

Integración de generación renovable – Operación del sistema

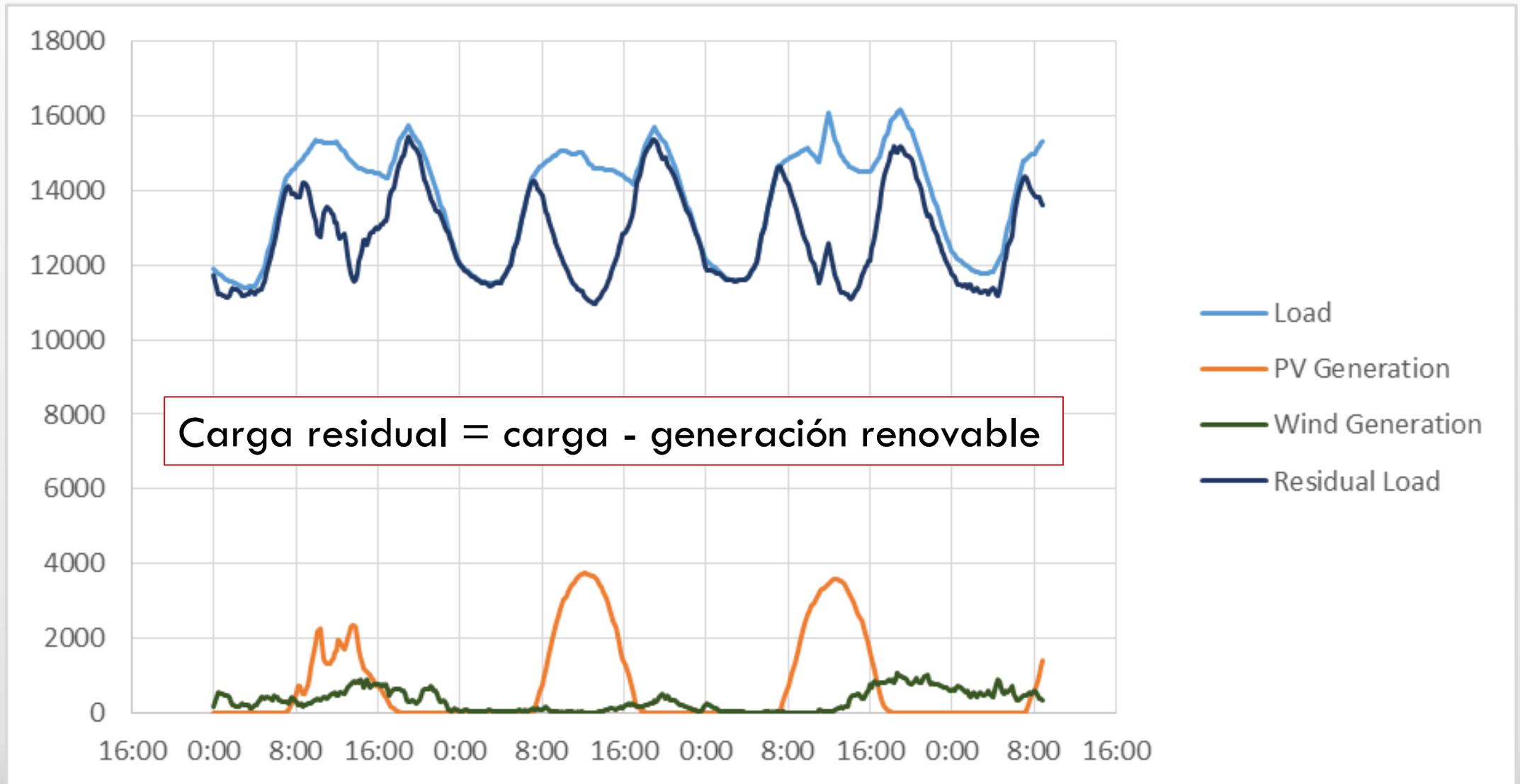


MOELLER & POELLER ENGINEERING (MPE)

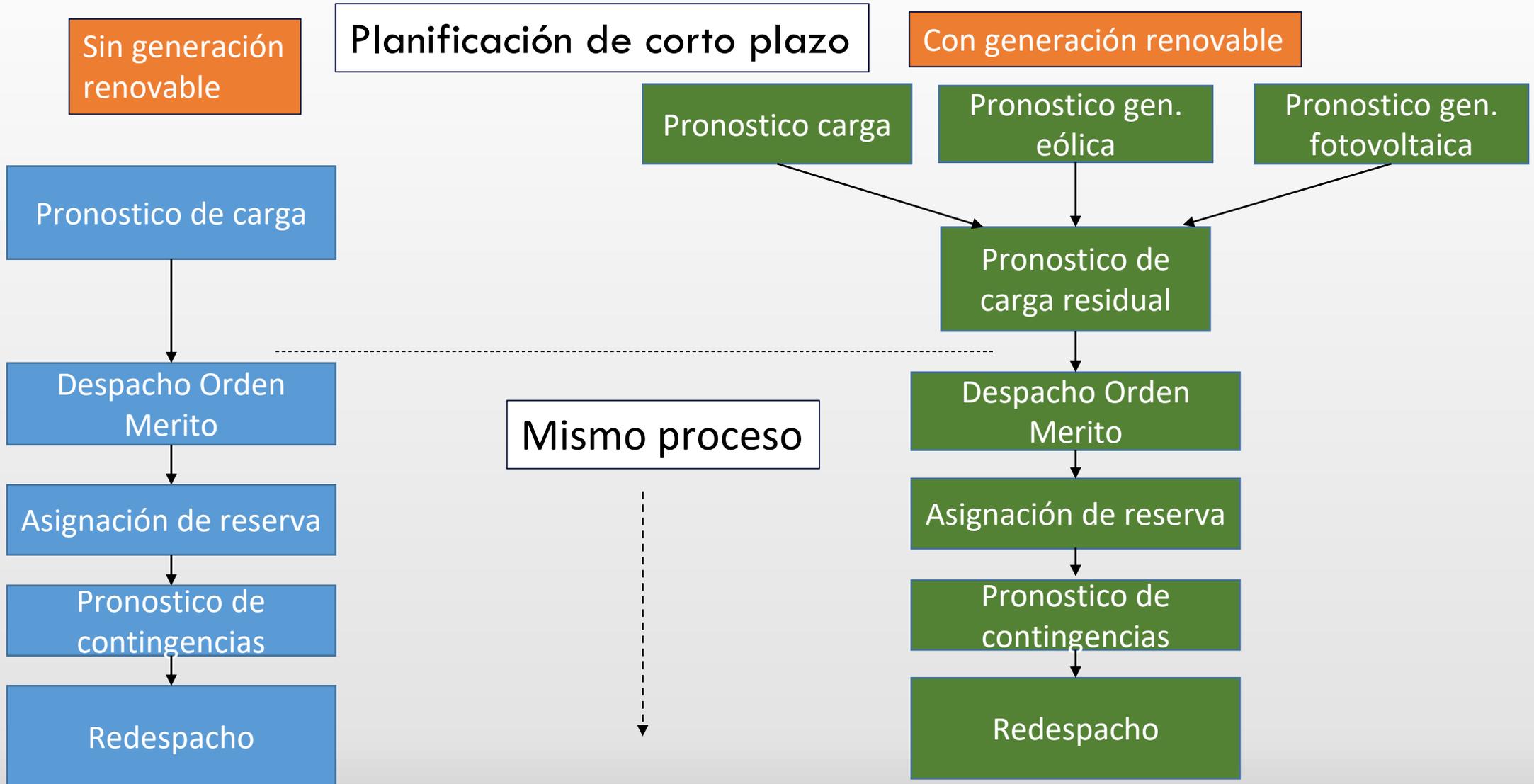
www.moellerpoeller.de/www.moellerpoeller.co.uk

Carga residual y planificación de corto plazo

Definición de carga residual



Cambios en la planificación de corto plazo



Carga residual:

- Se entiende la contribución de los vRE como “demanda negativa” o “carga negativa”
- Se pueden mantener los procesos de planificación con la diferencia, que:
 - Adicionalmente al pronóstico de la demanda se requiere un pronóstico de la demanda residual
 - Para determinar la demanda residual se requiere un pronóstico de la generación fotovoltaica y eólica.

