Horizonte de guarda para simulación: 2024-01-01 00:00

Paso de tiempo

Unidades del paso de tiempo

Horas Minutos

Número de Postes: 4 Postes monótonos

Poste Nº	1	2	3	4
Duració	5	30	91	42

Informativo.

Duración del paso del tiempo [h]: 168 Pasos de optimización: 730 Pasos de simulación: 521

Editor - SimSEE - v_ii108.248 (GPLv3, IIE-FING) - PEG2023.es

Archivo Herramientas Idioma

Notas Variables Globales **Fuentes** Actores Archivos Estados Mantenimientos Monitores SimRes3 Simulador ? Combustibles CO2 Flucar Cluster ADME Consola

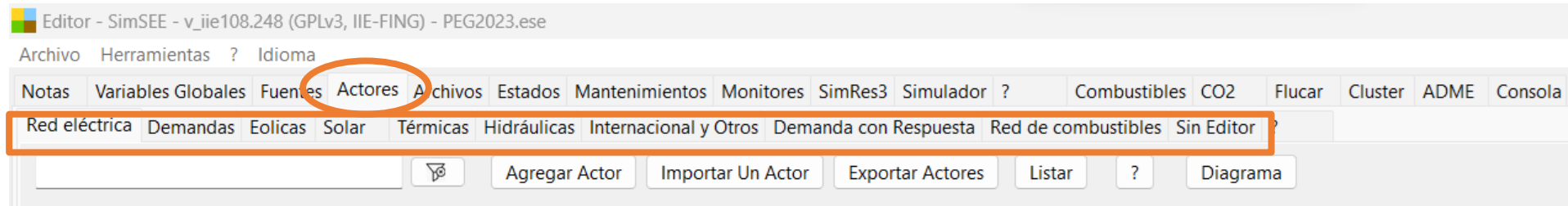
Agregar Fuente Eliminar no usadas ?

Fuente	Tipo de fuente	Información adicional			
Cero	Fuente constante	0, 0, Auto,V:0			
Excedentes_precio	Fuente constante	0, Auto: 0, Auto,V:...			
CMG1_BR_tendencia	Fuente constante	0, Auto: 0, Auto,V:...			
CMG3_BR_tendencia	Fuente constante	0, Auto: 0, Auto,V:...			
BPS50yCMOBRyCMOARG	Sintetizador CEGH	0,			
volatilidad_petroleo	Sintetizador CEGH	0,			
tendencia_petroleo	Fuente constante	0, Auto: 0, Auto,V:...			
CMG1_AR_tendencia					
CMG4_AR_tendencia					
tendencia_eolica					
tendencia_solar					
Temp_solar_25					
Temp_eolica_15					
Temp_Termica_15					
PEoI_PSoI_Temp					
TTermica					
parametrica_iPetroleo					
CMG_BR_AR					

Advertencias

En SimSEE una Fuente es una entidad que pone disponible valores en sus Bornes de salida para ser utilizados por las demás entidades (Actores y Fuentes).

- Hay una variedad de modelos de fuentes que se pueden utilizar para generar diferentes funciones (por ej. de valores constantes por tramo temporal o sinusoides).
- Hay otra variedad de fuentes que permite componer una salida en base a otra fuentes (por ej. sumadores, comparadores y multiplicadores).
- Otro grupo importante de fuentes son el conjunto de fuentes aleatorias que permiten generar valores con diferentes funciones de densidad de probabilidad y modelar procesos estocásticos con un buen grado de detalle



Los sistemas de energía eléctrica están compuestos por diferentes Actores (entidades), que pueden entregar energía o consumir energía del sistema.

Por ejemplo, las centrales de generación entregan energía al sistema, las interconexiones internacionales pueden entregar o consumir energía y las demandas son consumos de energía. Además, existen actores específicos que permiten modelar la red de interconexión eléctrica con sus pérdidas de energía y límites físicos de transporte. Estos actores son Nodos (a los que se conectan los demás Actores) y Arcos (corredores de transporte de energía que unen los Nodos).

SimSEE - Fichas de Parámetros Dinámicos.

Cada Actor o Fuente tiene su propio tipo de Ficha de Parámetros Dinámicos con su juego de parámetros específicos.

Las fichas tienen una “Fecha de inicio” la cual indica partir de qué fecha es válida la Ficha. Una ficha dejará de ser válida hasta la fecha de inicio de la siguiente ficha.

