



UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA

# VATES - Operación óptima de los recursos de generación con alta integración de eólica y solar

**Ximena Caporale, Damian Vallejo y Ruben Chaer.**

**IEEE, IIE-FING y ADME**

**4/12/2017**

**Montevideo - Uruguay.**



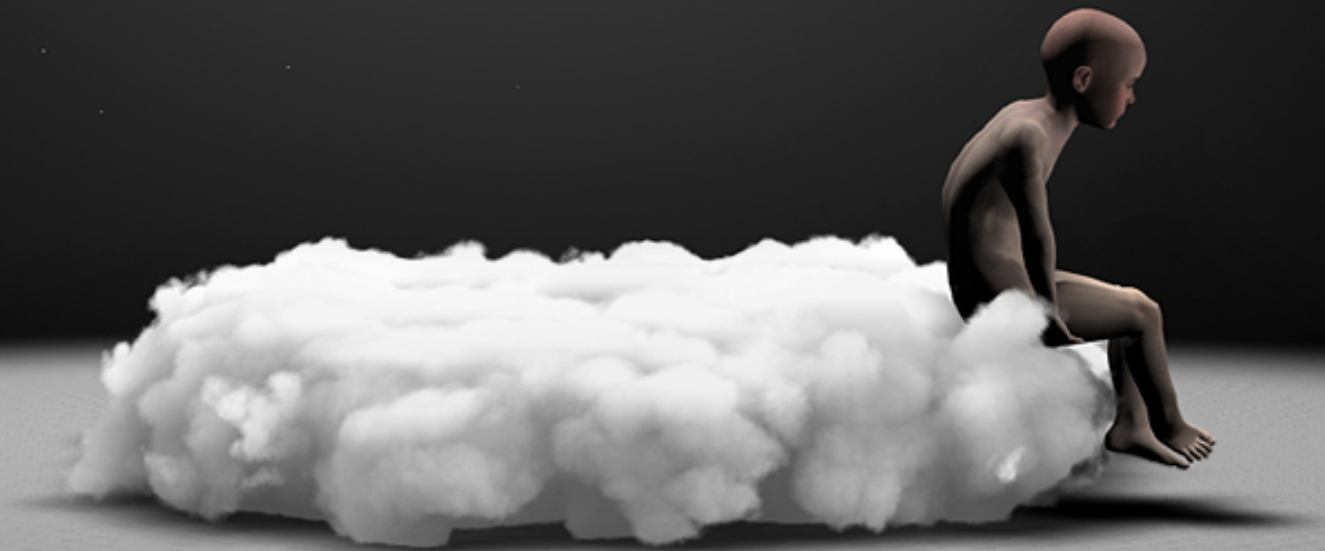
## Parte 2) Modelado de procesos estocásticos con CEGH e incorporación de pronósticos

**Parte 1) Operación óptima de sistemas dinámicos y su implementación en la plataforma SimSEE.**

**Parte 2) Modelado de procesos estocásticos con CEGH e incorporación de pronósticos.**

**Parte 3) VATES en acción. Pronóstico del despacho de las siguientes 72 horas en tiempo continuo.**

mmm ... ¿por dónde empiezo?



# Fuentes de aleatoriedad

Aportes hidráulicos

Roturas de las máquinas

Velocidad del viento

Precio del petróleo

Demanda de energía

*New York Times*



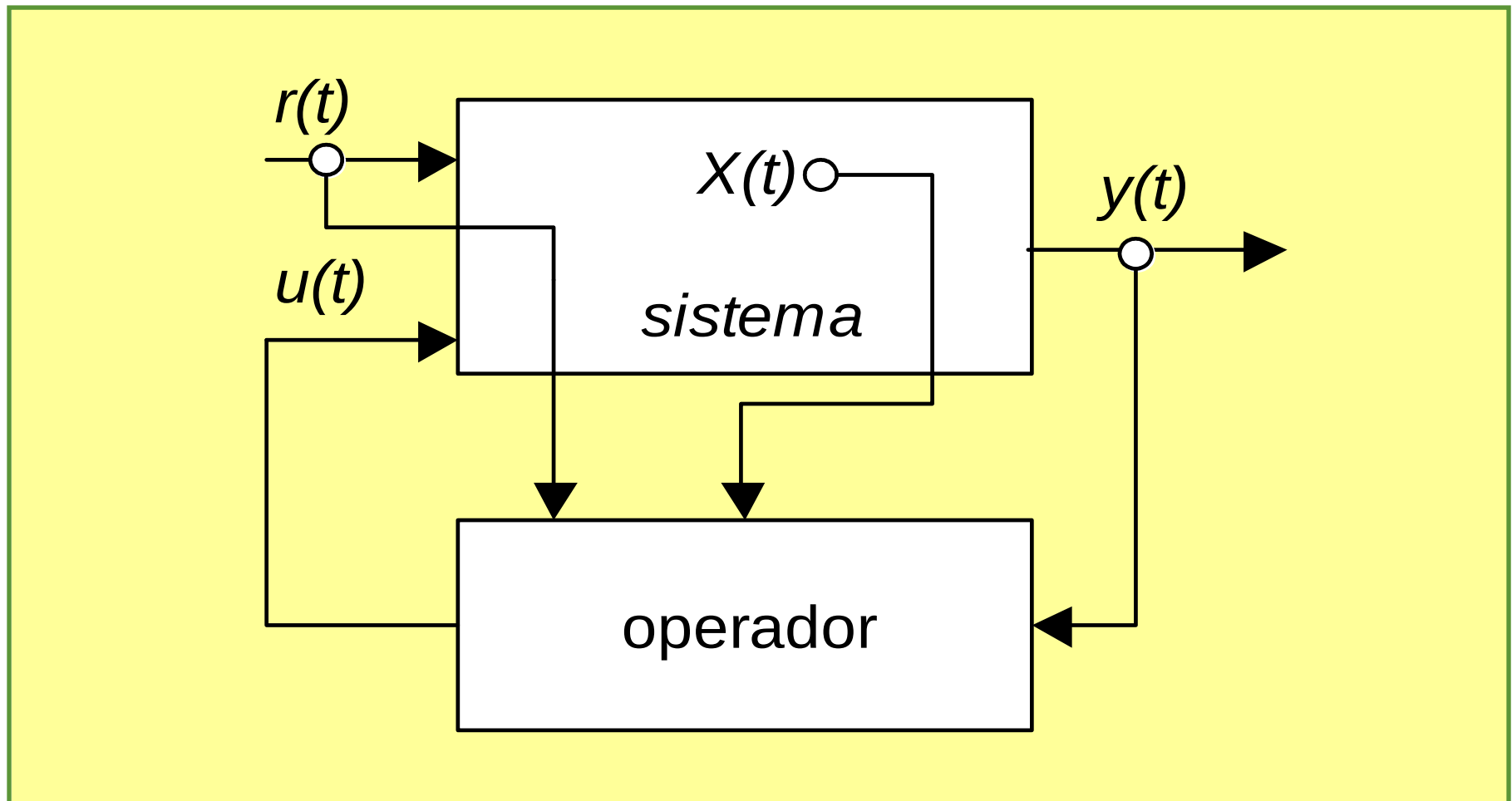
# Estado del Sistema



- $X$  = Vector de información que capta todo lo relevante del pasado para calcular el futuro si se conocen las entradas de aquí en mas.

$$X(t) = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix}$$

# Operación - Sistemas Dinámicos





# Política de Operación

$$u = PO(X, r, t)$$

# Modelos SIN ESTADO.





# Operador Sin Pronósticos.

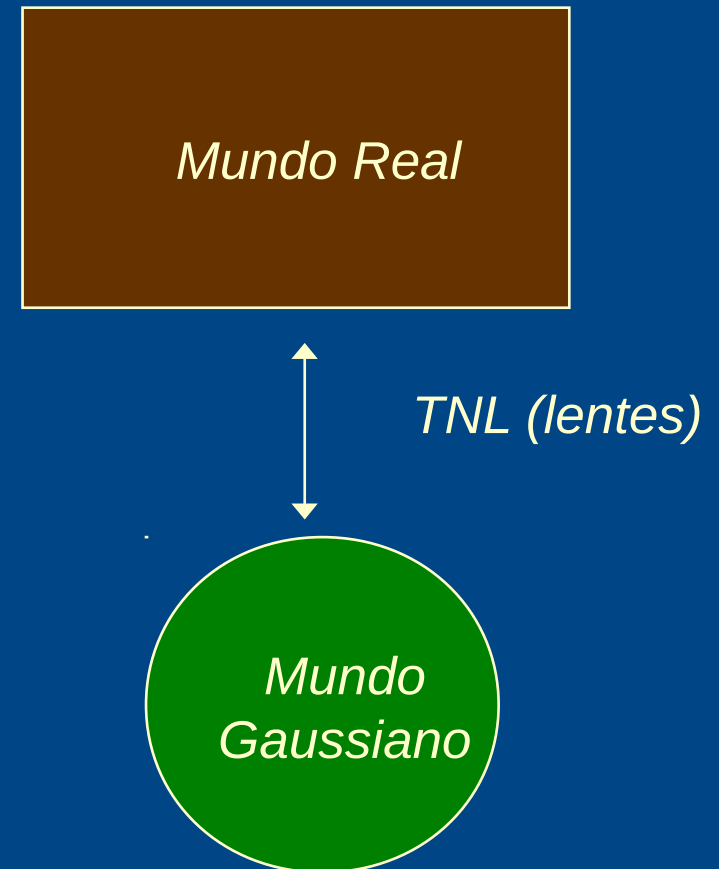


# Operador Con Pronósticos.



# Modelos CEGH.

- Conservar histogramas de amplitudes.
- Conservar correlaciones.



