

SE

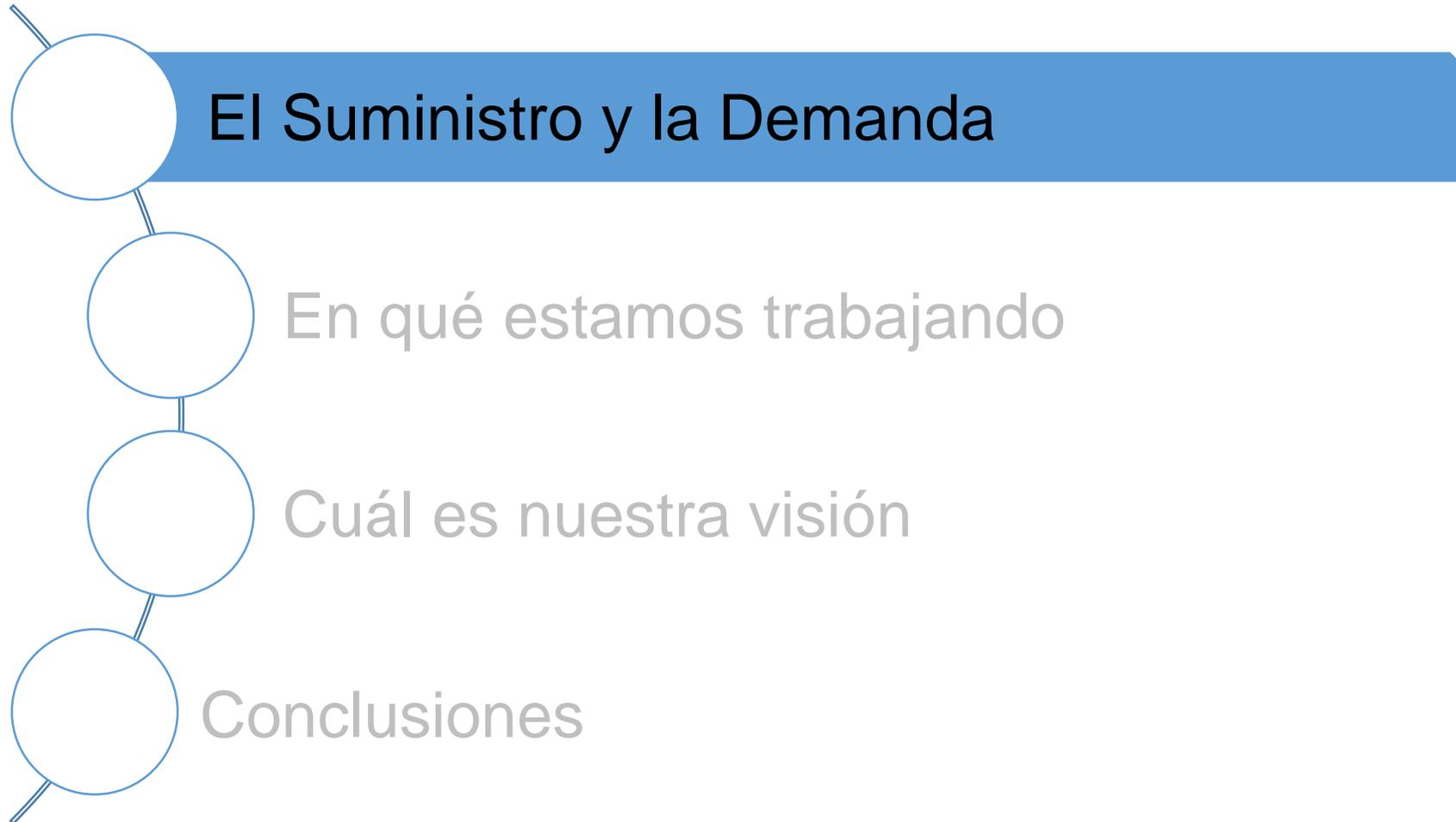
SECRETARÍA DE ECONOMÍA



Energías Renovables: el balance en tiempo real entre suministro y demanda de electricidad

Dr. René Carranza López Padilla
Director General Área de Metrología Eléctrica
CENAM





2017: Consumo (GWh) y Demanda (MWh/h)

TABLA 3.1.1. CONSUMO BRUTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR REGIÓN DE CONTROL

(Gigawatt-hora)

Región de Control	Consumo 2016 ^{1/}	Consumo 2017 ^{2/}	TCA (%) ^{3/}
Central	59,103	60,685	2.7
Oriental	47,642	48,583	2.0
Occidental	63,407	66,696	5.2
Noroeste	23,389	24,293	3.9
Norte	24,696	25,949	5.1
Noreste	52,297	54,423	4.1
Peninsular	12,129	12,498	3.0
SIN	282,662	293,127	3.7
Baja California	13,438	13,825	2.9
Baja California Sur ^{4/}	2,541	2,622	3.2
Mulegé	151	152	0.8
SEN	298,792	309,727	3.7

^{1/} Datos revisados. ^{2/} Información preliminar. ^{3/} TCA: Tasa de Crecimiento Anual.
^{4/} Sistema La Paz. Los totales pueden no coincidir por redondeo. Fuente: Elaborado por la SENER con información del CENACE.

TABLA 3.1.2. DEMANDA MÁXIMA INTEGRADA POR REGIÓN DE CONTROL

(Megawatt-hora/hora)

Región de Control	Demanda Máxima 2016 ^{1/}	Demanda Máxima 2017 ^{2/}	TCA (%) ^{3/}
Central	8,567	8,705	1.6%
Oriental	7,128	7,299	2.4%
Occidental	9,351	9,842	5.3%
Noroeste	4,350	4,582	5.3%
Norte	4,258	4,608	8.2%
Noreste	8,710	8,846	1.6%
Peninsular	1,893	1,955	3.3%
SIN	40,893	43,319	5.9%
Baja California	2,621	2,699	3.0%
Baja California Sur ^{4/}	442	484	9.5%
Mulegé	28	29	3.6%

^{1/} Datos revisados. ^{2/} Información preliminar. ^{3/} TCA: Tasa de Crecimiento Anual.
^{4/} Sistema La Paz. Los totales pueden no coincidir por redondeo. Fuente: Elaborado por la SENER con información del CENACE.

2017: Consumo (GWh) y Demanda (MWh/h)



REGIÓN DE CONTROL	CONSUMO BRUTO (GWh)	DEMANDA MÁXIMA (MWh/h)
Central	60.69	8.71
Oriental	48.58	7.3
Occidental	66.69	9.84
Noroeste	24.29	4.58
Norte	25.95	4.61
Noreste	54.42	1.96
Peninsular	12.5	8.85
Sistema Interconectado Nacional	293.127	43.32
Baja California	13.83	2.7
Baja California Sur	2.62	0.48
Mulegé	0.15	.029