SimSEE - SimRes3

Editor - SimSEE - v_108.248 (GPLv3, IIE-FING) - PEG2023.es

Archivo Herramientas ? Idioma

Notas Variables Globales Fuentes Actores Archivos Estados Mantenimientos Monitores SimRes3 Simul

Crear Nueva ?

Lista de Plantillas SimRes3 asociadas a esta sala.

Archivo	capa	--
varios.sr3	0	
gi.sr3	0	
histoBioTerflex.sr3	0	

Al presionar el lápiz para editar un archivo, se abre el Editor de SimRes3

Editar especificaciones de cálculos a realizar con el posprocesador de resultados "SimRes3".

Se llama "Plantilla SimRes3" a un archivo que contiene los cálculos a realizar sobre los resultados

Editor - SimSEE - v_iie108.248 (GPLv3, IIE-FING) - PEG2023.es

Archivo Herramientas ? Idioma

Notas Variables Globales Fuentes Actores Archivos Estados Mantenimientos Monitores SimRe-3 **Simulador ?** Combustibles CO2 Flucar Cluster ADME Consola

Escenarios y ejecución Parámetros optimización Parámetros simulación

Controles de ejecución.

Ejecutar manualmente ?

Ejecutar automáticamente En cluster.

Modo de ejecución

Principal Todos los activos

Mascara de ejecución

Opt Sim SR3

Binario simulador

MIPSimplex Clásico SimSEE

MIPSimplex GLPK

ICF + MIPSimplex Clásico SimSEE

Reserva Rotante

Escenarios.

Crear nuevo escenario. Listar Capas ?

Nombre	--
BaseB	
BaseA	
BaseA81	
BaseBsinTESuy	
BaseBsinTESuysinPal	
BaseAsinTESuy	
BaseAsinESuy	
BaseABon	
BaseAInd	
BaseBInd	
BaseAOdd	

Editor - SimSEE - v_iie108.248 (GPLv3, IIE-FING) - PEG2023.es

Archivo Herramientas ? Idioma

Notas Variables Globales Fuentes Actores Archivos Estados Mantenimientos Monitores SimRe-3 **Simulador ?** Combustibles CO2 Flucar Cluster ADME Consola

Parámetros simulación

Escenarios.

Crear nuevo escenario. Listar Capas ?

Controles de ejecución.

Ejecutar manualmente ?

Ejecutar automáticamente En cluster.

Modo de ejecución

Principal Todos los activos

Mascara de ejecución

Opt Sim SR3

Binario simulador

MIPSimplex Clásico SimSEE

MIPSimplex GLPK

ICF + MIPSimplex Clásico SimSEE

Reserva Rotante

Nombre	--
BaseB	
BaseA	
BaseA81	
BaseBsinTESuy	
BaseBsinTESuysinPal	
BaseAsinTESuy	
BaseAsinESuy	
BaseABon	
BaseAInd	
BaseBInd	
BaseAOdd	

Una vez editada la Sala se puede ejecutar el Simulador y el Optimizador.

Editor - SimSEE - v_iie108.248 (GPLv3, IIE-FING) - PEG2023.es

Archivo Herramientas ? Idioma

Notas Variables Globales Fuentes Actores Archivos Estados Mantenimientos Monitores SimRe-3 **Simulador ?** Combustibles CO2 Flucar Cluster ADME Consola

Escenarios y ejecución Parámetros optimización Parámetros simulación

Controles de ejecución.

Ejecutar manualmente ?

Ejecutar automáticamente En cluster.

Modo de ejecución

Principal Todos los activos

Mascara de ejecución

Opt Sim SR3

Binario simulador

MIPSimplex Clásico SimSEE

MIPSimplex GLPK

ICF + MIPSimplex Clásico SimSEE

Reserva Rotante

Escenarios.

Crear nuevo escenario. Listar Capas ?

Nombre	--
BaseB	
BaseA	
BaseA81	
BaseBsinTESuy	
BaseBsinTESuysinPal	
BaseAsinTESuy	
BaseAsinESuy	

Cada ficha dinámica tiene la posibilidad de indicarle una Capa

El panel "Escenarios" permite configurar los escenarios disponibles en la Sala y realizar la ejecución de los mismos.