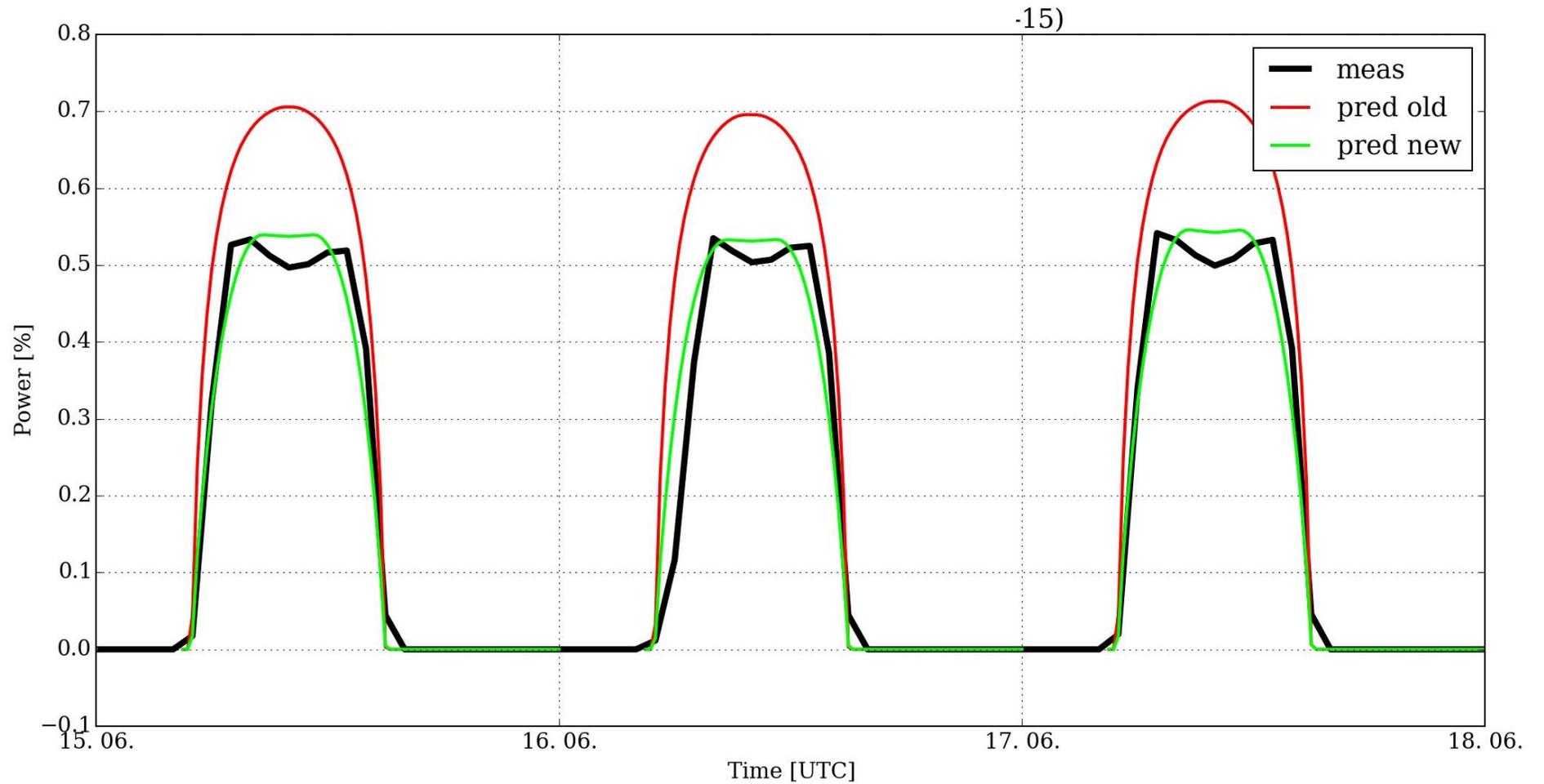
Pronostico de generación renovable

Pronostico – Áreas de aplicación

Plazo de tiempo	Operador del sistema	Operador de una planta
Corto plazo (0 – 6 horas)	<ul style="list-style-type: none">• Balance carga-generación• Redespacho de unidades• Restricción de unidades	<ul style="list-style-type: none">• Para ajustar su programación de generación
Corto plazo (6 – 48 horas)	<ul style="list-style-type: none">• Despacho de unidades• Simulaciones de carga de flujo• Pronostico de contingencias de corto plazo	<ul style="list-style-type: none">• Programación de mantenimiento de corto-plazo• Programación de generación
Medio plazo (2 – 10 días)	<ul style="list-style-type: none">• Programación de una semana en adelante• Pronostico de contingencias	<ul style="list-style-type: none">• Programación de mantenimiento de medio-plazo

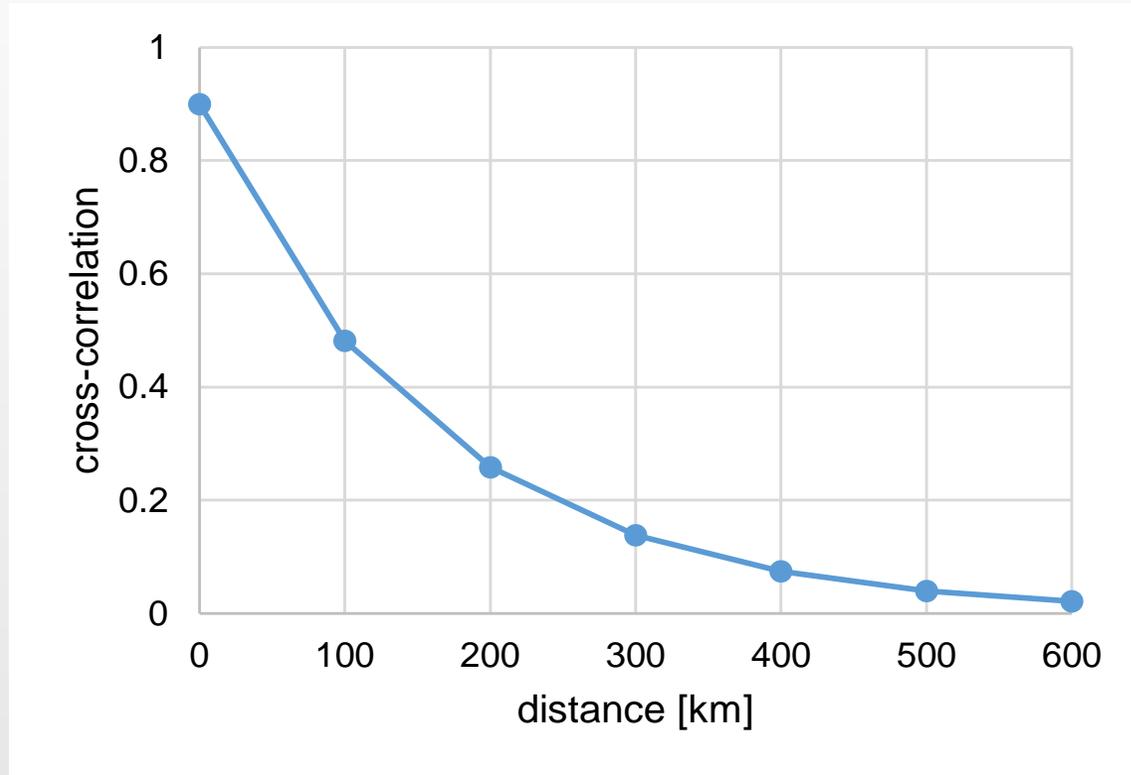
Fuente: energy y meteo systems

Error sistemático en la modelación



Fuente: energy y meteo systems

Impacto de la distribución espacial al error de pronóstico



$$nRMSE_{ensemble} = \sqrt{\frac{1}{P_{total}^2} \sum_x \sum_y RMSE_{single,x} RMSE_{single,y} r_{xy}}$$