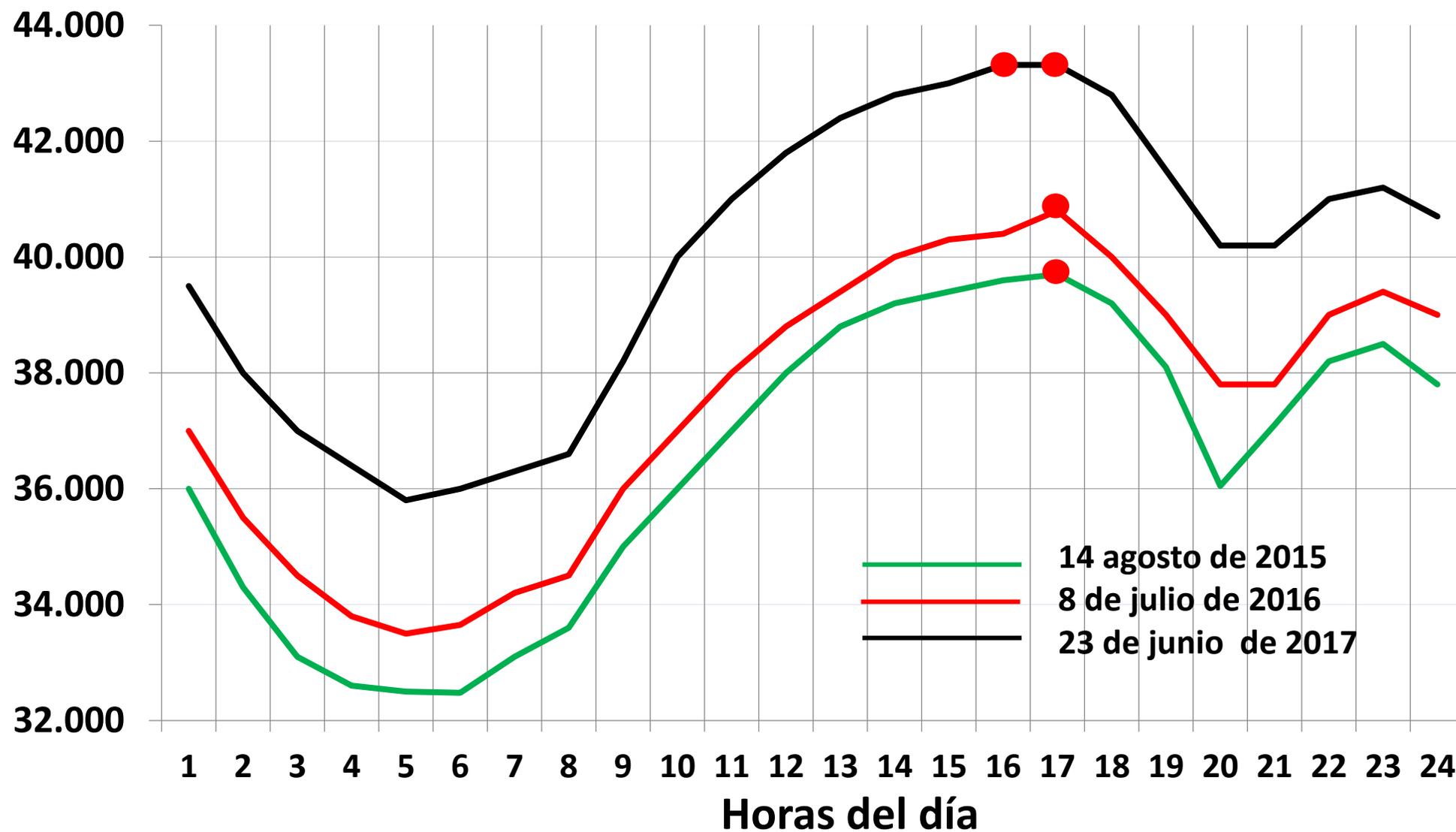
Miles de millones de Wh

Millones de Wh/h

Sobre la Demanda Máxima (MWh/h): 2015, 2016 y 2017



**Demanda:
energía/hora
(MWh/h)**

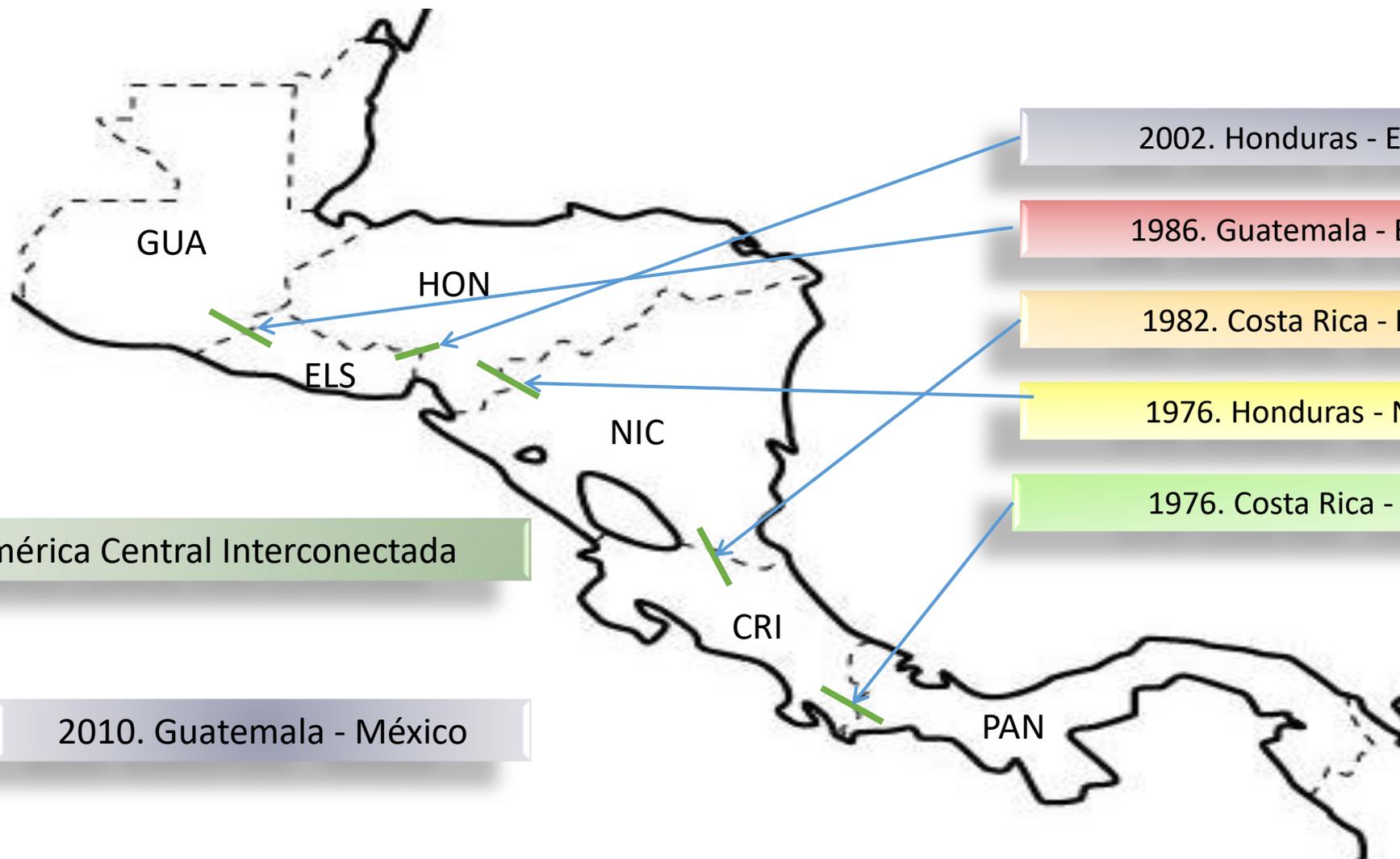


El Suministro: interconexión con Estados Unidos



Fuente: Elaborado por la SENER con datos del CENACE.

El Suministro: interconexión con Centro América



2002. Honduras - El Salvador

1986. Guatemala - El Salvador

1982. Costa Rica - Nicaragua

1976. Honduras - Nicaragua

1976. Costa Rica - Panamá

2002. América Central Interconectada

2010. Guatemala - México



El ingreso regulado se expresará por medio de una anualidad constante consistente con la vida útil de los principales activos del proyecto objeto de la asociación o contrato



Sean parte del Programas de desarrollo de Sector Energético.



Se acredite que fueron adjudicados por medio de procesos competitivos.

Primer Proyecto en Este Esquema

6 líneas de transmisión:

- 5 en corriente alterna (CA) con 294.6 km-línea y 438.1 km-circuito.
- 1 línea en corriente directa (CD) con 610 km-línea y 1221.2 km-circuito.
 - con tensión de ± 500 kV
 - capacidad de transmisión de 3,000 MW

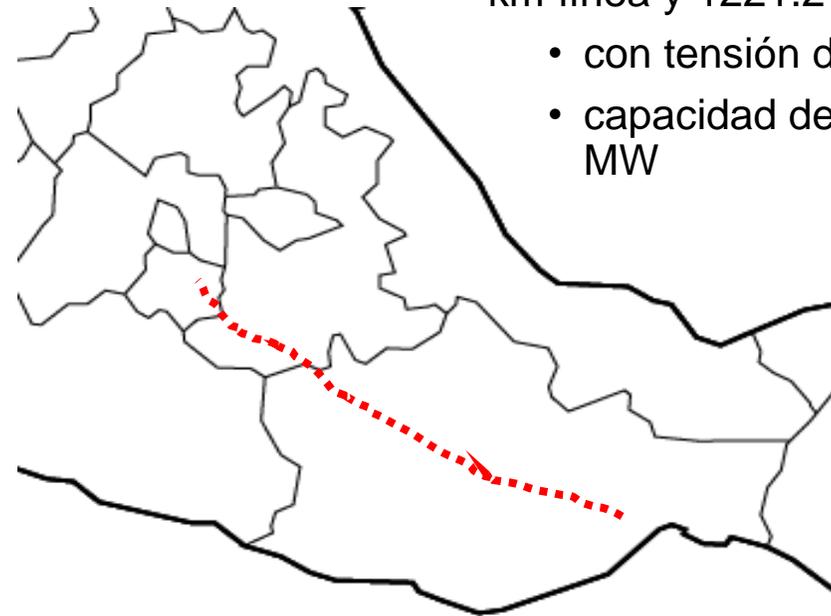


GRÁFICO 5.3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN EN CORRIENTE DIRECTA YAUTEPEC POTENCIA - IXTEPEC POTENCIA