Una Sala tiene la posibilidad de tener varias Capas, que permite armar Escenarios o Casos diferentes y analizar distintas configuraciones de una misma Sala

Generadores Térmicos

Un generador térmico es un generador que utiliza una fuente de calor para generar vapor o gases calientes para expandir en una turbina. Ejemplo de este tipo de generadores son las centrales con caldera de vapor (alimentadas por fueloil, gasoil, biomasa, carbón, nuclear) y centrales con turbinas aeroderivadas que expanden los gases de combustión directamente en la turbina como son las turbinas que queman gas natural o gasoil. Otro ejemplo de generadores térmicos son los motores de combustión quemando fueloil, gasoil, gas natural biocombustibles, etc.

Algunos:

- Generador Térmico Básico.
- Generador Térmico con Encendido y Apagado por Paso de Tiempo.
- Generador Térmico con Encendido y Apagado por Poste.
- otras

EJERCICIO 1- Despacho dos máquinas térmicas.

Sistema UNINODAL con dos generadores y una demanda con los siguientes datos:

Generador 1, puede generar entre 17.7 MW y 100 MW y tiene un costo de generación de

$$c(P) = 2141.6 \text{ USD/h} + 48.0 \text{ USD/MWh} \cdot P ; \text{ para } 17.7 \text{ MW} \leq P \leq 100 \text{ MW}$$

Generador 2, puede generar entre 22.5 y 150 MW y el costo de generación es:

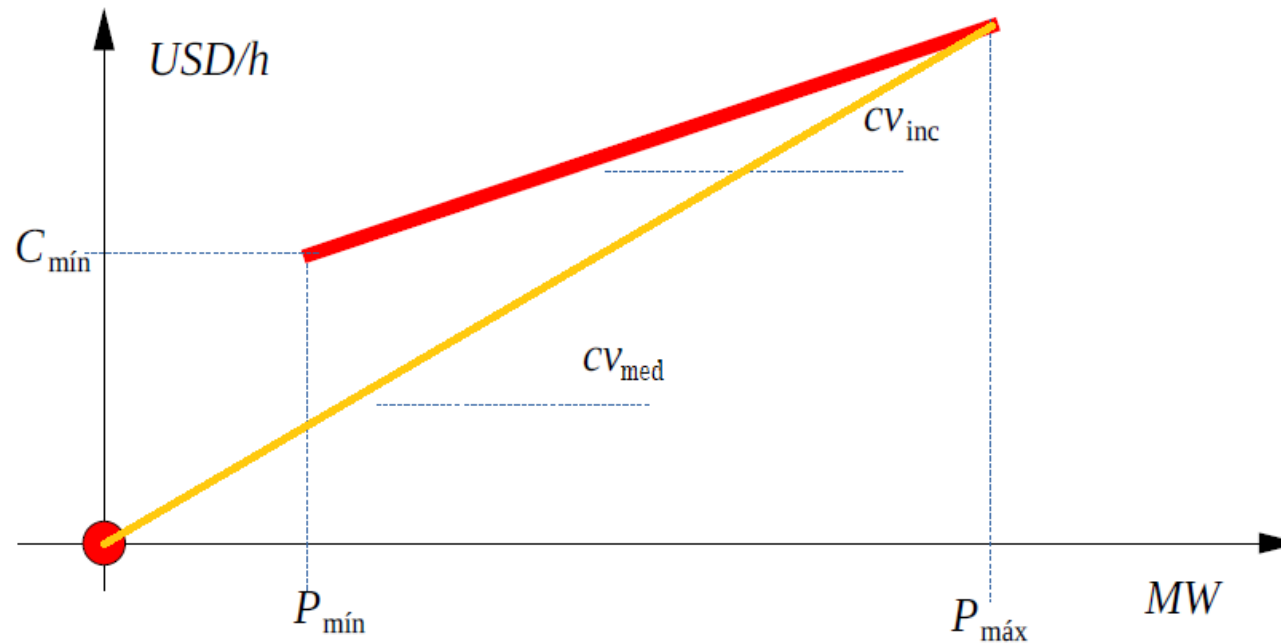
$$c(P) = 1575.0 \text{ USD/h} + 29.0 \text{ USD/MWh} \cdot P ; \text{ para } 22.5 \text{ MW} \leq P \leq 150 \text{ MW}$$

El horizonte de estudio son 7 días con un paso de simulación horario.