$nRMSE_{single}$: Wind forecast error, calculated as RMSE at a single site

$nRMSE_{ensem_i}$: Wind forecast error, calculated as nRMSE of all sites

P_{total} : Total capacity of all windfarms

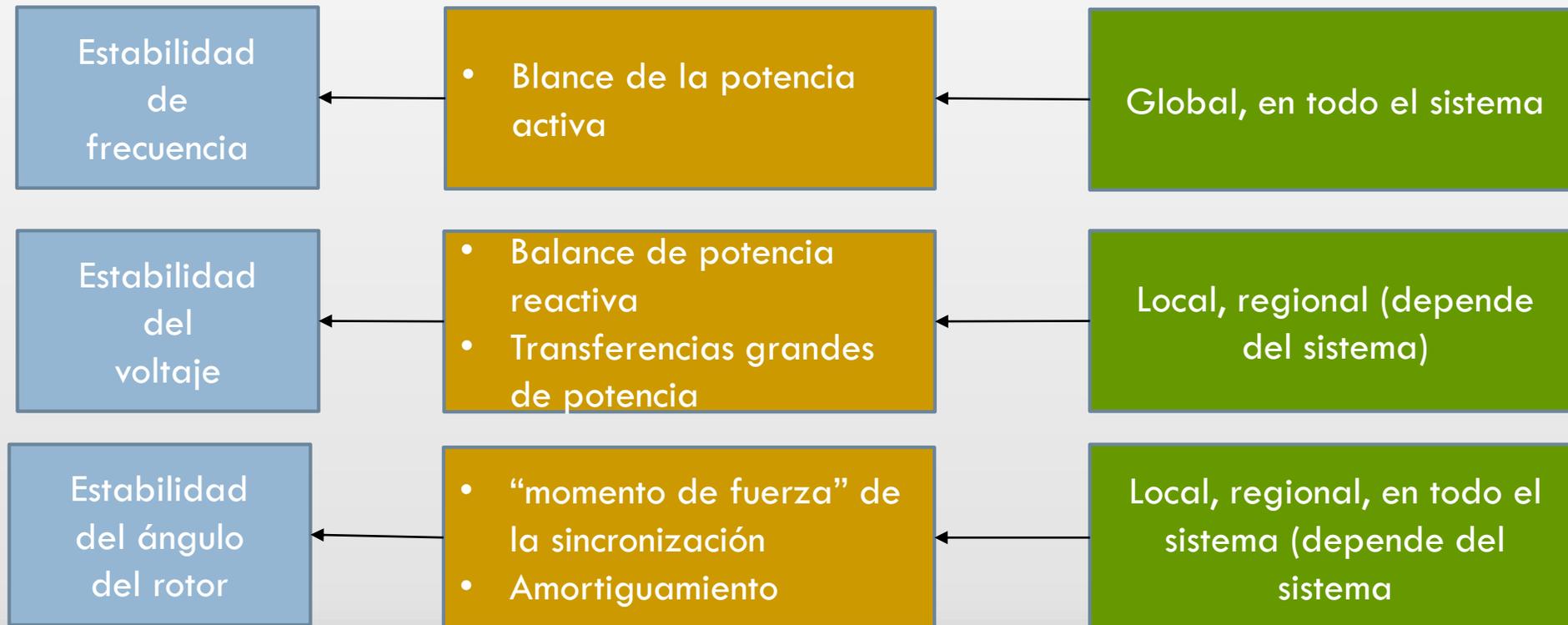
r_{xy} : Cross-correlation-factor in function of the distance between two single sites

- El proceso de planificación de corto plazo esta basado en el pronóstico de la carga residual (antes: con base en la carga)
- El error de pronóstico de la carga residual es considerablemente mas bajo que la suma de todo los errores de pronósticos individuales.

Un pronóstico preciso de la carga, de generación fotovoltaica y generación eólica, es esencial para la operación del sistema de potencia

Estabilidad del sistema

Un Sistema es estable si es capaz regresar después de un disturbio a un punto de operación valido.



Un sistema de potencia con una penetración muy alta de generación renovable es tan fiable como un sistema sin generación renovable, cuando es

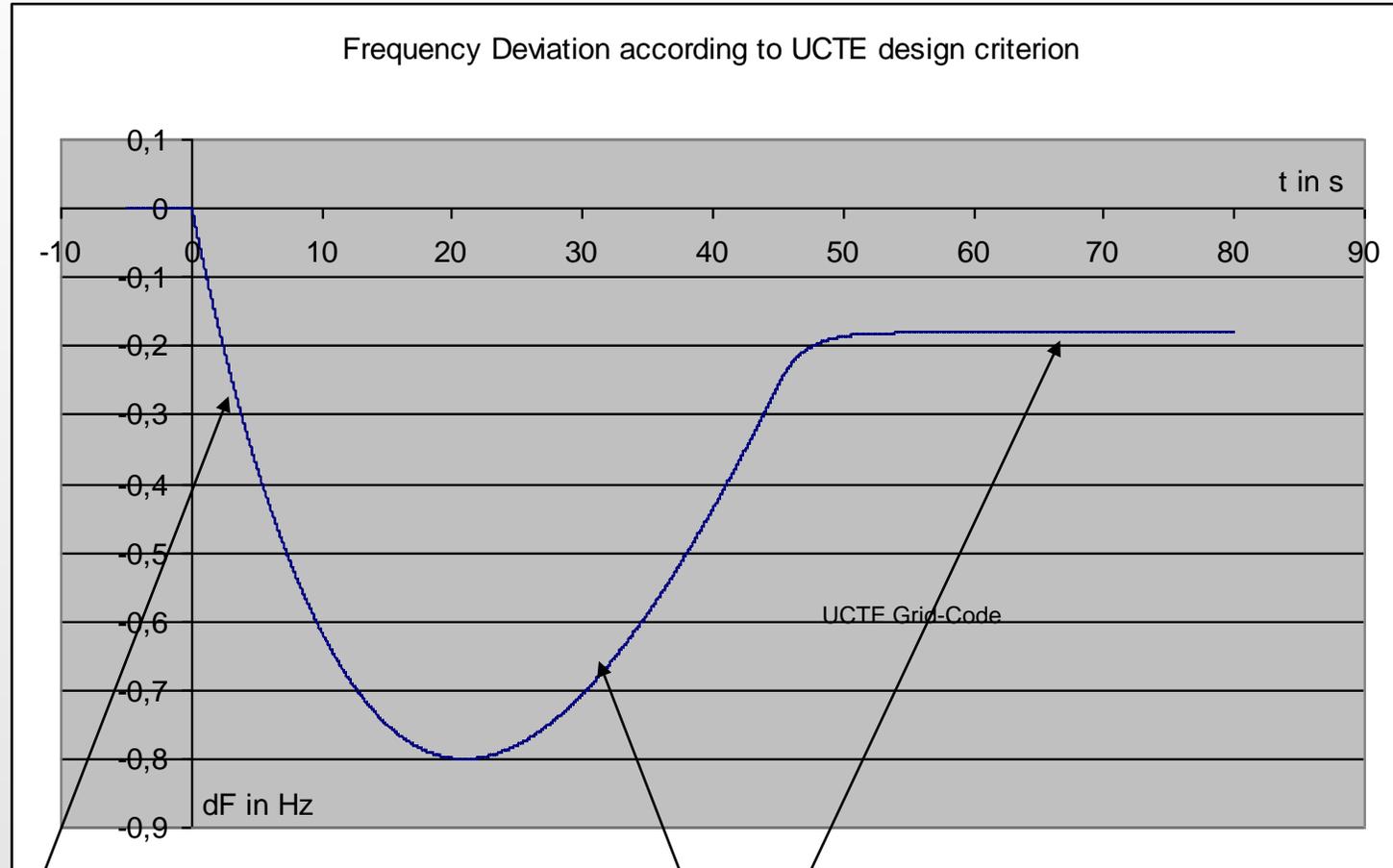
- **Flexible**
- **Estable**

En un sistema con una penetración intermedia de vRE se puede asegurar la flexibilidad y estabilidad con recursos existentes.

En un sistema con una penetración intermedia de vRE puede ser necesario instalar componentes adicionales para mantener el sistema flexible y/o estable.