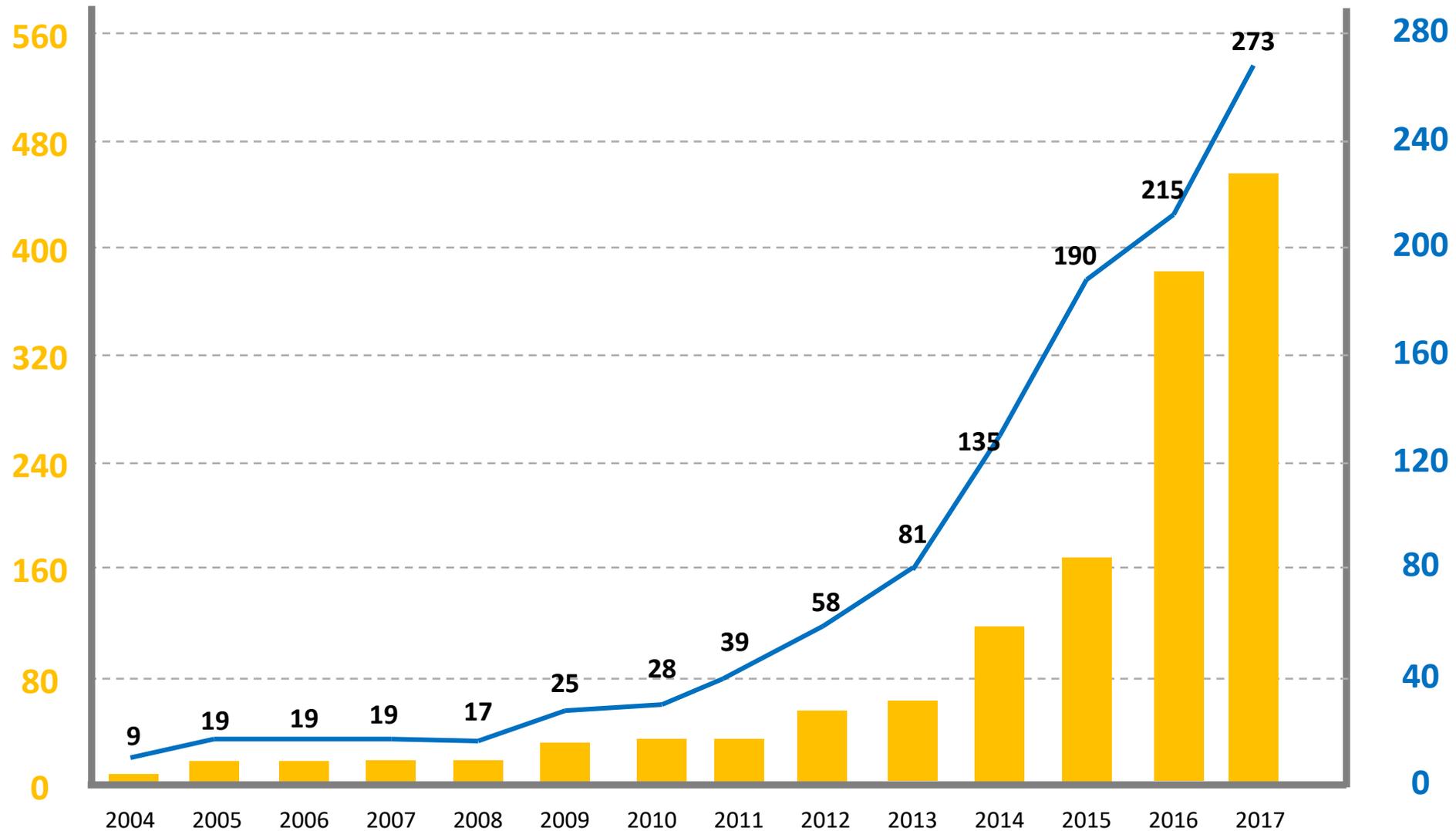


Fuente: CFE

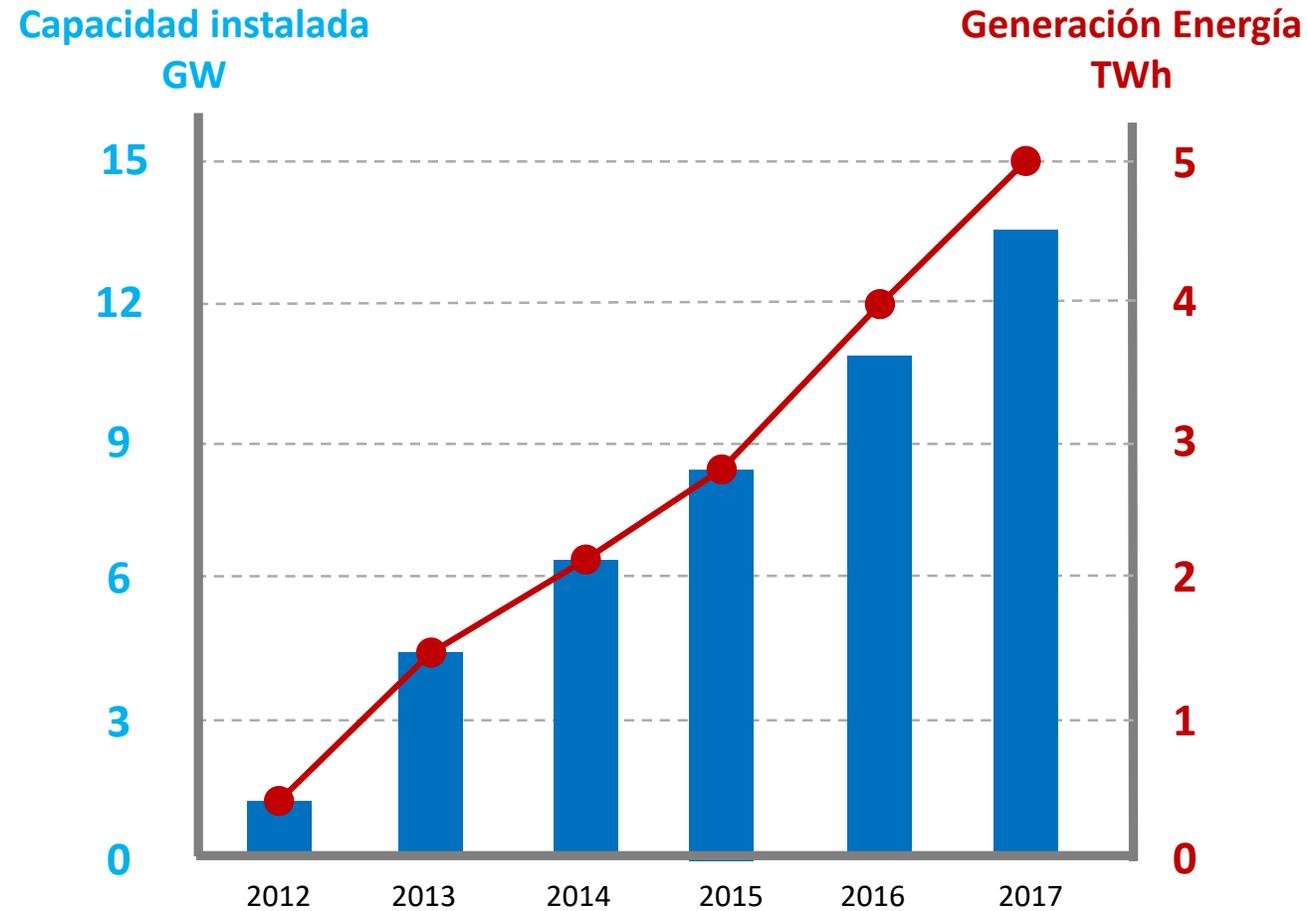
Evolución de la Energía Fotovoltaica en México