La demanda para la primer hora del horizonte de estudio es 50MW y crece linealmente (hora a hora) hasta alcanzar los 240MW en la hora siguiente a la última hora del horizonte de estudio.

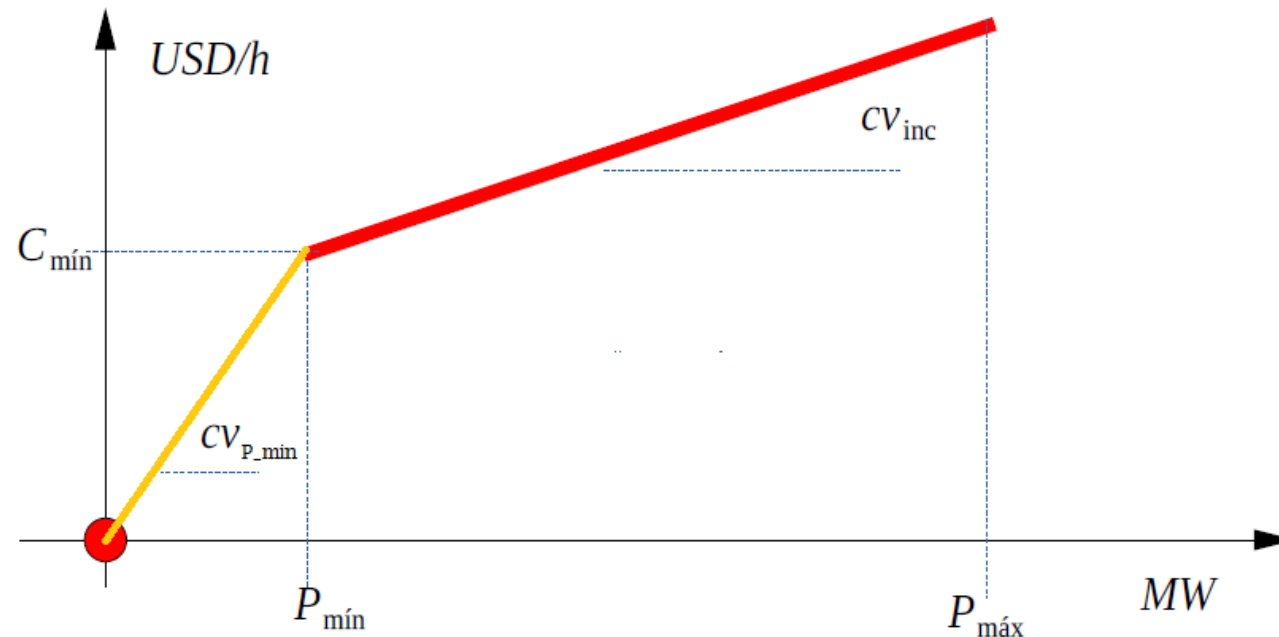
Ejercicio 1.1 – Generador térmicos básicos

- Generador 1: $CV_{\text{medio}} = 69.4$ USD/MWh
- Generador 2: $CV_{\text{medio}} = 39.5$ USD/MWh



Ejercicio 1.2 – Generador térmico con encendido y apagado por paso/poste

- Generador 1: $CV_{P_min} = 169$ USD/MWh - $CV_{inc} = 48$ USD/MWh
- Generador 2: $CV_{P_min} = 99$ USD/MWh - $CV_{inc} = 29$ USD/MWh



SimRes3 – Operaciones Crónicas

- Suma:
$$\sum_{i=1}^{NPostes} P[i]$$
- Promedio:
$$\frac{\sum_{i=1}^{NPostes} P[i]}{Npostes}$$
- PromedioPonderadoPorDurpos:
$$\frac{\sum_{i=1}^{Npostes} P[i].DurPos[i]}{DurPaso}$$
- sumaProductoConDurpos:
$$\sum_{i=1}^{Npostes} P[i].DurPos[i]$$
- SumaDobleProdConDurposTopeado:
$$\sum_{i=1}^{Npostes} P[i].P^{topeado}[i].DurPos[i]$$

Matriz de datos - Crónicas - CronVar

	cornica1	croncia2	...	cronica j
paso1			...	
paso2			...	
paso3			...	
...	...			
paso k			...	