Impacto de le generación renovable a la reserva operativa

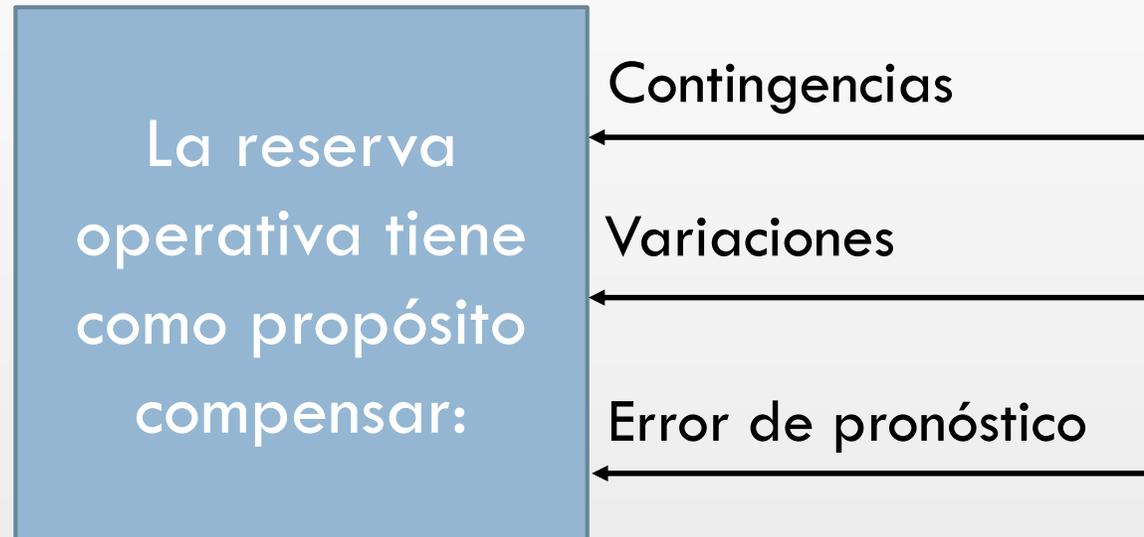
Estabilidad de la frecuencia



Inercia del sistema

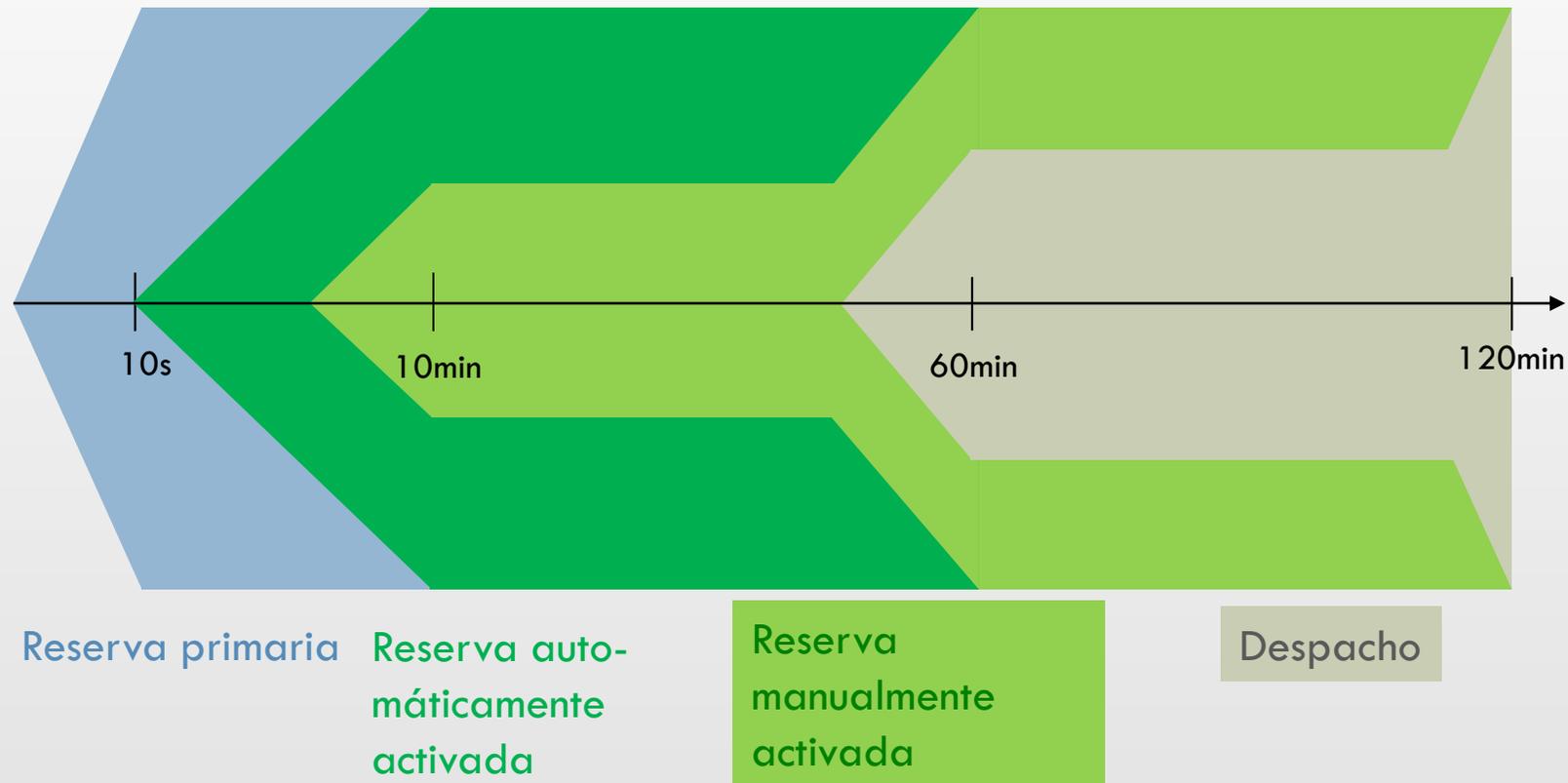
Respuesta del regulador de
velocidad

Propósito de la reserva operativa

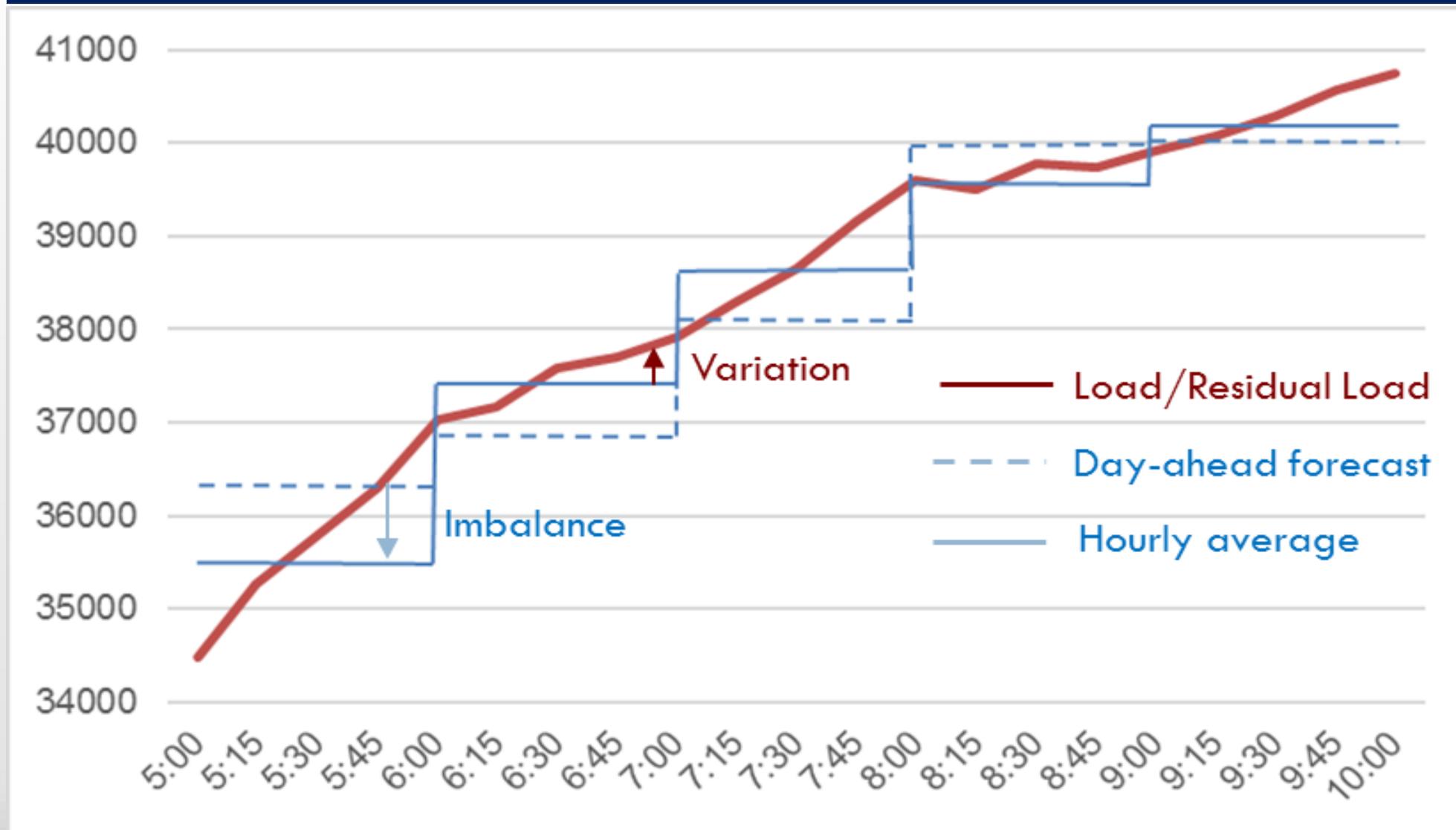


Las variaciones y la previsibilidad limitada (error de pronóstico) son conceptos muy comunes en la operación de sistemas de potencia, porque la demanda es variable y el pronóstico de la demanda tiene una precisión limitada. Las mismas características tiene la generación renovable también.