# Modelo CEGH

## Correlaciones en Espacio Gaussiano con Histograma.



Datos Reales

$TNL$



Mundo G



Identificación

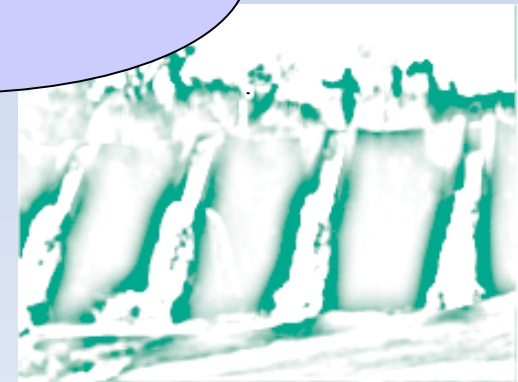
Mundo GS



$TNL^{-1}$

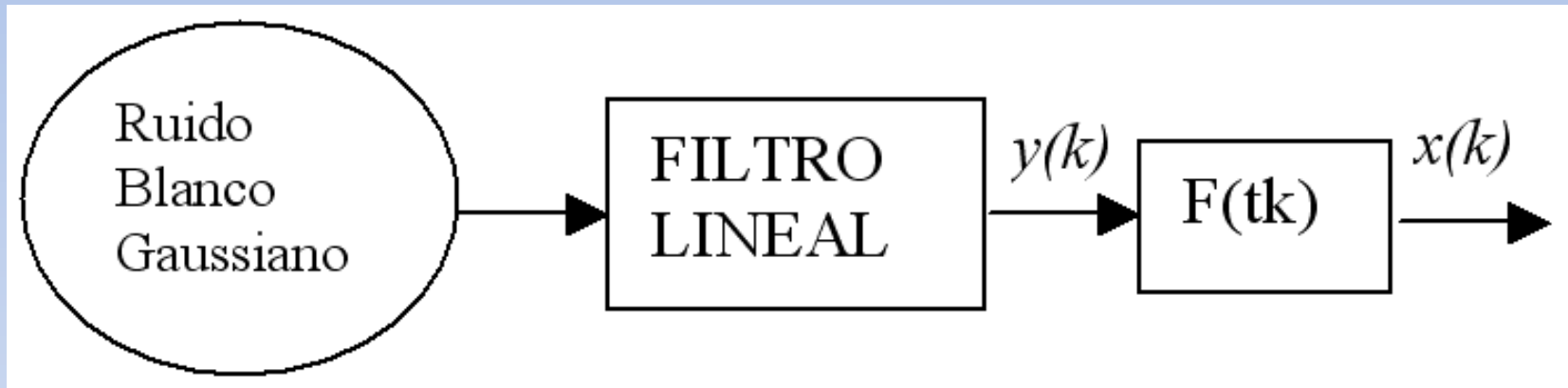


Datos Sintéticos

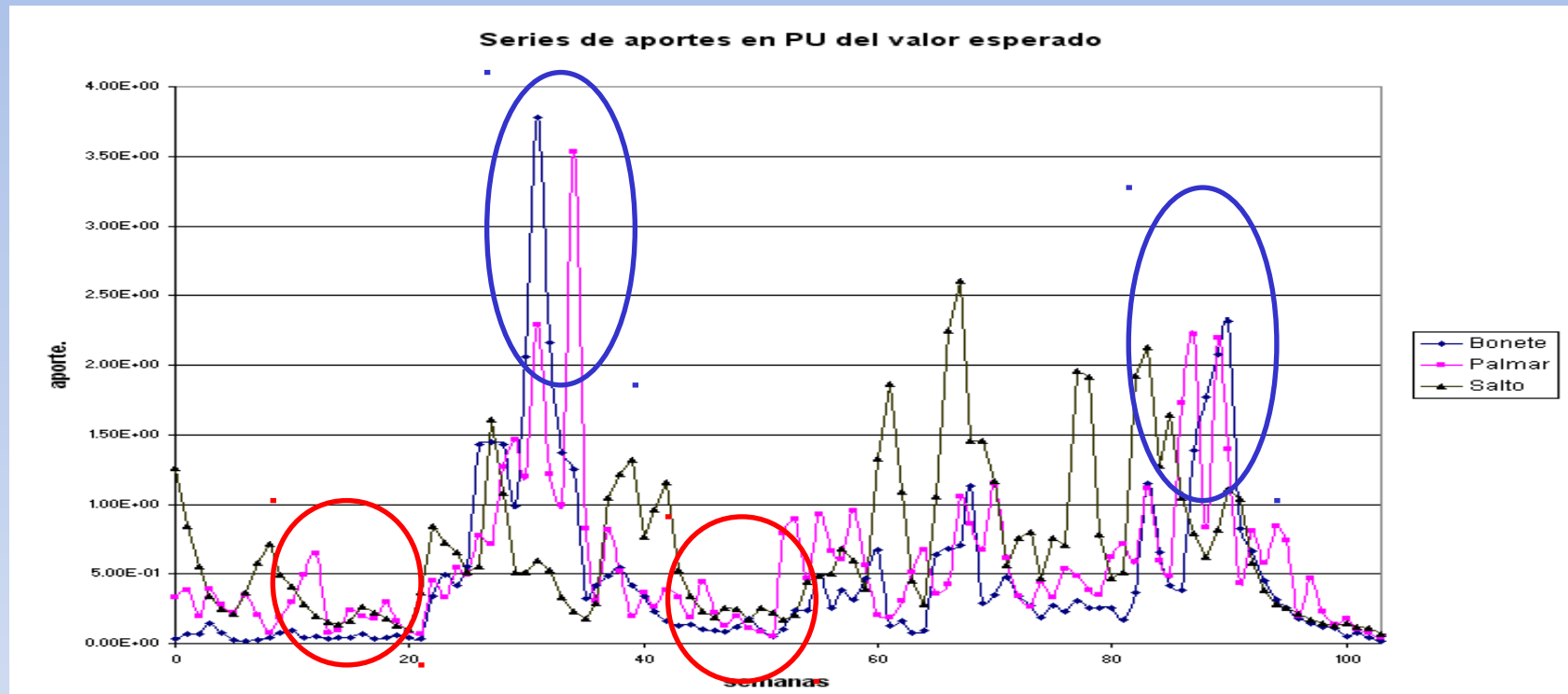




# Sintetizador

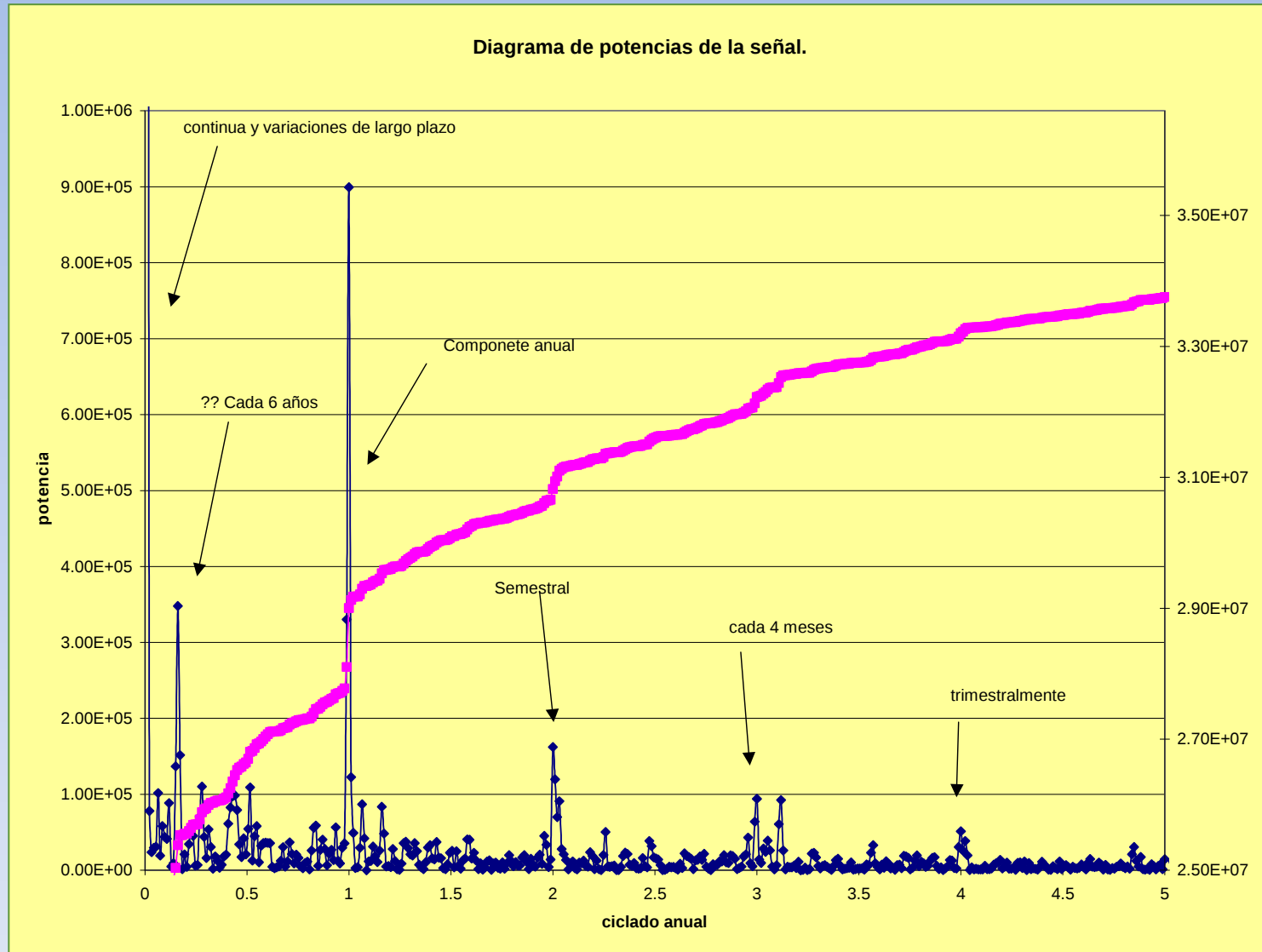