Capacidad instalada
MW

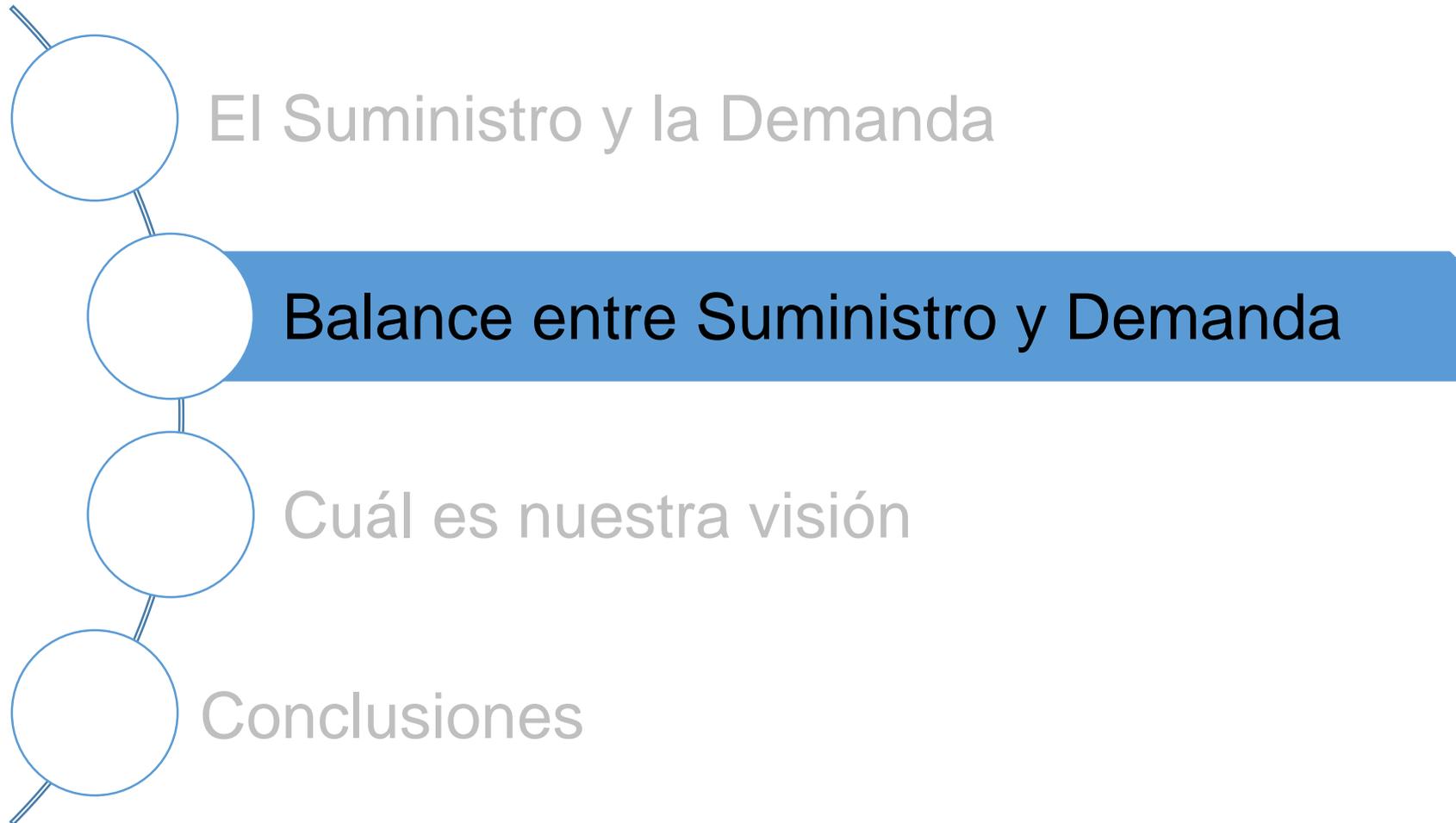
Generación Energía
GWh



Evolución de la Energía Eólica en México

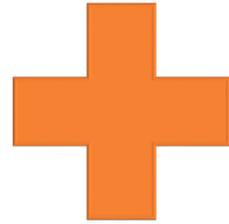


Fuente: SENER



Balance entre Suministro y Demanda

Fuentes de Energía



Demanda



¿Balance?



Generación Eólica

Cargas no lineales



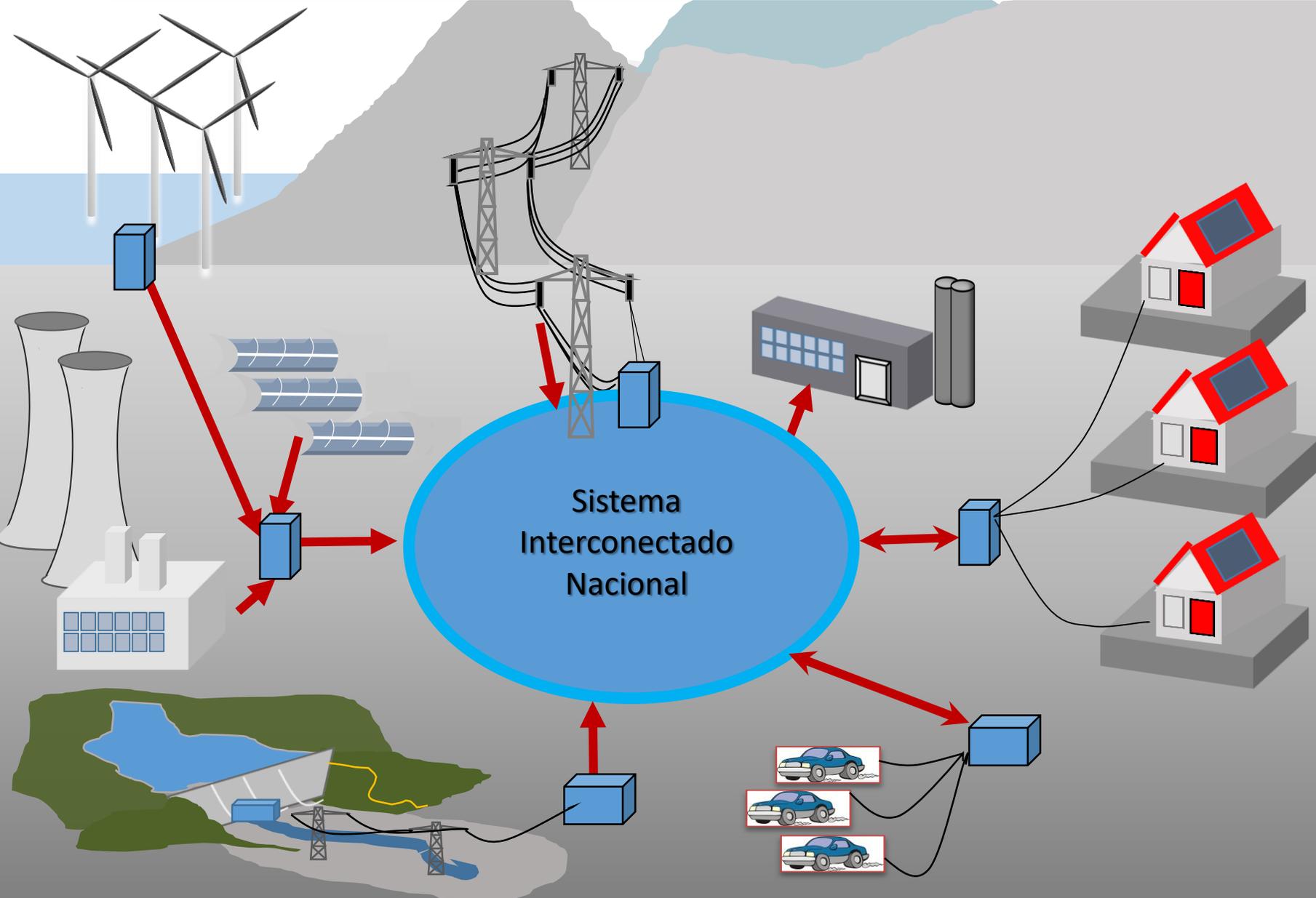
Generación solar

Cargas variantes



- Interoperabilidad de normas de tecnología
- Métodos de medición en tiempo real

Balance entre Suministro y Demanda



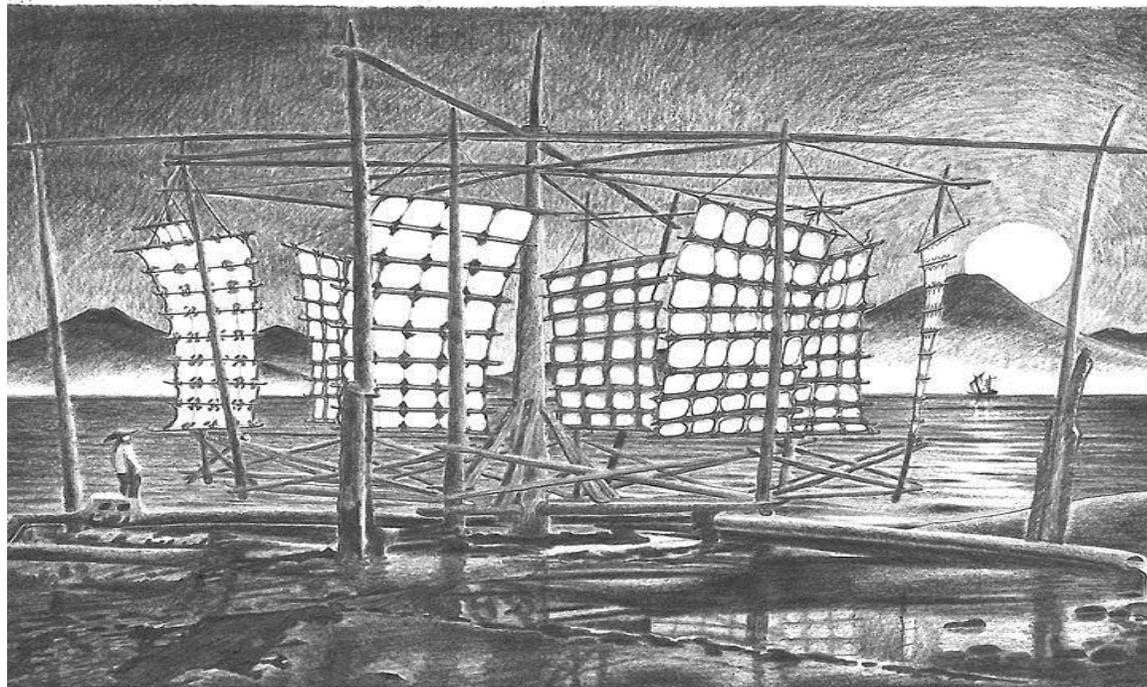
Necesidades:

- Medición de flujo de potencia bidireccional
- Generación remota y local
- Monitoreo de Redes de Área Amplia (WANs)
- Protección y control
- Energías limpias (viento, solares, geotérmicas, marinas)
- Medidores inteligentes

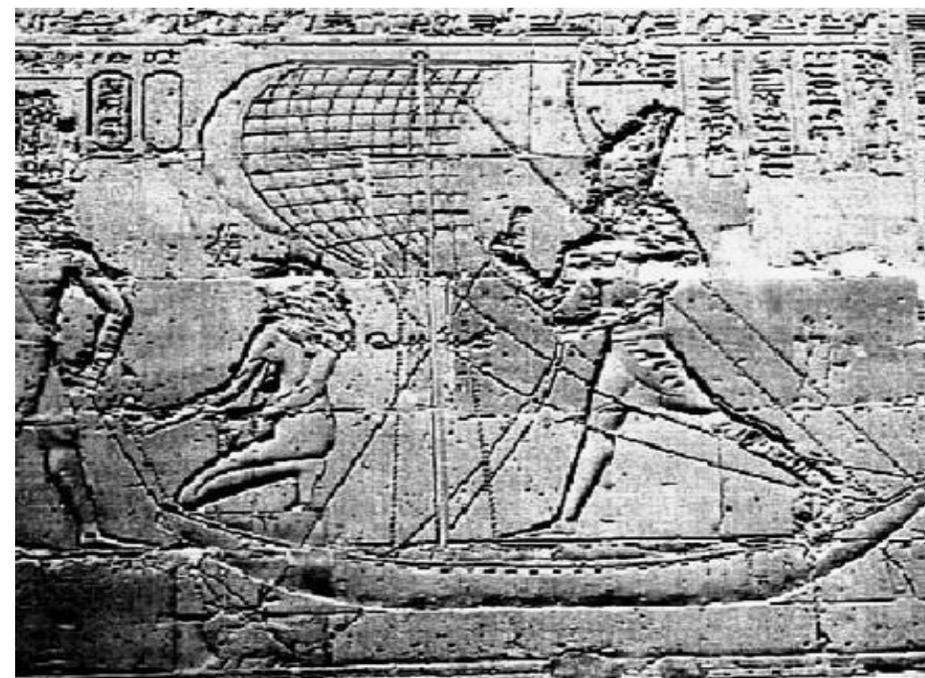
Retos:

- Medición de grandes cantidades de potencia confiable, en el lugar y tiempo correctos.

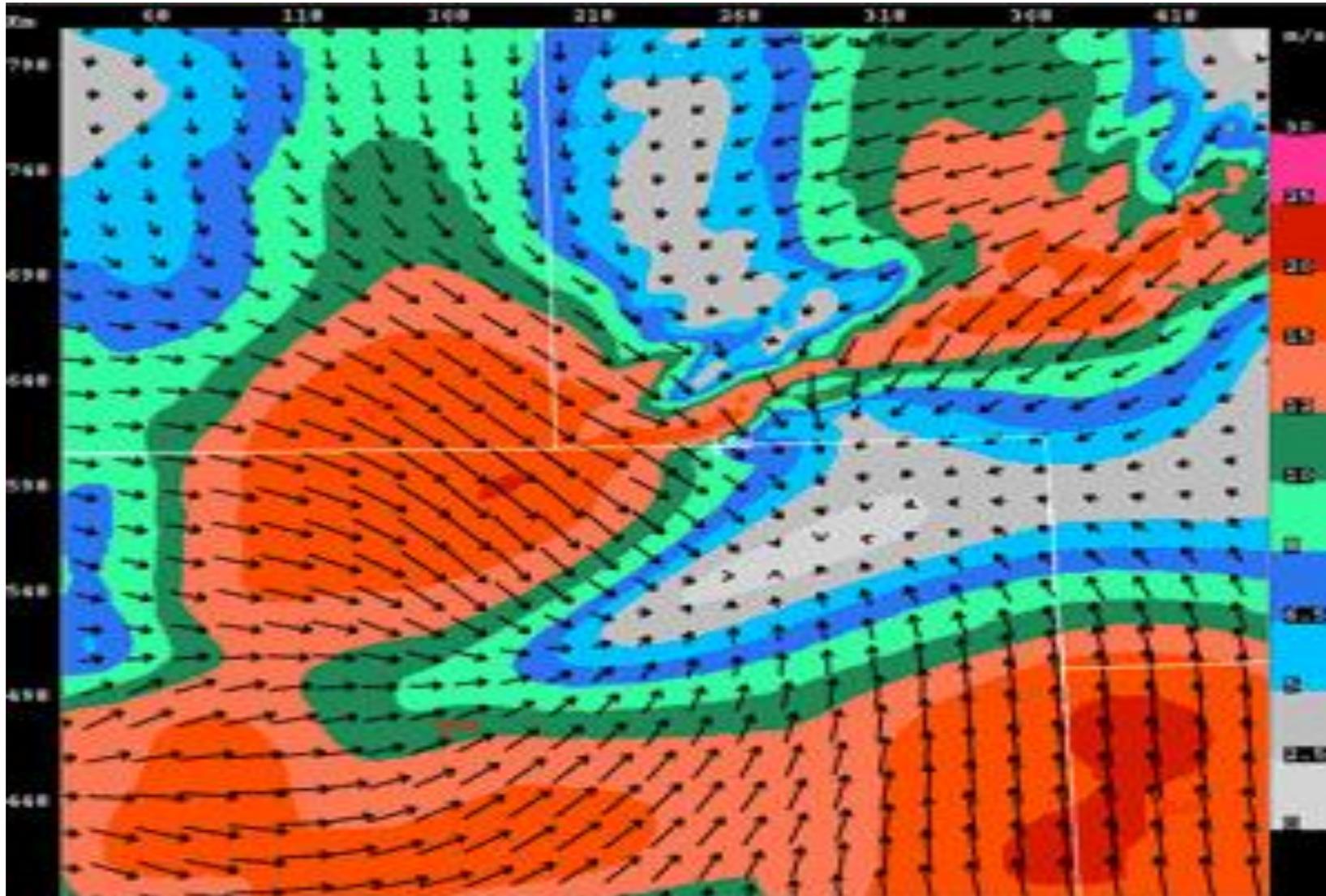
Molinos de viento, China/1500 AC



Barcos de vela, Egipto/1500 AC



Energías renovables: intermitentes por naturaleza



**Variational Doppler Radar Analysis System (VDRAS).
En Colorado y estados vecinos EUA.**

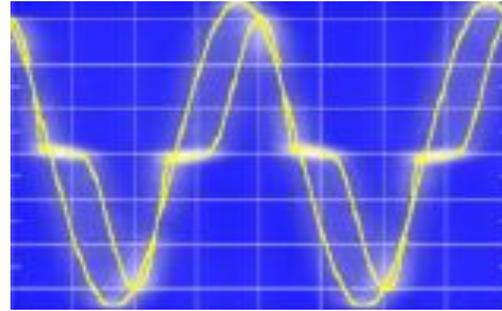
Velocidad de viento

gris: baja velocidad

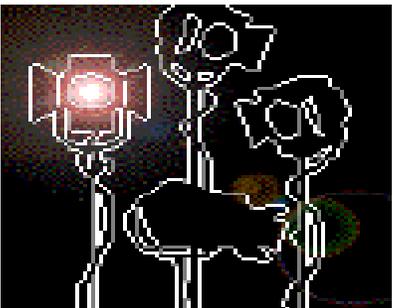
rojo: alta velocidad

Imagen: NACAR/IEEE Spectrum, Marzo 2016

Taming Wind Power With Better Forecasts Sophisticated weather simulations are making wind power more grid friendly, Sue Ellen Haupt & William P. Mahoney



Las energías renovables son intermitentes y su uso incrementado en Generación Distribuida degrada considerablemente la Calidad de la Potencia.