Concepto ejemplo de una reserva operativa



Variaciones y error de pronóstico



Operating reserve tool

Operating Reserve Tool

Operating Reserve Calculation Tool [Demo]

Project | **Tools** | **Study** | **Tasks** | **Plot** | **Program**

Item	Status
Data[demo]	
Load	
PV generation	
Wind generation	
Load forecast error	
PV generation forecast error	
Wind generation forecast error	
Generator reliability	
Studies[demo]	
demo	done

Item
Resumes
Reserve requirements
Residual load assessment
Forecast error assessment
Primary reserve requirement
Automatic reserve requirement
Variability
Manual reserve requirement
Contingencies
Variability
Probabilistic combination

Residual load | Load | PV | Wind | Time series | **Duration curve** | Box plot

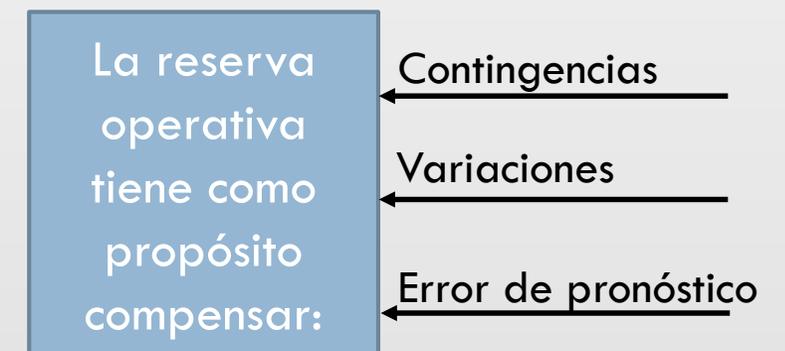
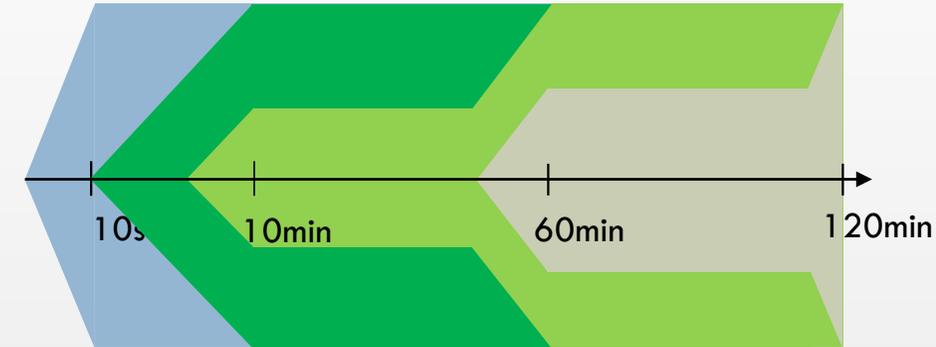
Probabilistic combination Duration curve of demo

The plot displays three data series over 8000 hours per year. The y-axis represents 'Generation contingencies and variability [MW]' ranging from -4000 to 6000. The x-axis represents 'Hours per year [h]' from 0 to 8000. The 'Probabilistic combination [MW]' (black line) starts at approximately 3500 MW at 0 hours and decreases to near 0 MW by 8000 hours. The 'Variability [MW]' (orange line) follows a similar trend but stays slightly above the probabilistic combination. The 'Generation contingencies [MW]' (grey line) starts at approximately 2500 MW and drops to near 0 MW by 1000 hours, remaining flat thereafter. A vertical dashed green line is positioned at approximately 100 hours.

```
15:46:35 [Info] demo is running
15:46:40 [Info] [demo] Finished residual load calculation
15:46:41 [Info] [demo] Finished forecast error calculation
15:46:43 [Info] [demo] Finished variability calculation for automatic reserve
15:47:16 [Info] [demo] Finished probabilistic outage calculation for manual reserve
15:47:18 [Info] [demo] Finished variability calculation for manual reserve
15:47:49 [Info] [demo] Finished probabilistic combination of outages and variability for manual reserve
15:47:53 [Info] demo is done
```

- La herramienta permite:
 - Calcular Requisitos de Reserva primaria
 - Calcular Requisitos de Reserva secundaria
 - Calcular Requisitos de Reserva terciaria
 - Analizar carga, carga residual y generación renovable
 - Analizar los errores de pronostico

- La herramienta considera los siguiente insumos:
 - Fallas de generación convencional
 - Carga y generación fotovoltaica y eólica
 - Errores de pronóstico de carga y generación renovable
 - Variabilidad de la carga y generación renovable.



Parametros de un estudio

Run current

General parameters

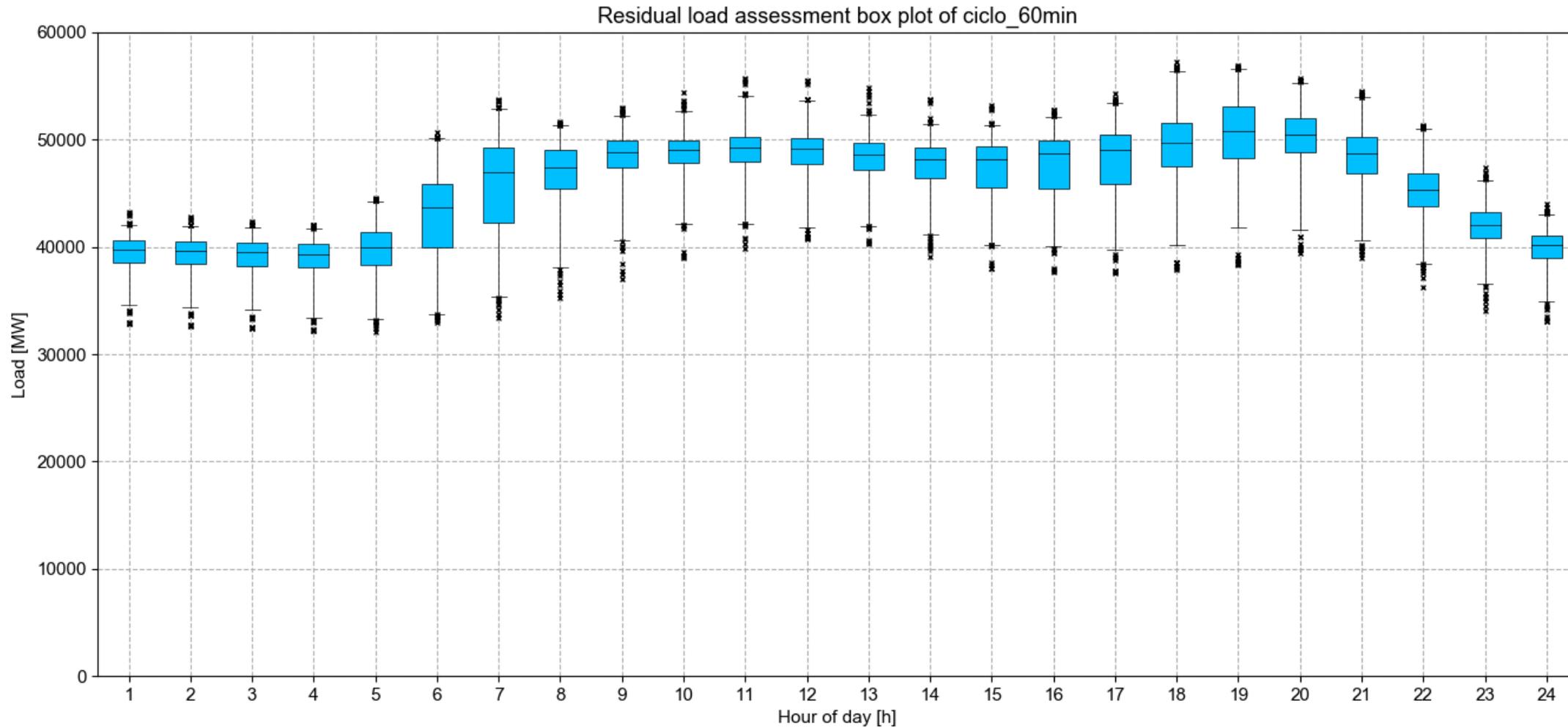
Name of study: test Dispatch cycle in min. 60 Year 2000