# Ejemplo de identificación del sistema hídrico de Uruguay.

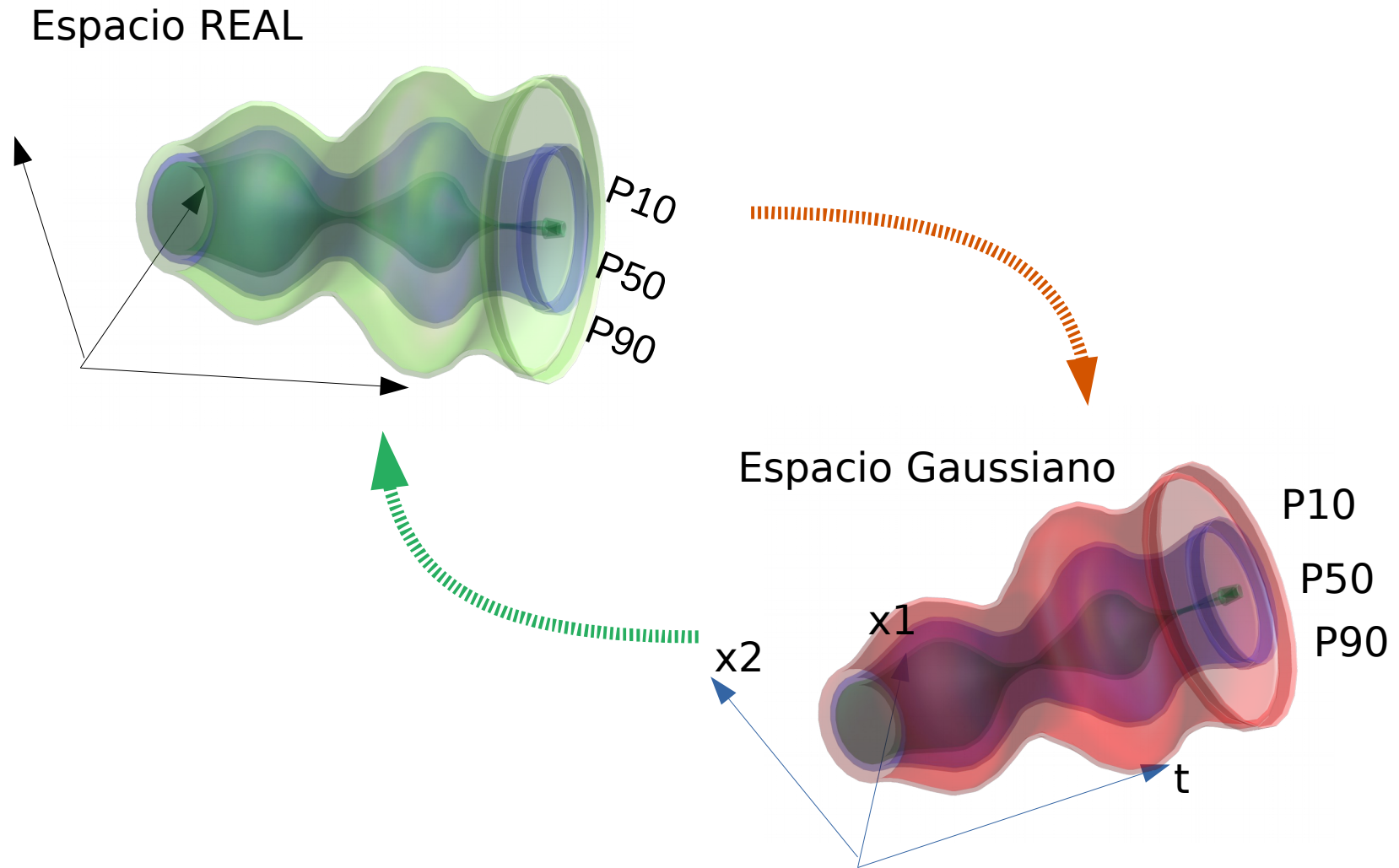


Dos años de aportes semanales históricos en Bonete, Palmar y Salto

# Espectro de Potencia SALTO GRANDE

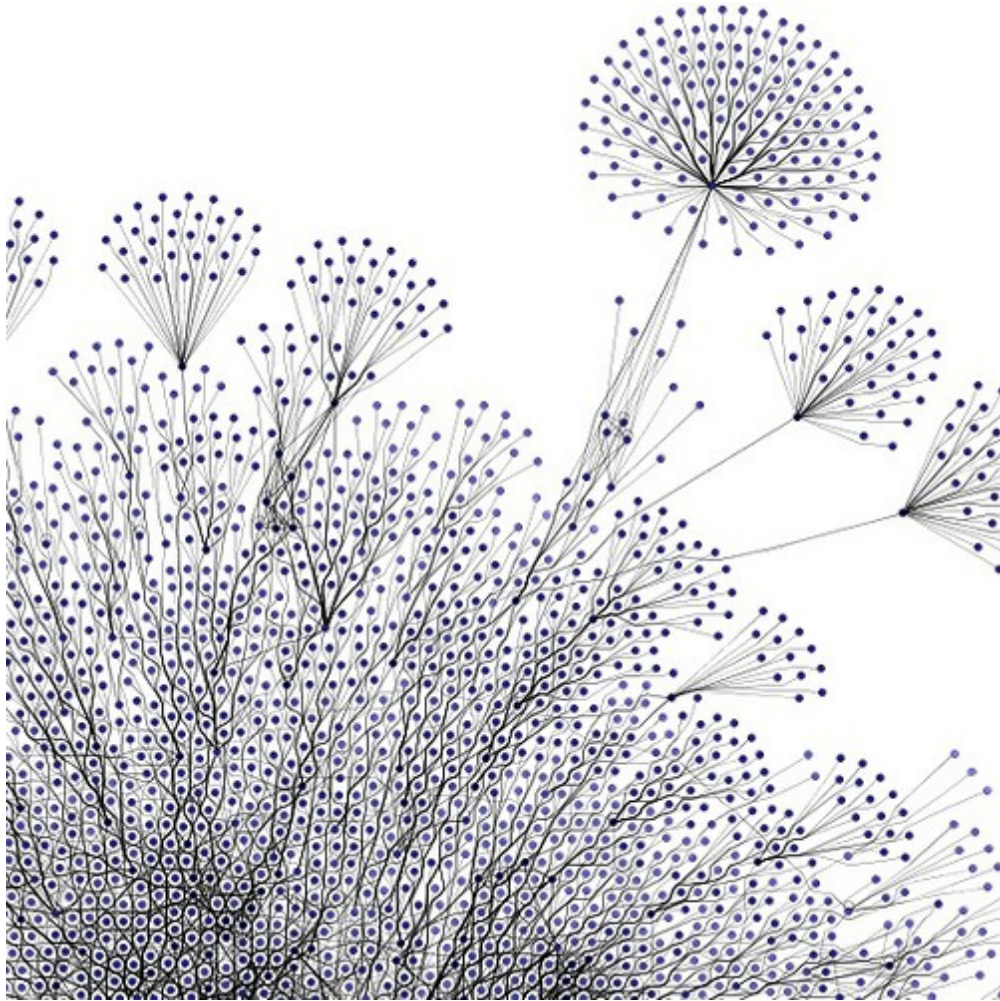


# Tratamiento de un pronóstico en el modelado CEGH. Gaussianización.