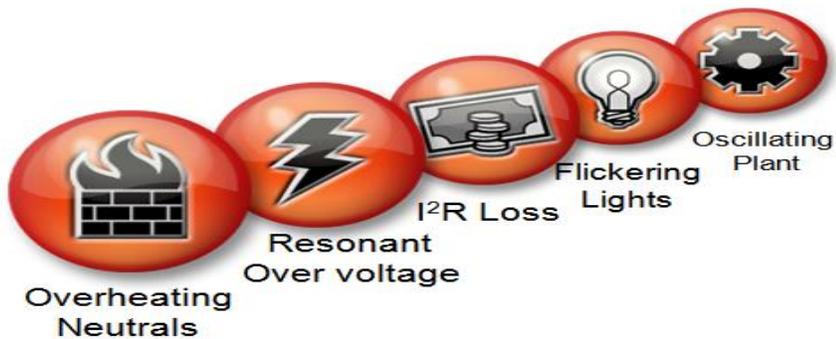
Las REI permiten el balance dinámico entre fuentes de energía renovable y demanda incrementada /no lineal, para evitar la degradación de la Calidad de la Potencia.



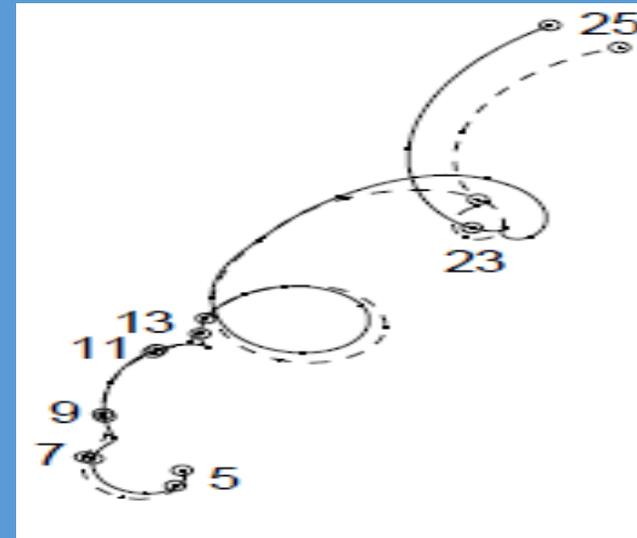
Energías Renovables: efectos más notorios

Estudio (Leonardo Institute):

“PQ costs in Europe are responsible for serious reduction in industrial performance with an economic impact exceeding € 150 000 million/year”



Calidad de la Potencia en Área Ampla



Impedancia de Redes



Pruebas en sitio sobre fuentes renovables

Variabilidad en la Demanda: flicker, distorsión armónica



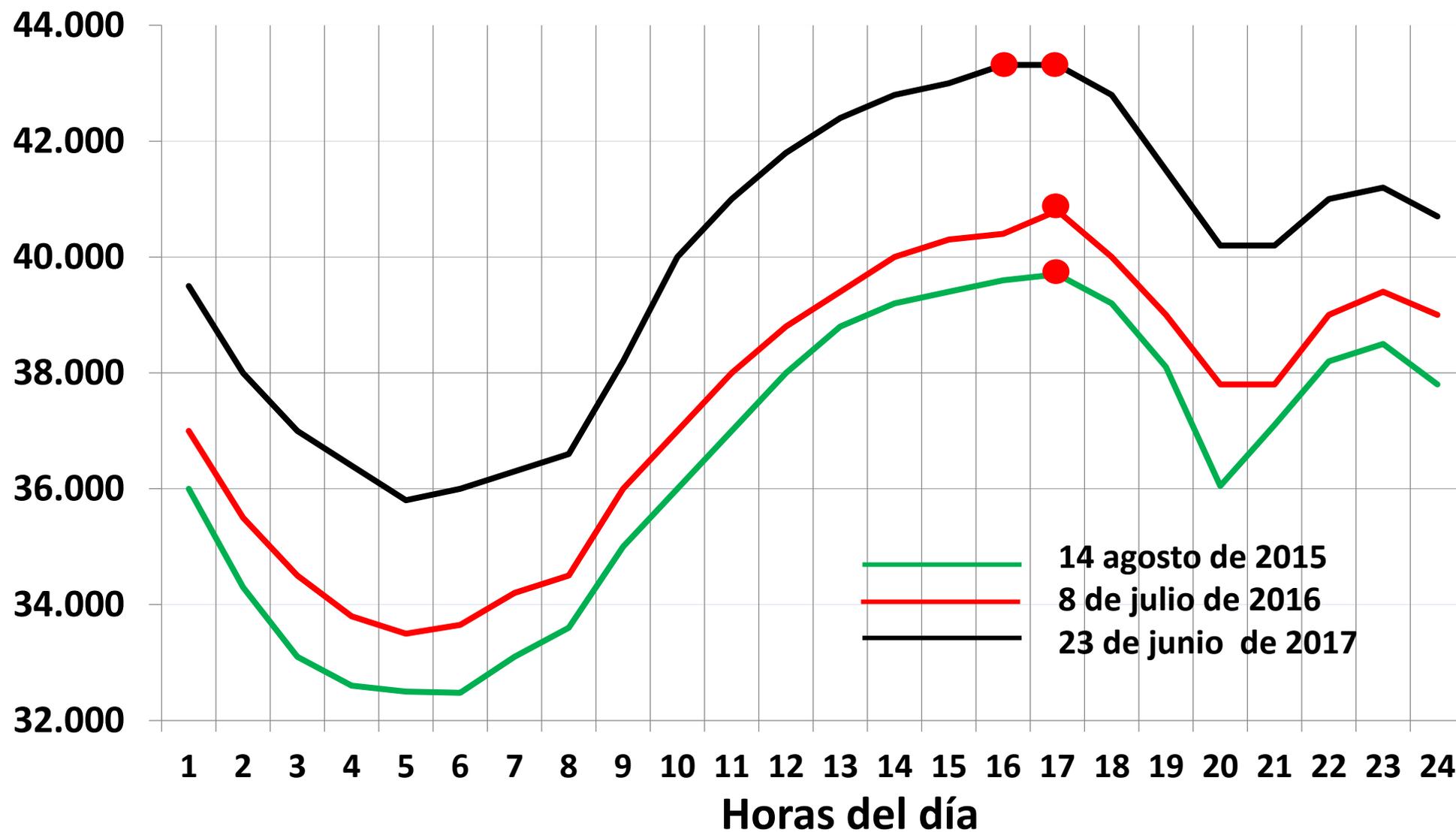
Disturbios en el Balance entre Suministro y Demanda