Reserve requirement calculation parameters

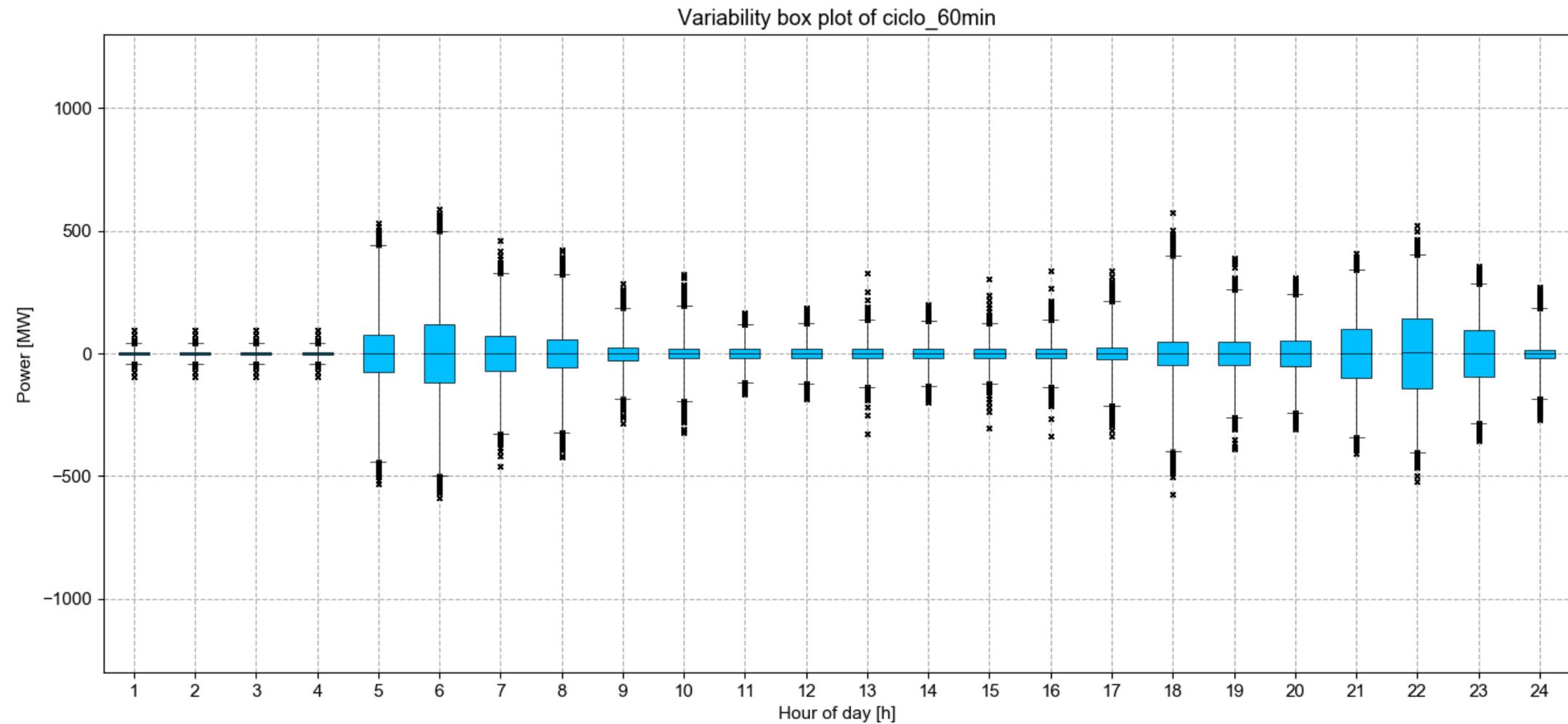
	Primary reserve	Automatically activated reserve	Manually activated reserve
Activation time in min.	0.2	2.0	10.0
Consider residual load variability	no	yes	yes
Forecast error in %	0.0	0.0	0.0
Generation contingencies	deterministic	deterministic	deterministic
Maximum outage in MW	800	0	2166
Combination	deterministic	deterministic	deterministic
Confidence level in %	100.0	99.0	99.0
Replacement			complement