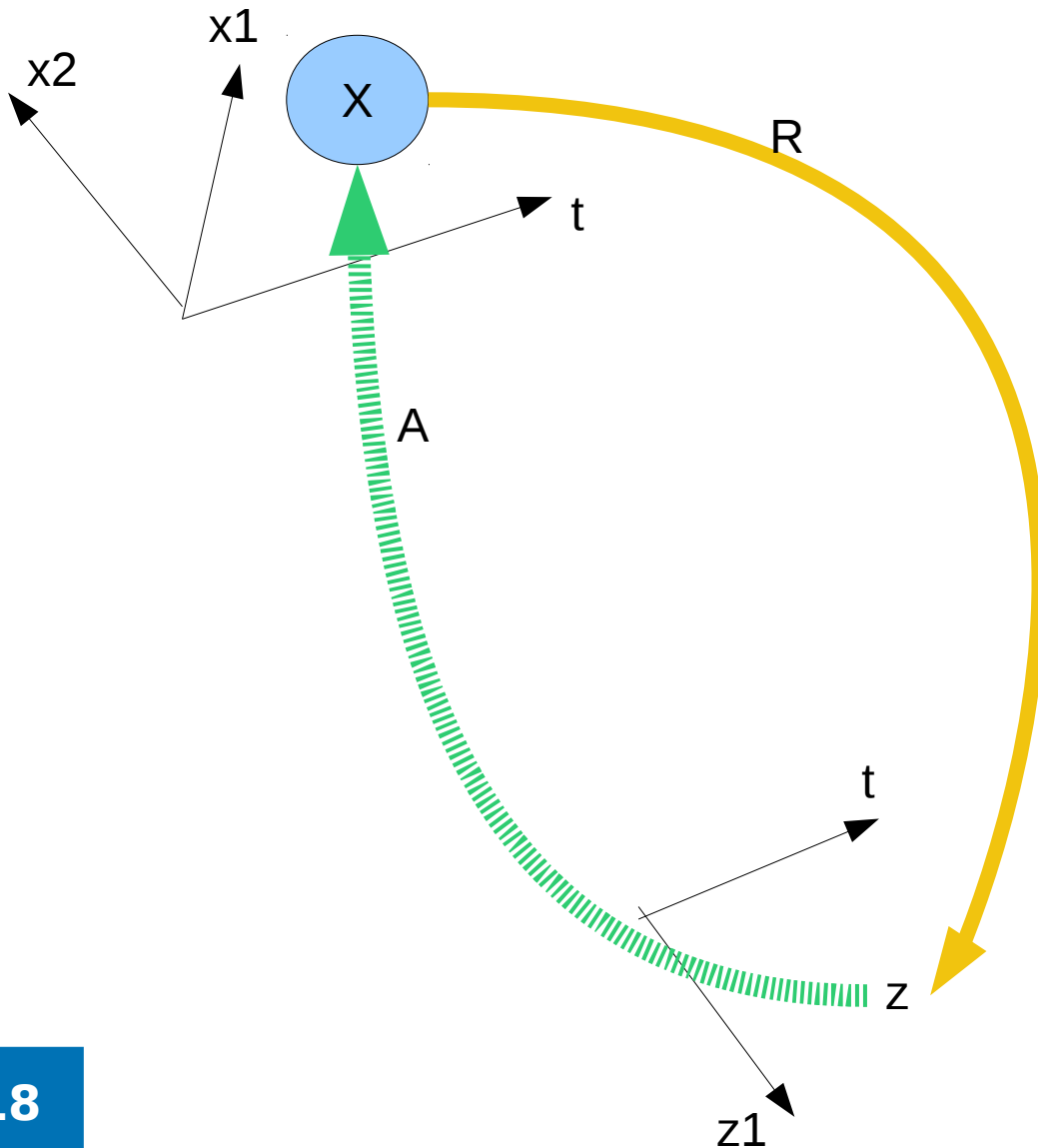




# Maldición de Belman.



# Reducción del Espacio de Estado



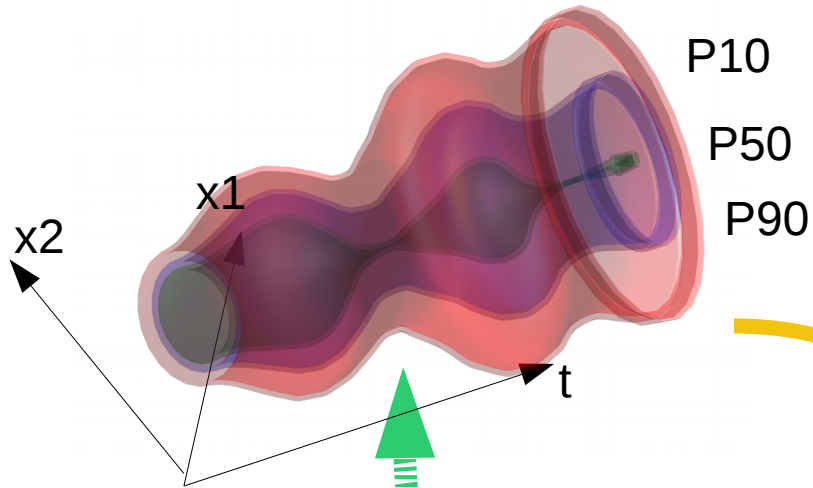
$$z = R(X)$$

$$u = PO_z(z, r, t)$$

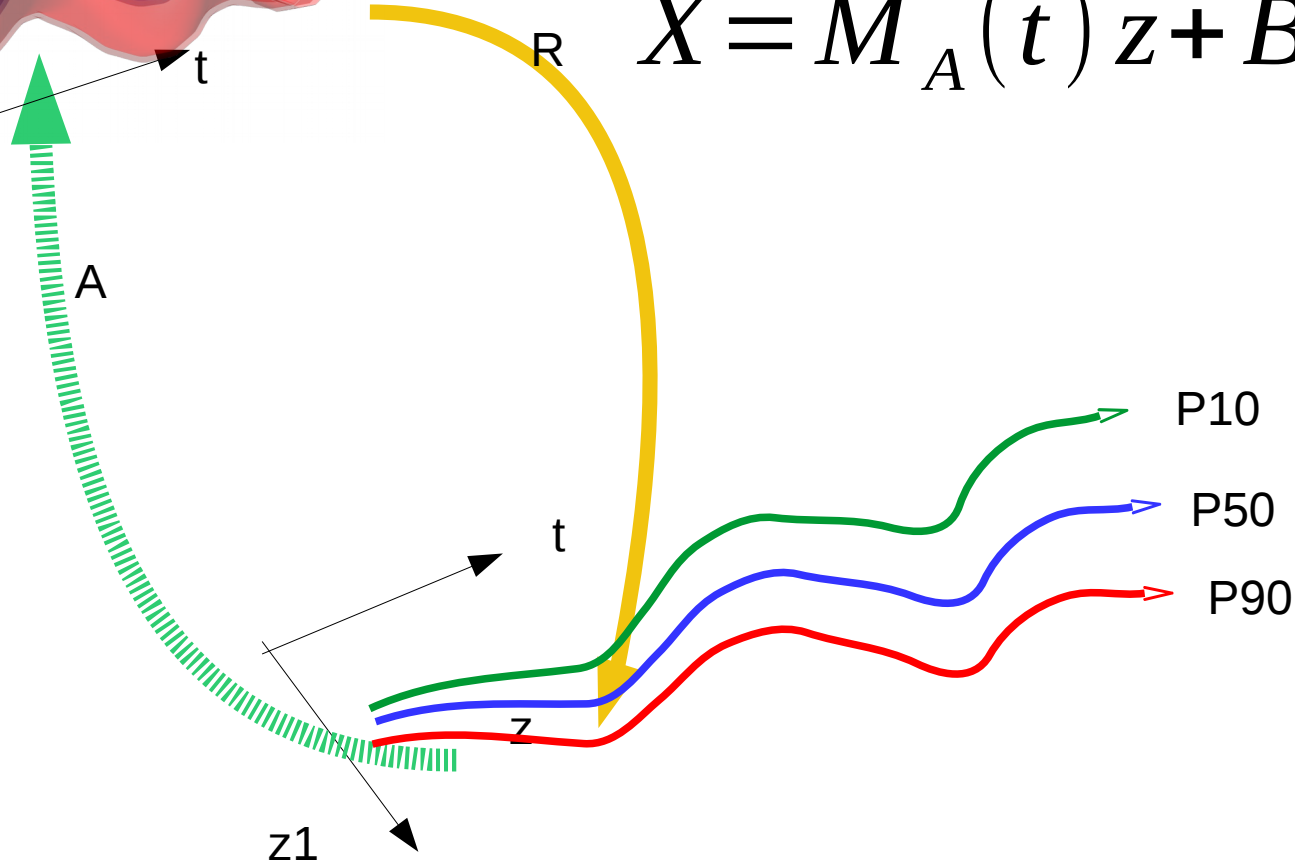
$$X = A(z, w)$$

$w$ , ruido que permite poblar el volumen de  $X$  que mapea en el  $z$  dado.