Sobre la Demanda Máxima (MWh/h): 2015, 2016 y 2017



**Demanda:
energía/hora
(MWh/h)**

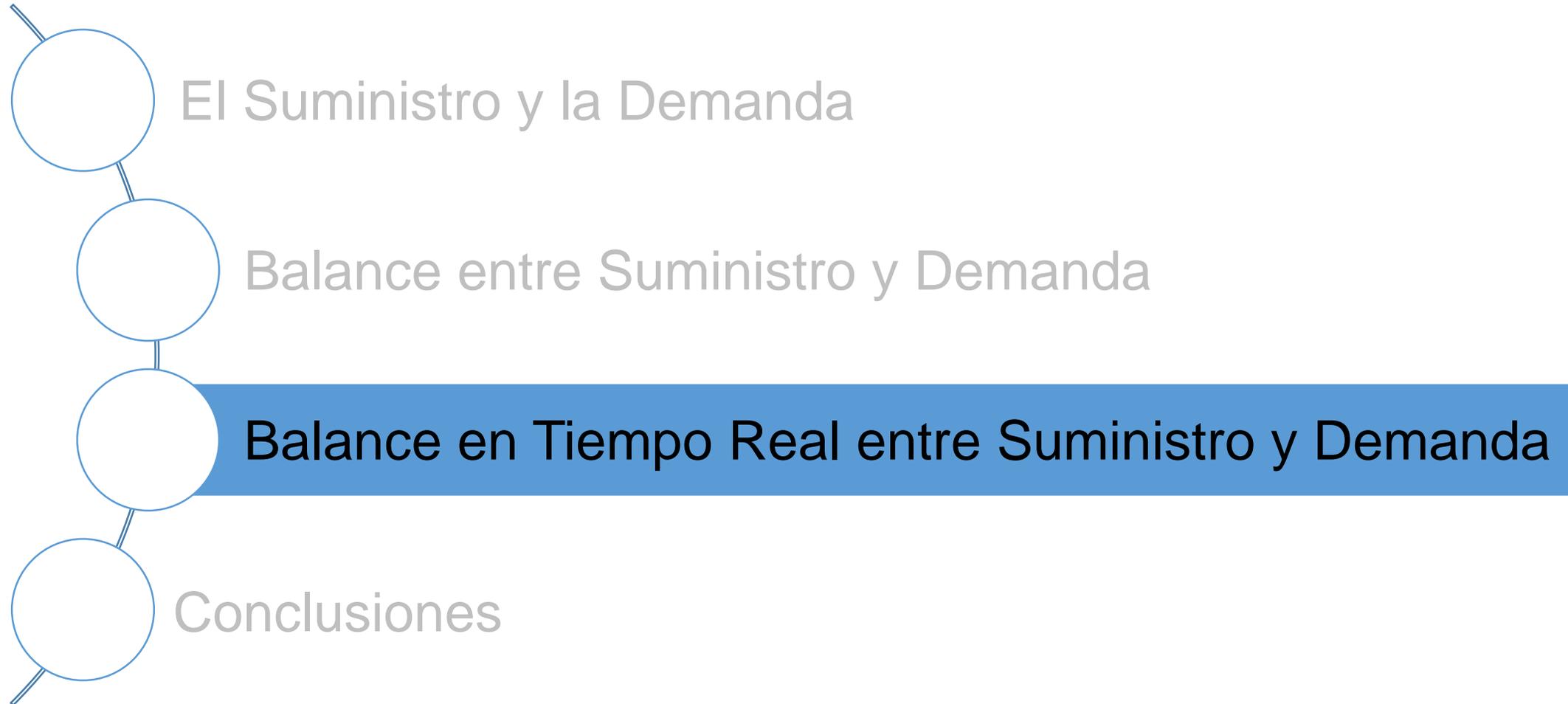


Pérdida de potencia durante una falla: mediciones en tiempo real

En el gráfico 5.2.1 se muestra geográficamente la RNT de 400, 230, 16, 138 y 115 kV del sistema eléctrico, con transferencias de potencia puntuales el 23 de junio a las 16:00 h. En recuadros en color azul se indican los límites de transmisión operativos, es decir; los límites de seguridad y confiabilidad; los recuadros en color blanco indican las transferencias puntuales reales del día de la demanda máxima anual; algunos están en color rojo que indica saturación.

GRÁFICO 5.2.1 TRANSFERENCIAS DE POTENCIA EL 23 DE JUNIO DE 2017 A LAS 16:00 HS



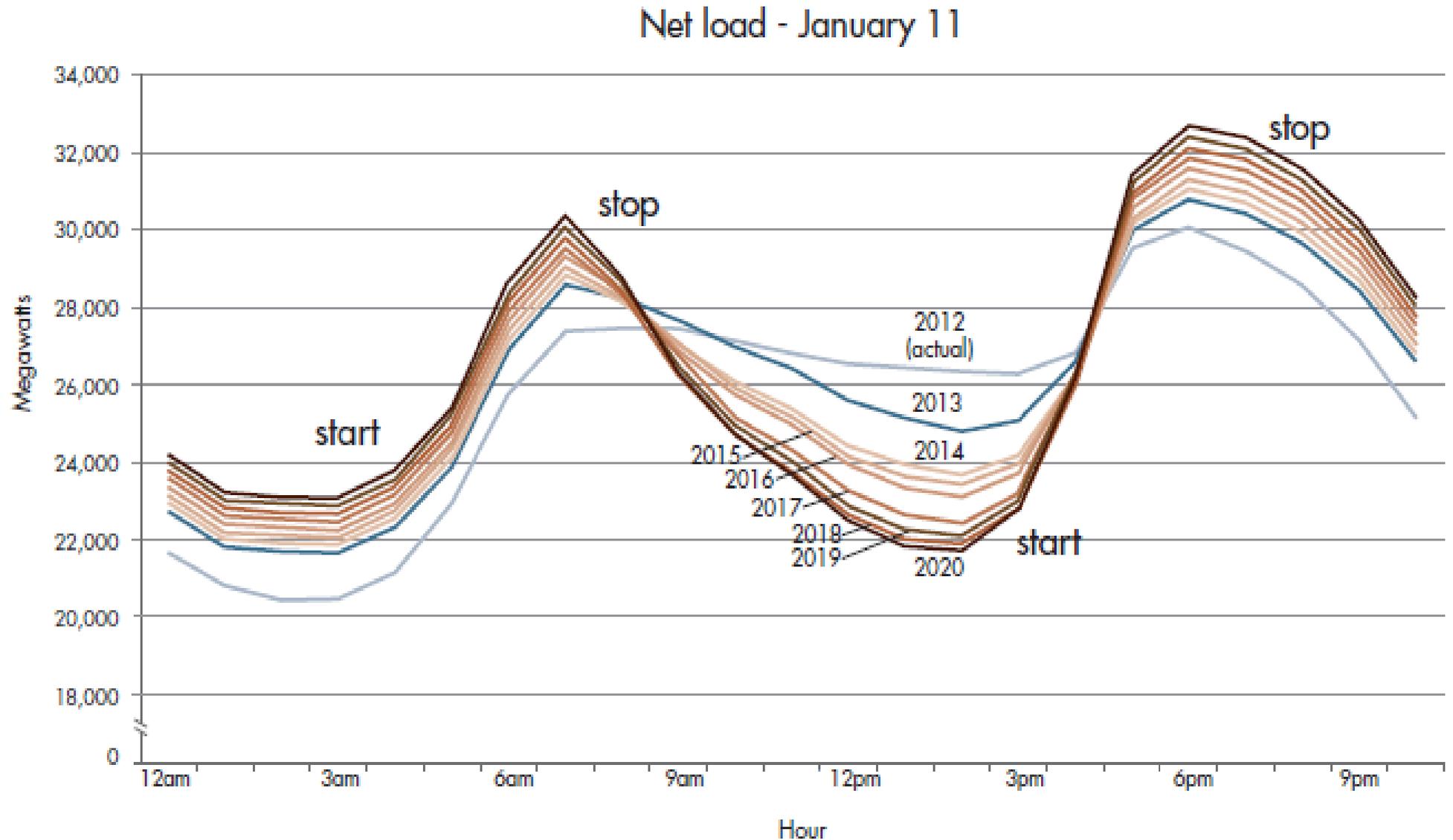


Carga neta= carga actual – (potencia convencional + potencia renovable)



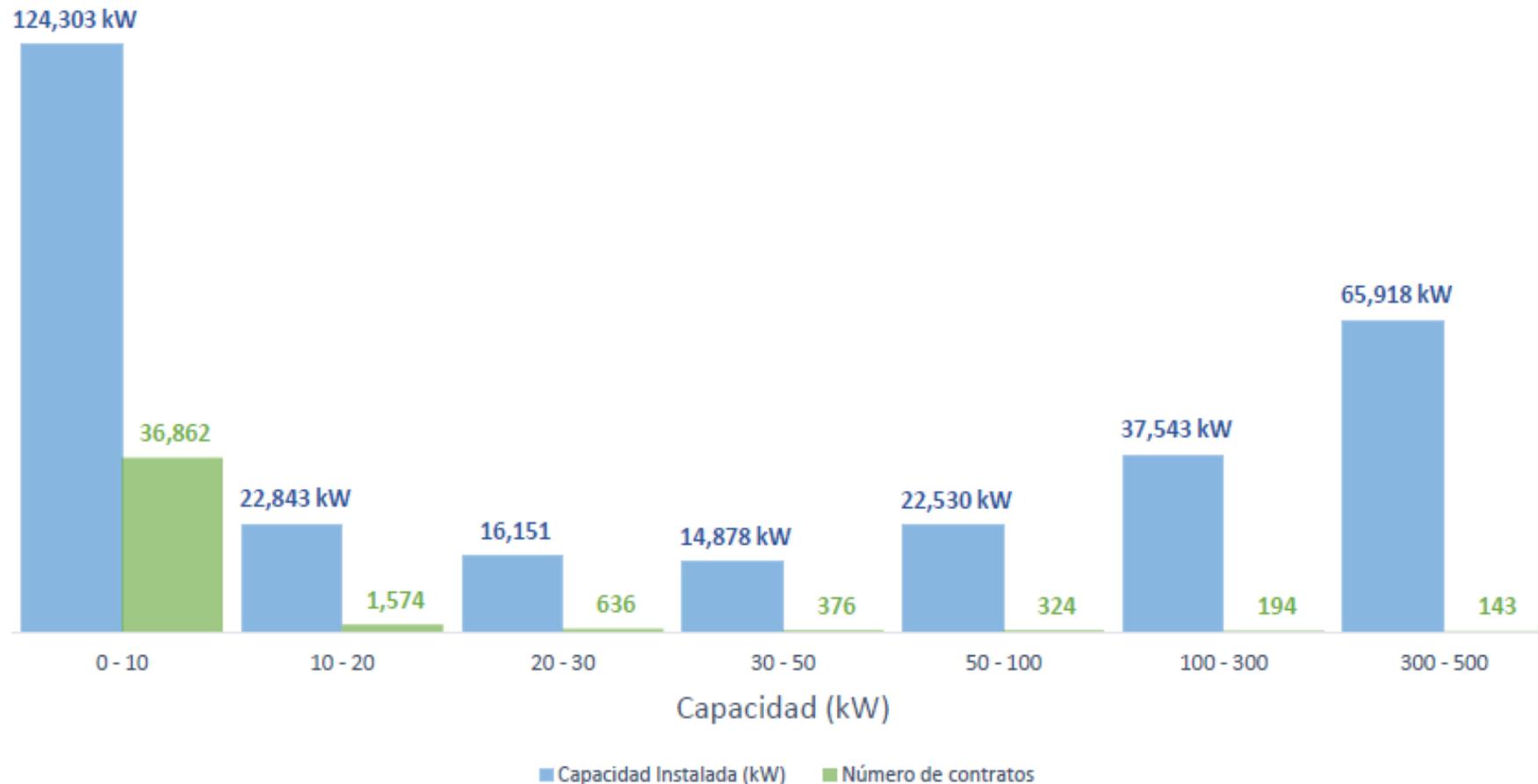
SOLUCIÓN

la asistencia en
Tiempo Real de
Energías
Renovables
Variables y de
Respuesta a la
Demanda