Save as default Reset to default Cancel Ok Run

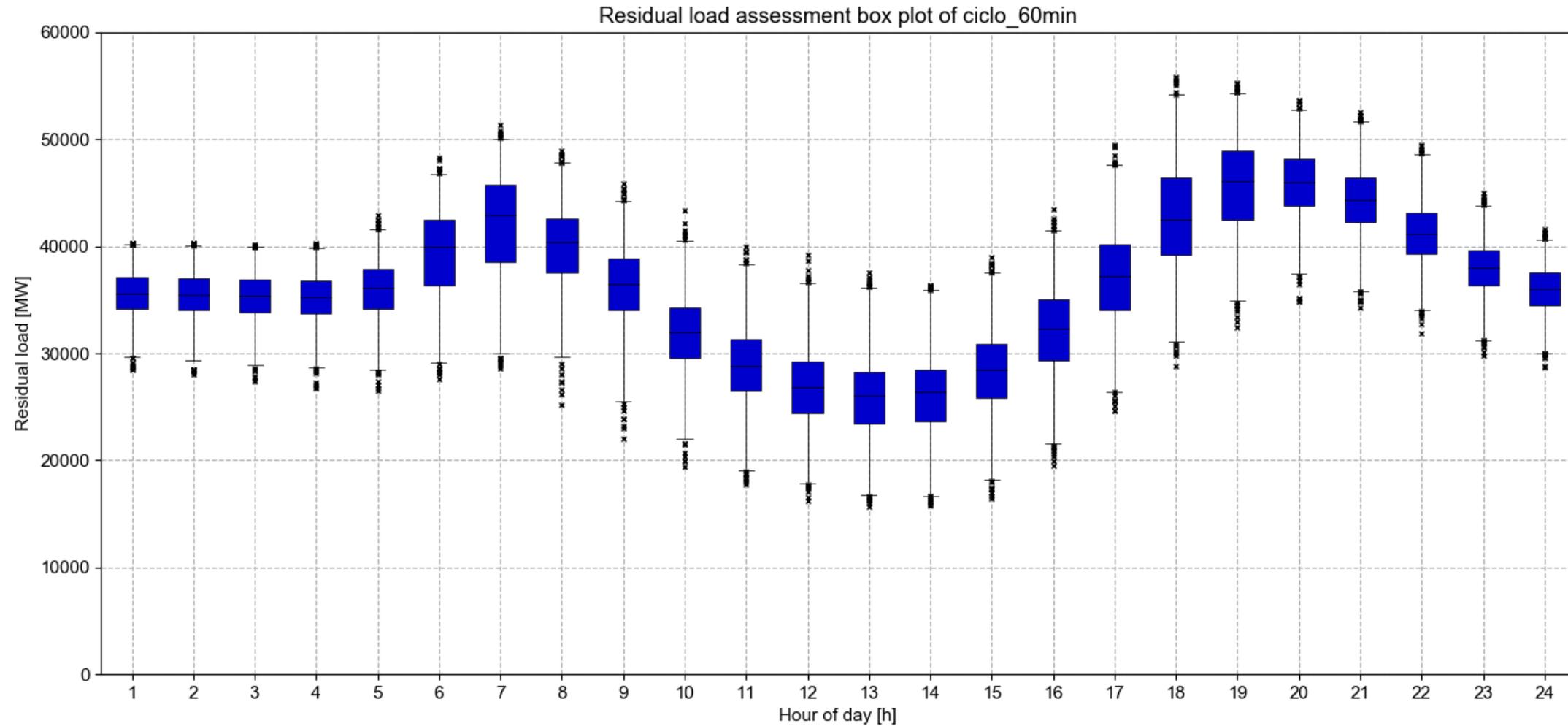
Carga sin generación renovable



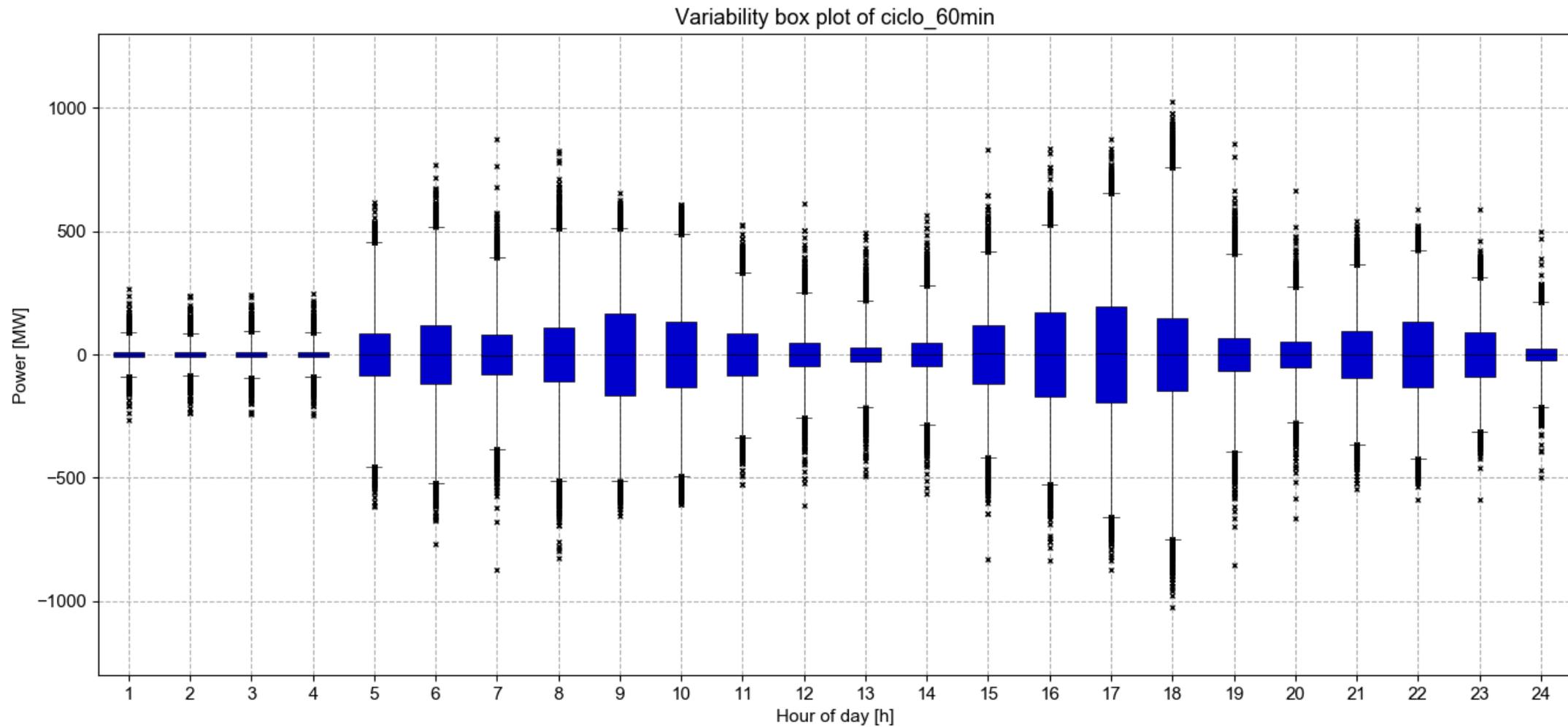
Variaciones de la carga sin generación renovable



Carga residual con generación renovable



Variaciones de la carga residual con generación renovable



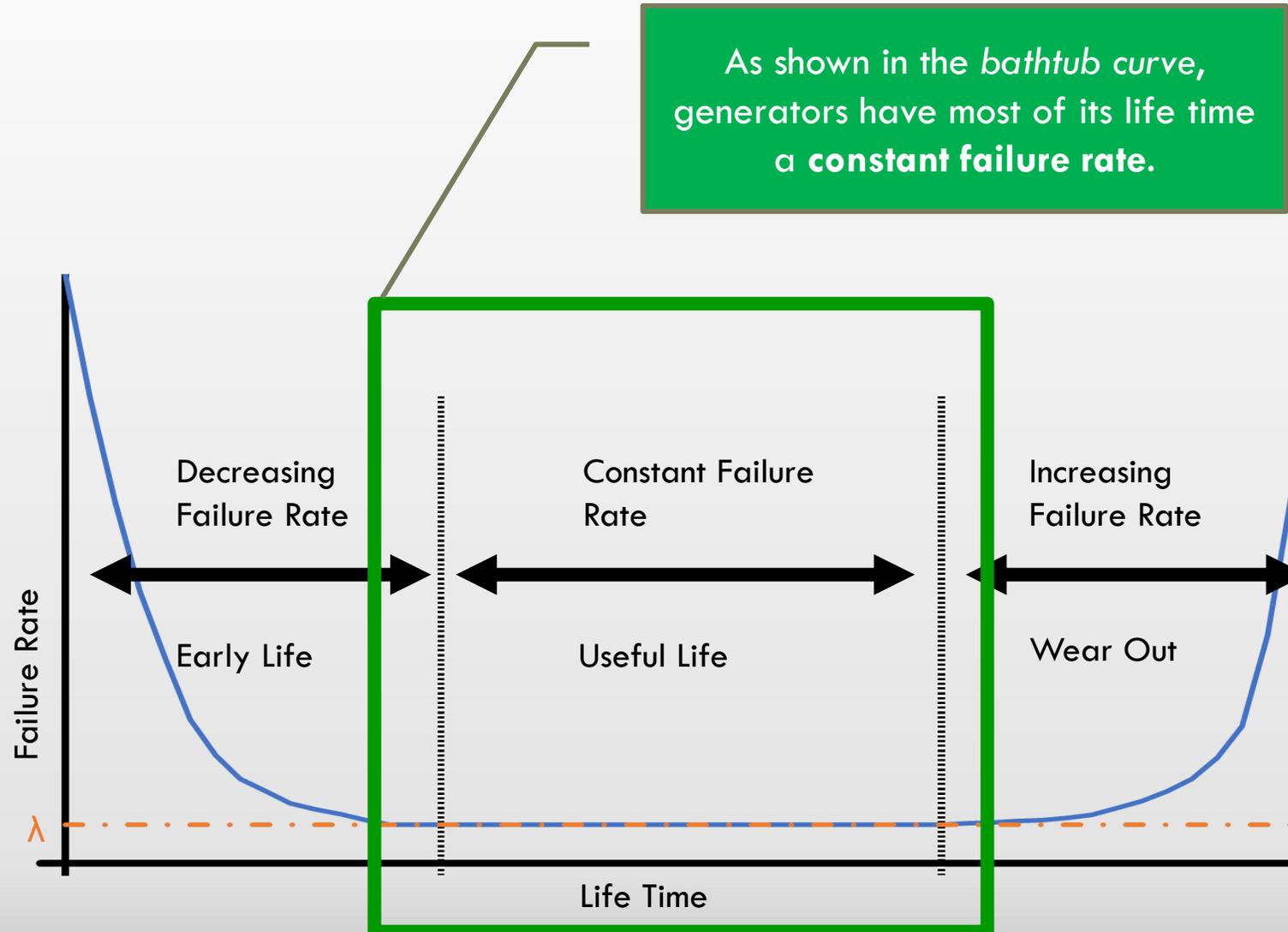
Fallas probabilísticas de generación

- Método alternativo a requisitos determinístico como:
 - Generador mas grande sincronizado o
 - 3% de la carga del sistema

- El método probabilista permite definir el requisito de reserve en función de un nivel de confiabilidad.

- El método requiere insumos adicionales:
 - Meant Time to Failure
 - In Service Hours

Meant Time to Failure



- La inversa de λ es el Mean Time To Failure (MTTF) (e hours).
- Un MTTF tipo es entre 1.000 a 2000 horas.

Simulación de Monte Carlo

- Se aplica una Simulación de Monte-Carlo para determinar la probabilidad de contingencias simples o múltiples.
- En función con el nivel de confiabilidad requerido se tiene que aumentar la cantidad de simulaciones.