# Tratamiento del pronóstico en el espacio Gaussiano con reducción.



$$z = M_R X$$
$$u = PO_z(z, r, t)$$
$$X = M_A(t) z + B_A(t) w$$



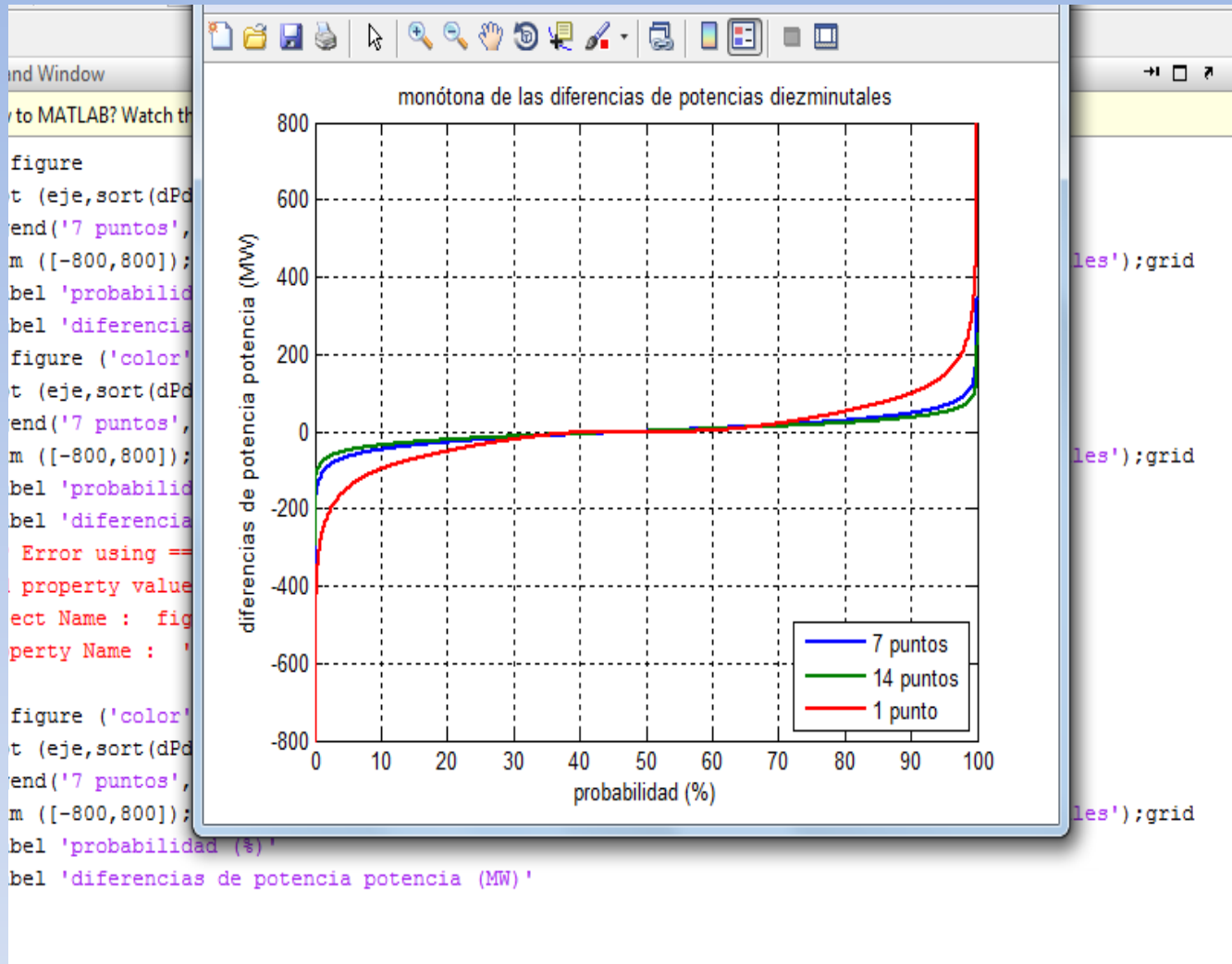
# INTERMITTENCY

different sources of variability need different filtering capabilities.



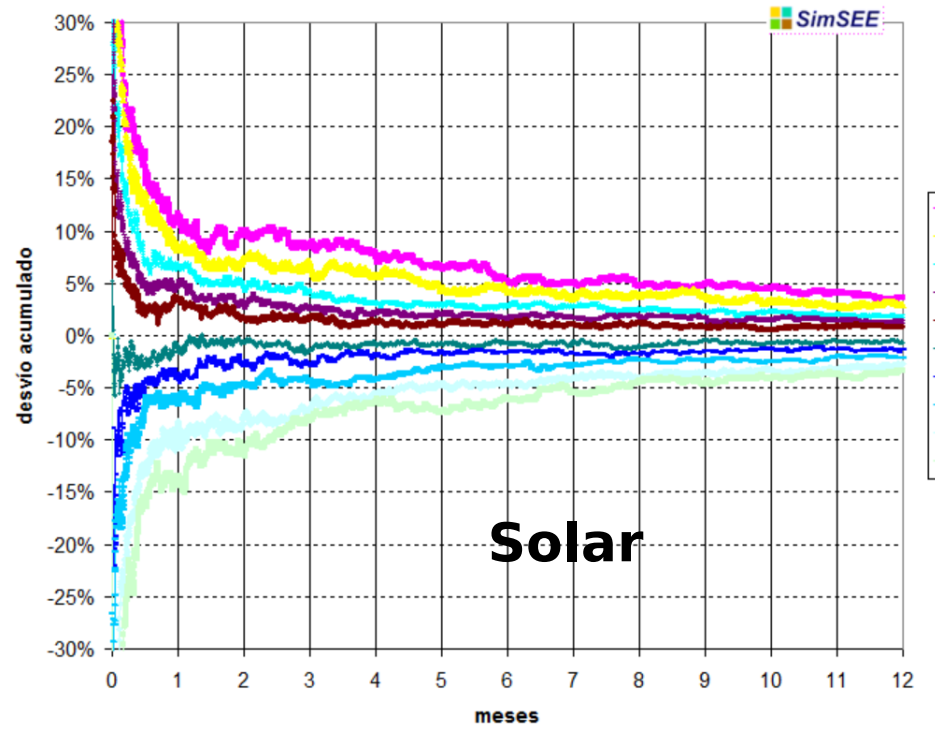
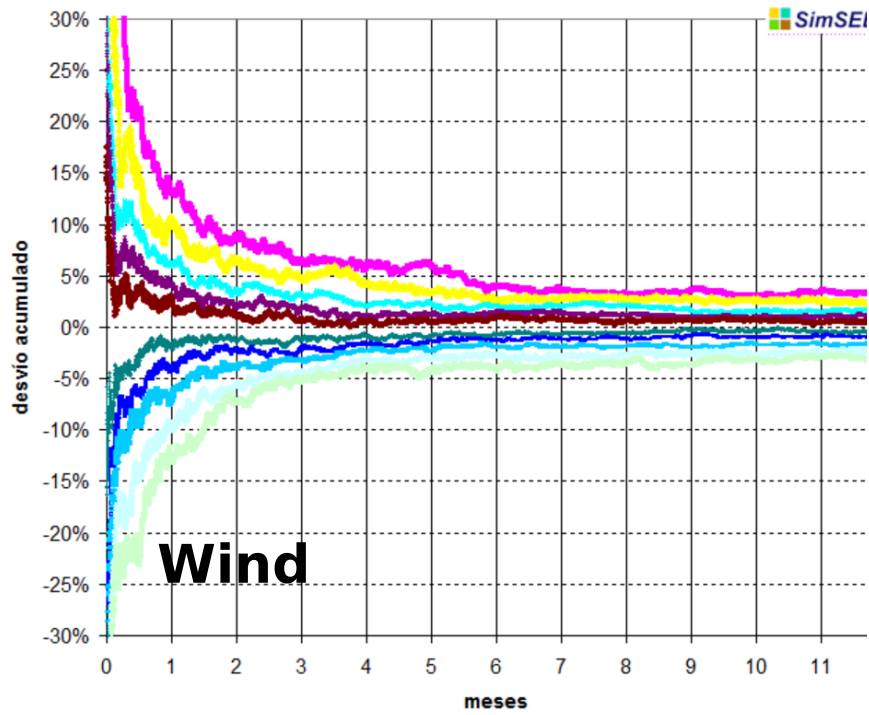
- Hydro
- Wind
- Solar

## 2- VARIABILIDAD DE MUY CORTO PLAZO (10min-1 hora)

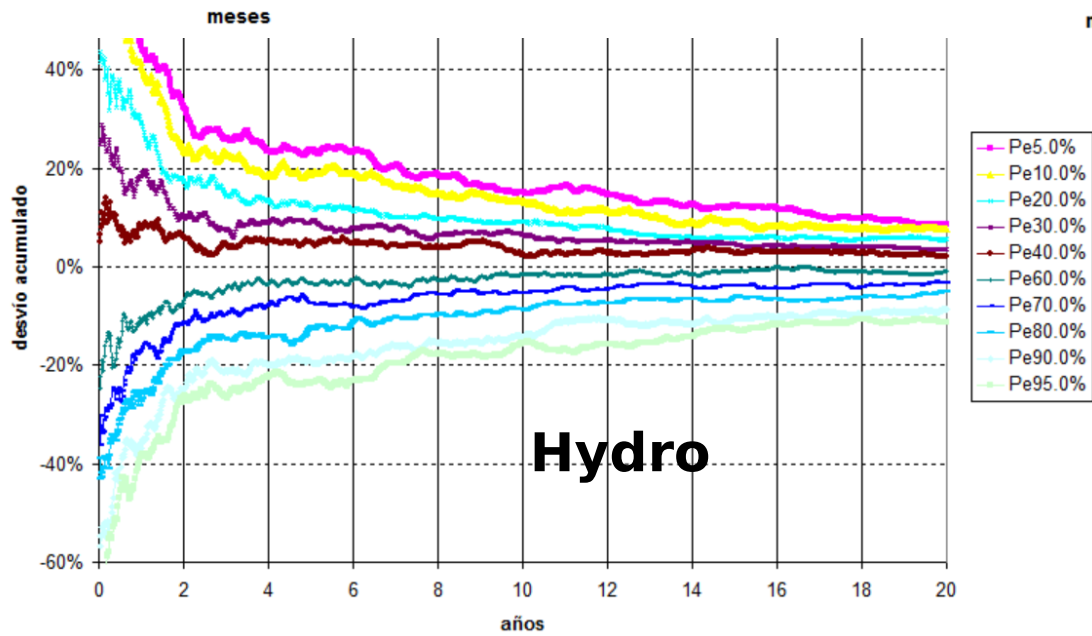


La variabilidad de la generación eólica en el cortísimo plazo (plazos de hasta 1 hora) no representa problemas de manejo para el sistema. Se observa que esta variabilidad es menor cuanto más **distribuidos** se encuentran los parques.

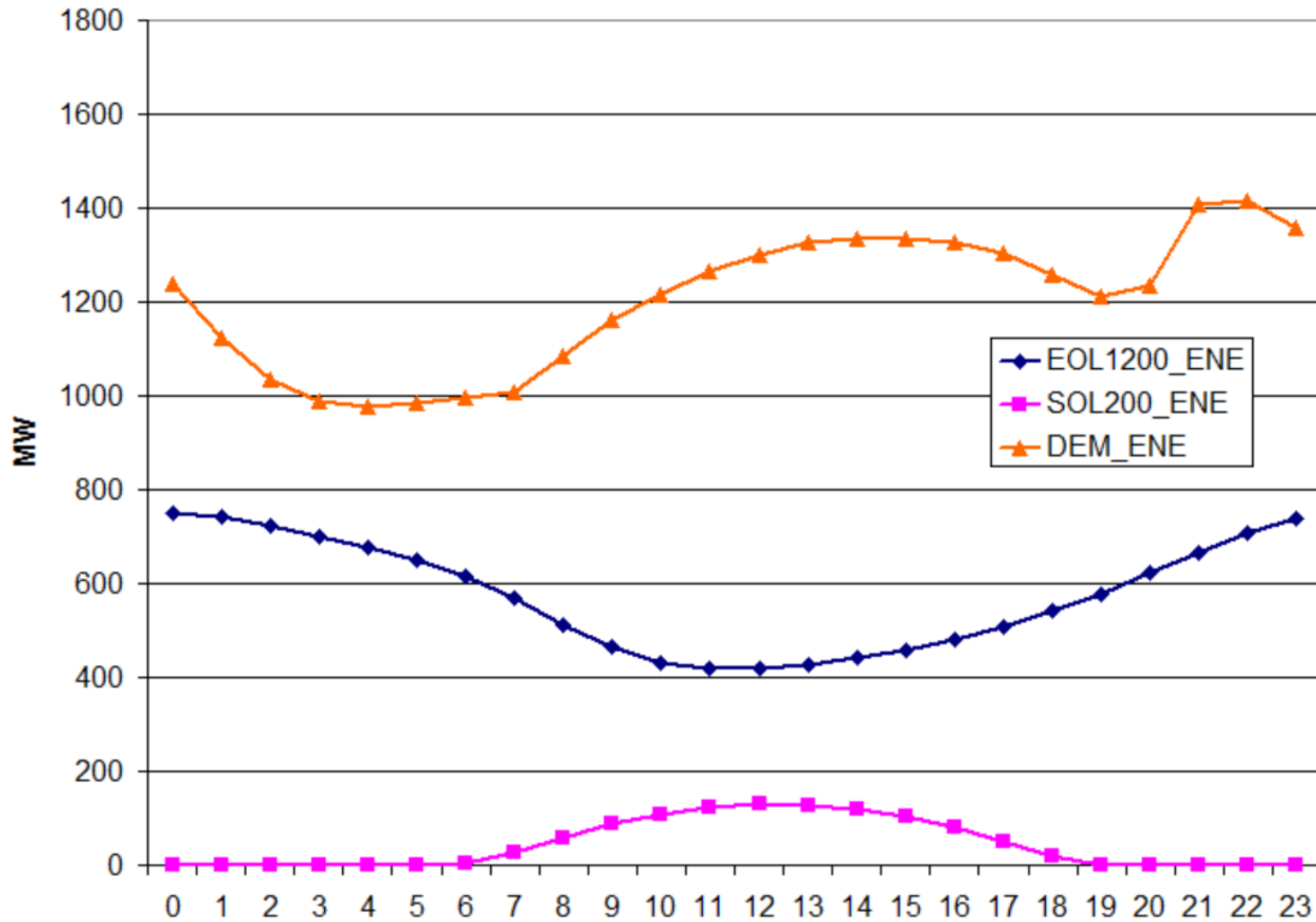




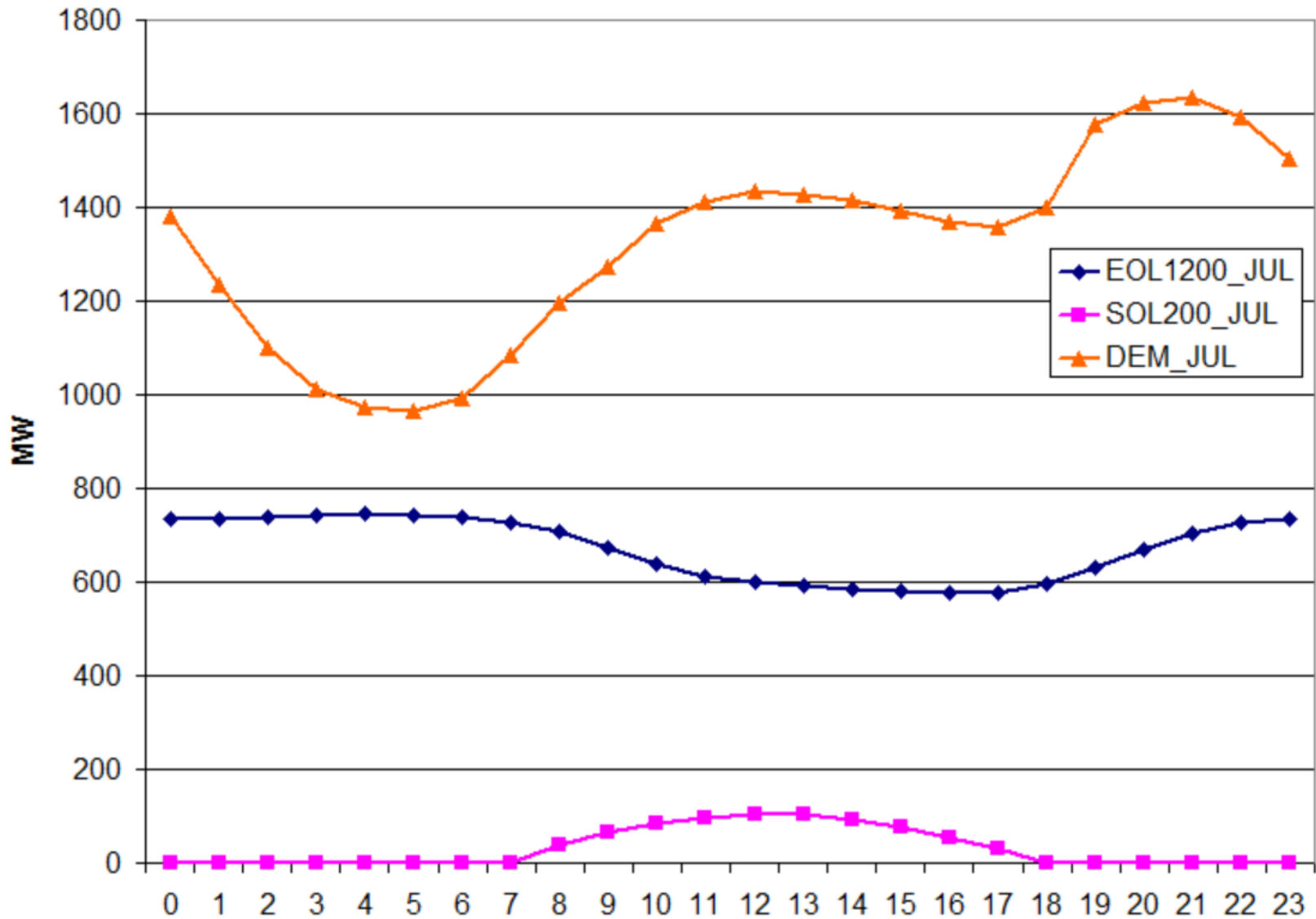
- Pe5.0%
- Pe10.0%
- Pe20.0%
- Pe30.0%
- Pe40.0%
- Pe60.0%
- Pe70.0%
- Pe80.0%
- Pe90.0%
- Pe95.0%



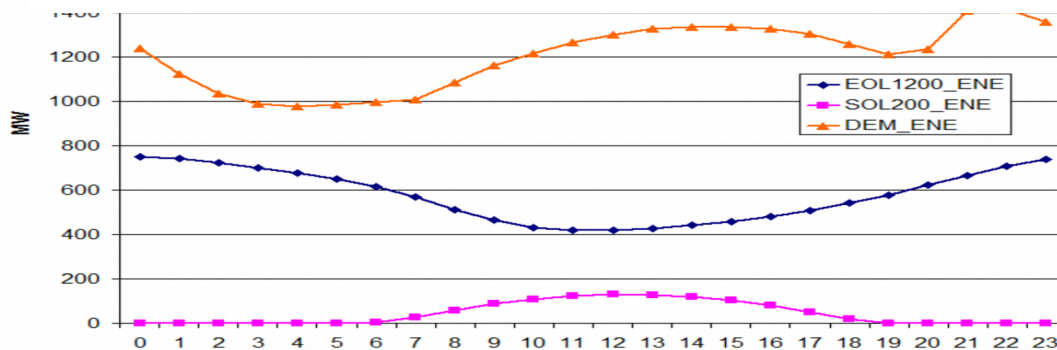
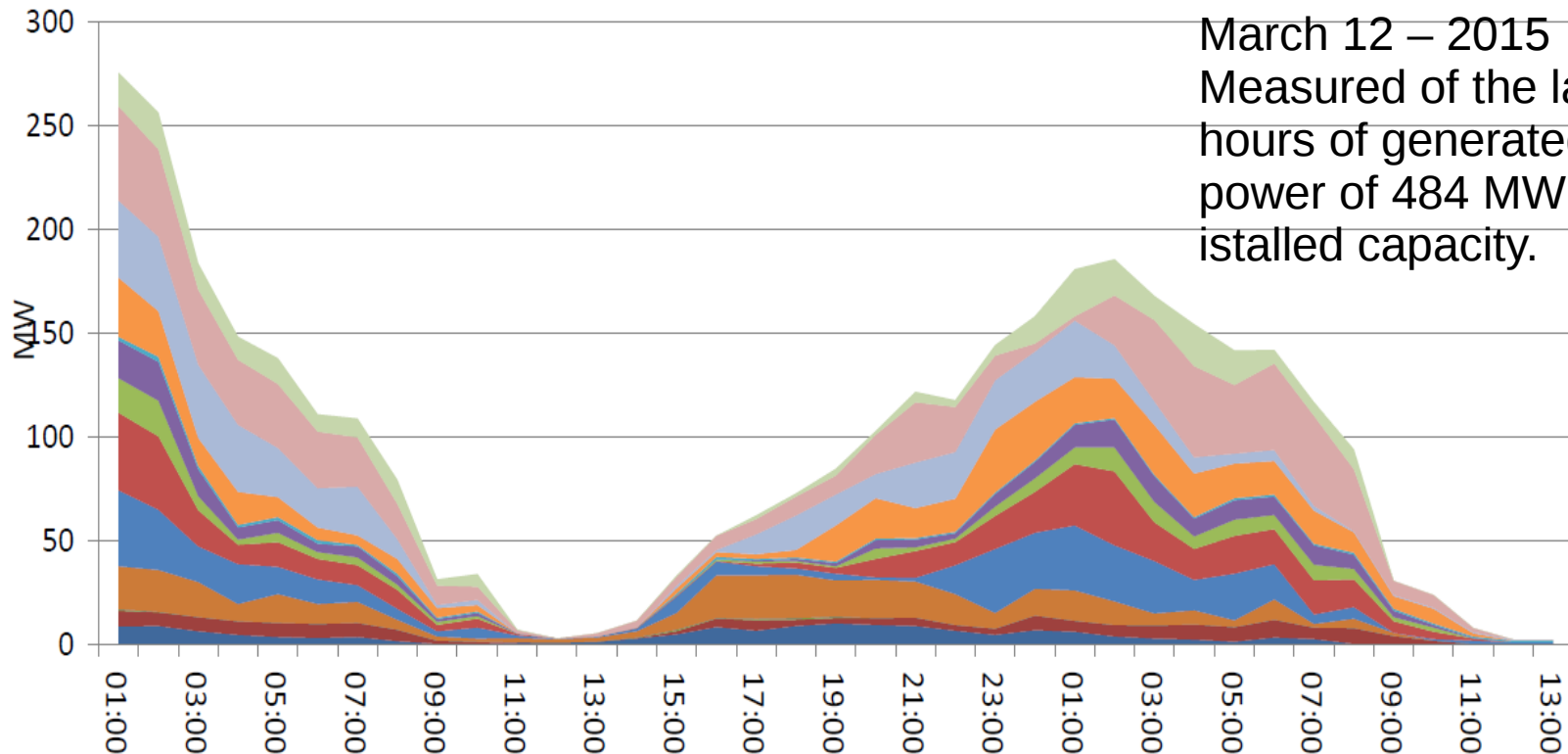
# Summer daily profile.