Confidence level in %	Confidence level in h per year	# random numbers
99%	~90 hours per year	~10.000
99.9%	~9 hours per year	~100.000
99.999%	~1 hour in 10 years	~10.000.000

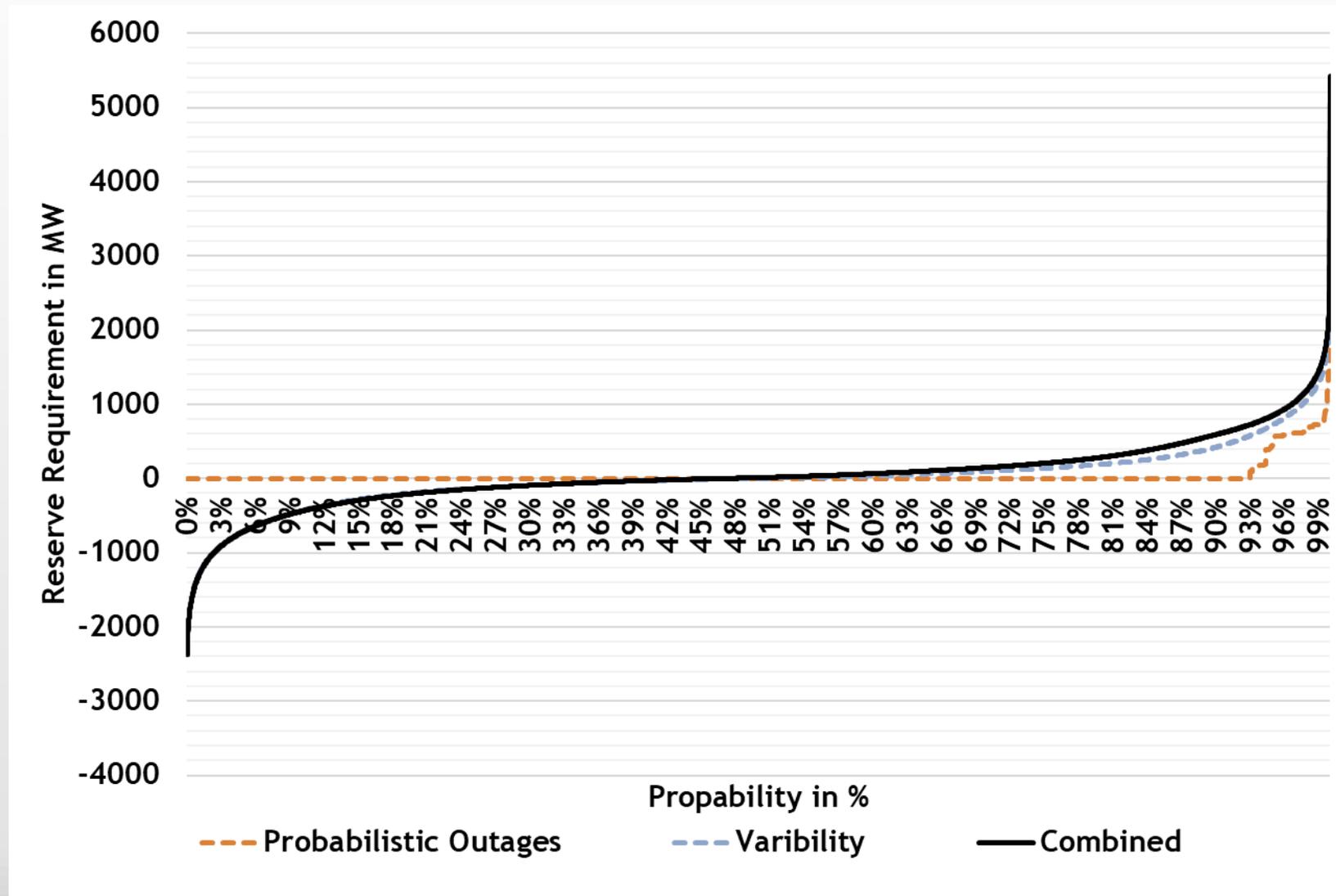
- La herramienta ORT ejecuta 10.000.000 tiros para permitir evaluar algos niveles de confiabilidad.

Resultado de una simulación Monte-Carlo

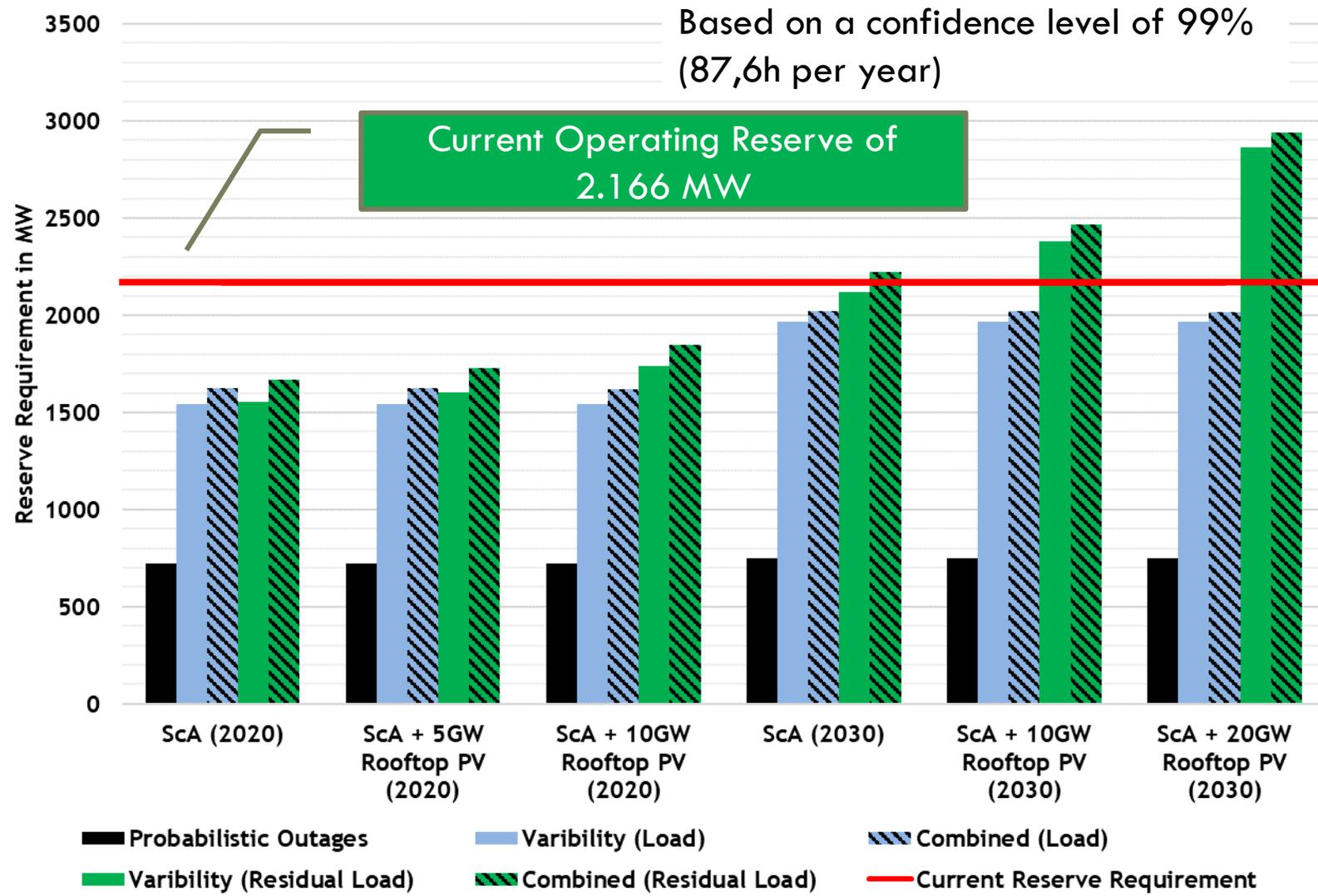


Combinación de las falla probabilística con la variabilidad

Requisito combinado



Ejemplo



Sesión opcional - Preparación



- Conectarse con internet (p.ej. Red inalámbrico „Westin“)
- Baja el programa de: <https://bit.ly/2YszUZ3>
- Desempacar el archivo en su escritorio
- Seguir las instrucción de instalación

Muchas gracias

Marko Obert

marko.obert@moellerpoeller.de

Moeller & Poeller Engineering GmbH (M.P.E.)

<http://www.moellerpoeller.de>