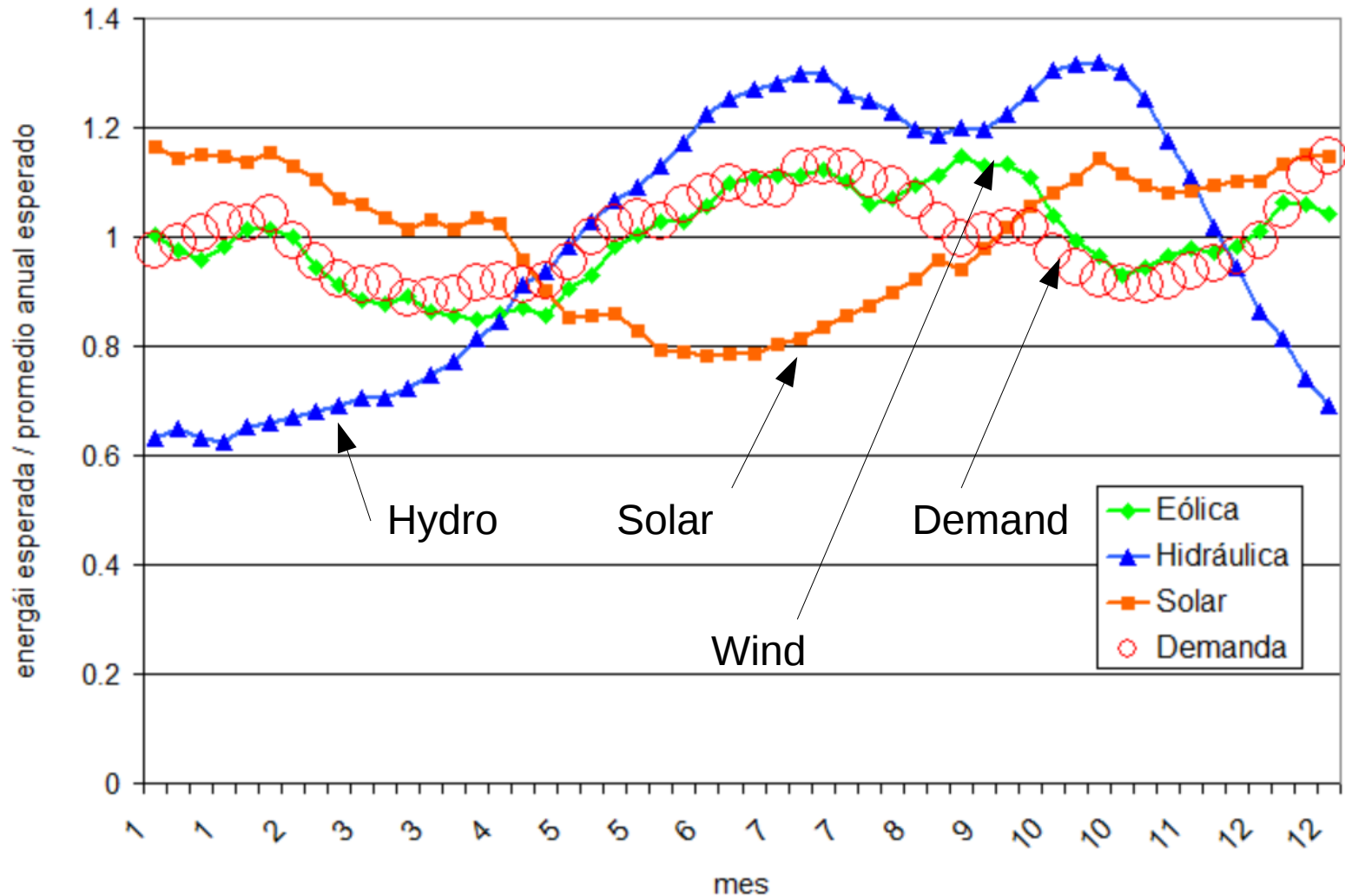
# Winter daily profile.



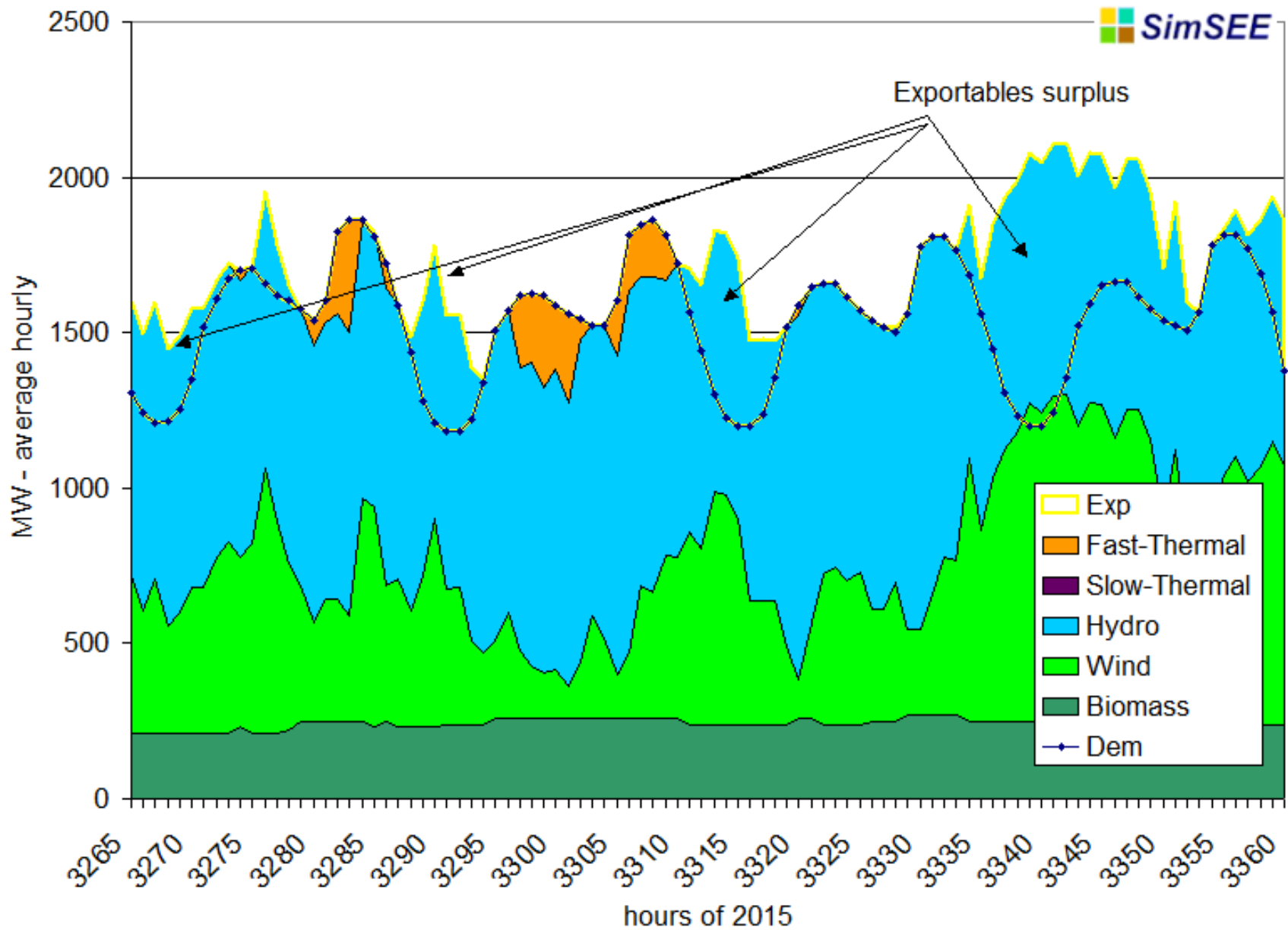
# An example of real time profile.



# Annual profiles in per unit of the expected daily generation.



Generation by source on a specific stochastic realization  
days of springer with high values of inflows to the hydroelectric plants.





# The value of a day ahead forecast Demand, Wind and Solar

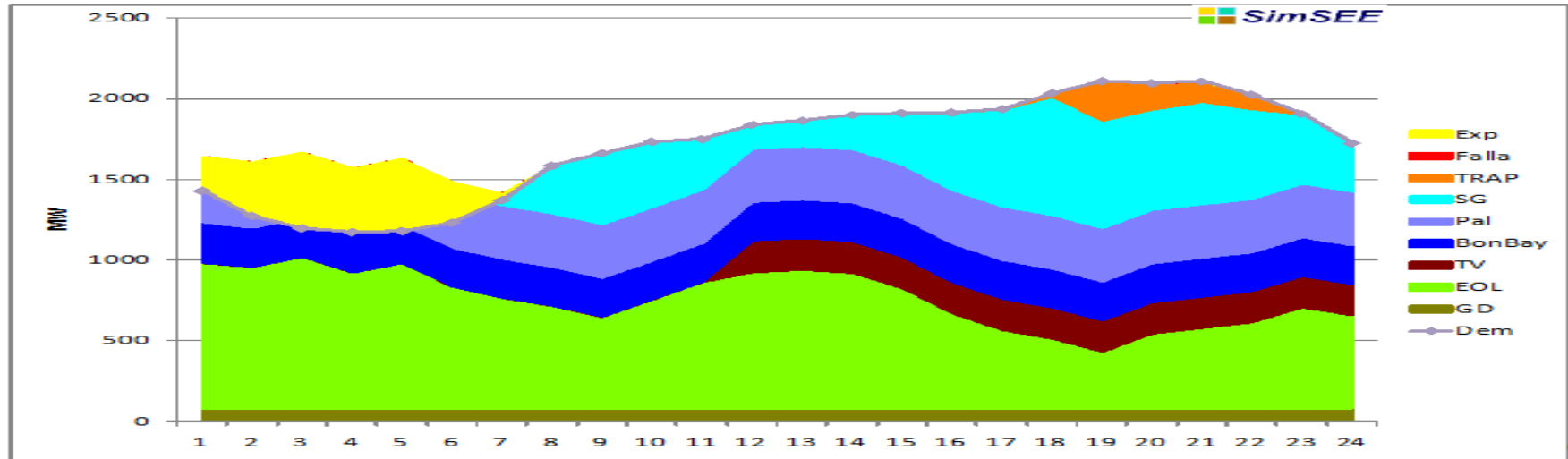


Fig. 4. MIO next-day-generation program

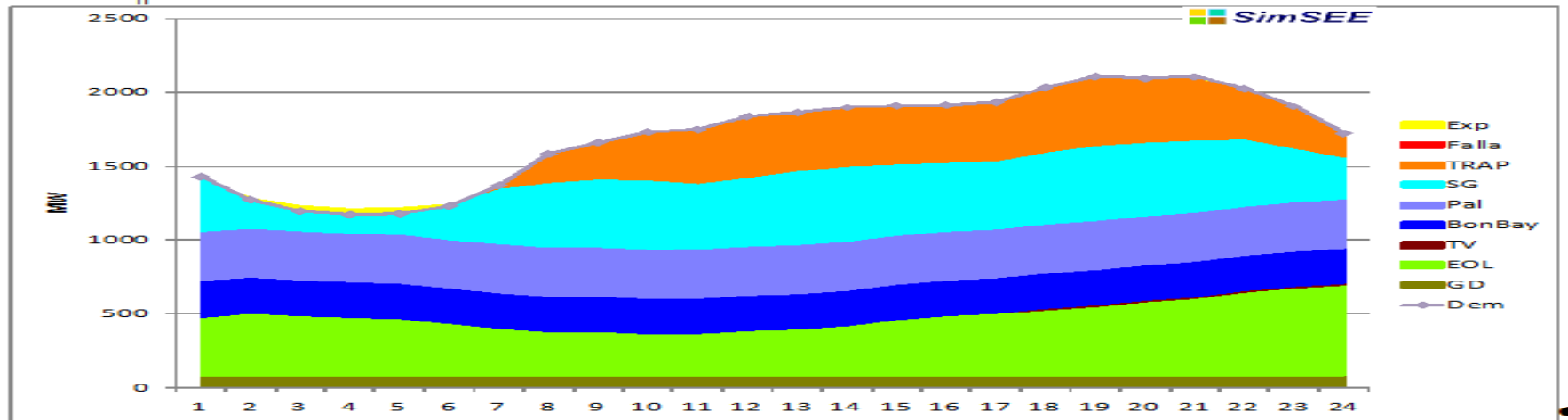


Fig. 5. LIO next-day-generation program

# Day ahead, Spot price forecast.

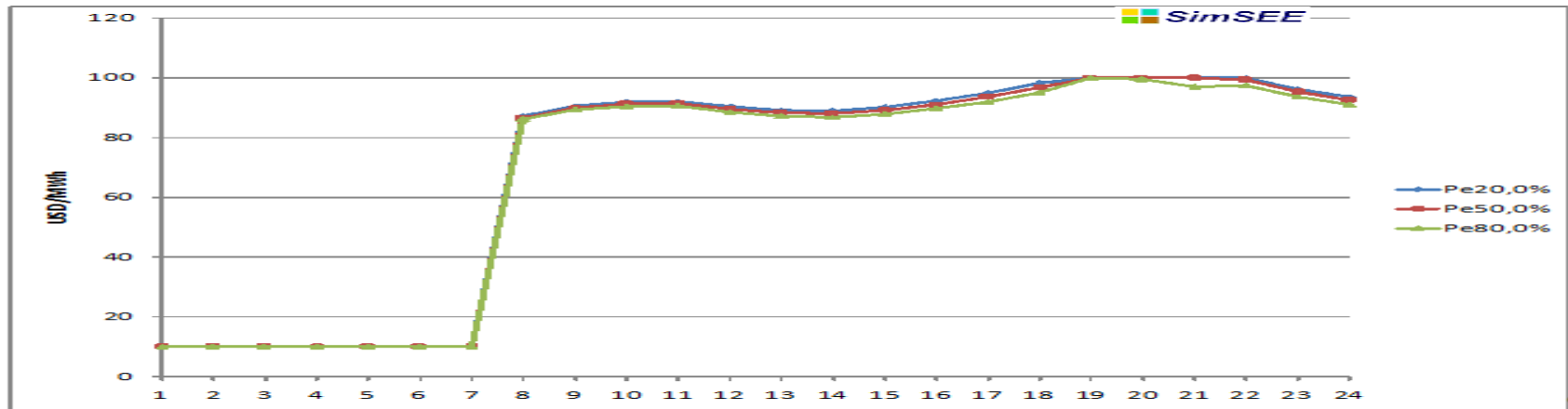


Fig.6.-MIO next-day projected marginal cost

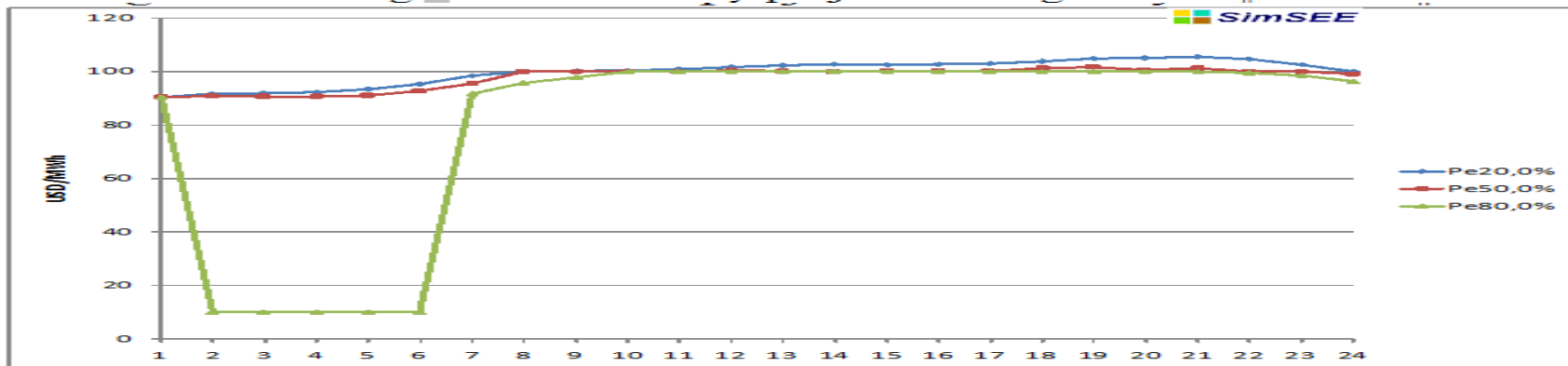


Fig.7.-LIO next-day projected marginal cost

Fin



*Kevin J. Smith*  
©2003