Contratos de Interconexión en pequeña y mediana escala

Número de contratos por rango de capacidad



Elaboración propia con datos proporcionados por la CFE

*Fecha de corte al 30 de junio de 20117

Capacidad total instalada 304,167 kW*

Número de contratos 40,109

Contratos de Interconexión en pequeña y mediana escala

Capacidad instalada por tipo de tecnología



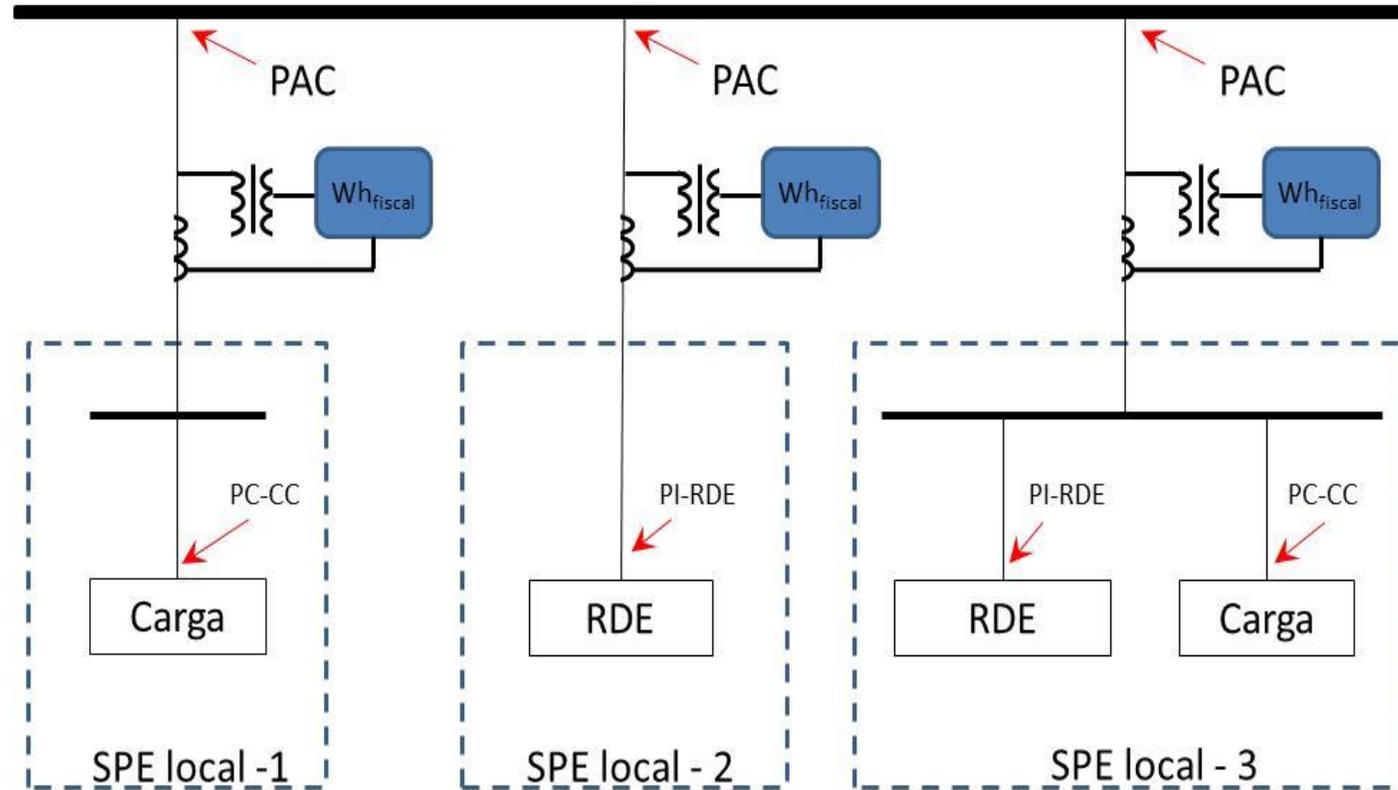
Capacidad total instalada 304,167 kW*

Total de contratos celebrados 40,109

Elaboración propia con datos proporcionados por la CFE.
Fecha de corte al 30 de junio de 2017

	Aplicaciones de Tecnologías de RDE					
	Energía durante contingencias	Control de Voltaje, de Frecuencia	Asistencia al Suministro en horas pico	Aprovechamiento energía calor/frío y electricidad (Cogeneración Eficiente)	Economías por autoabastecimiento	Provisión energía usuarios distantes (standalone)
Generación de Energía	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Almacenamiento de Energía	✓	✓			✓	✓

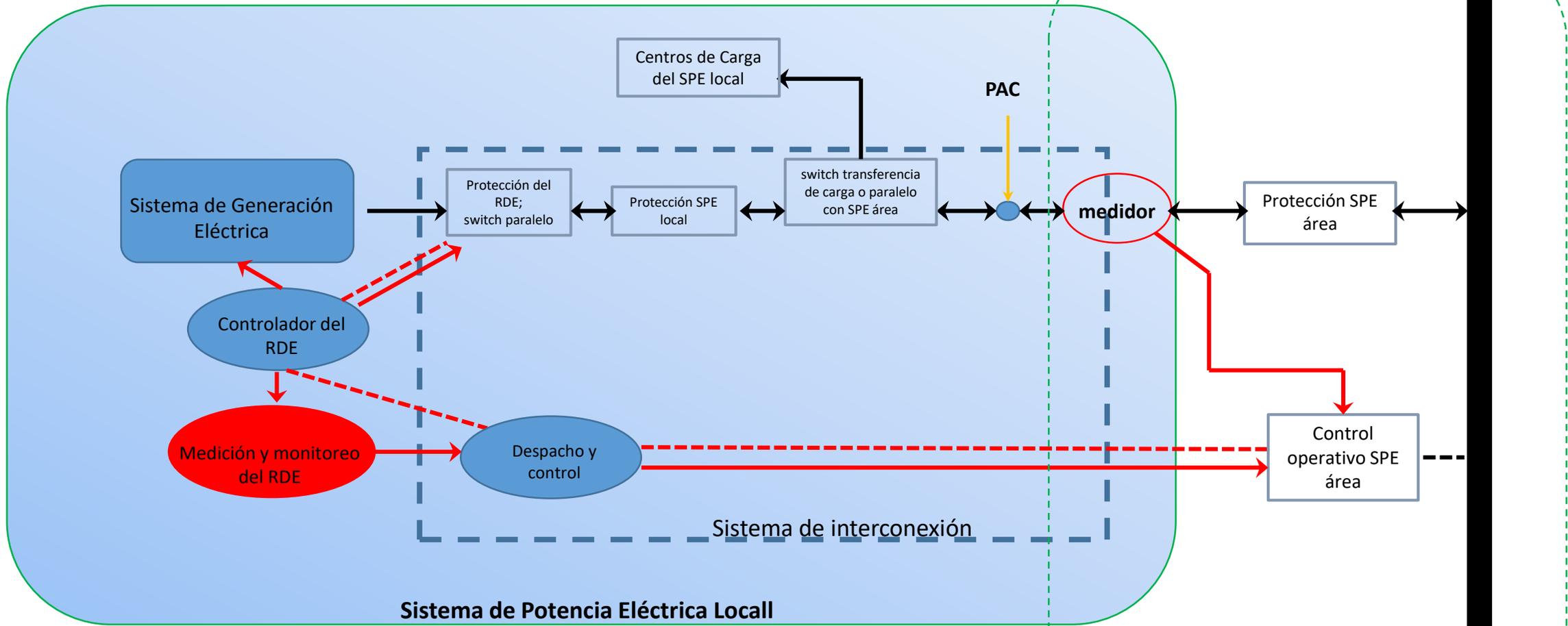
Sistema de Potencia Eléctrica de Área (SPE área)



- RDE: Recurso Distribuido de Energía
- PAC: Punto de Acoplamiento Común
- PI-RDE: Punto de Interconexión de RDE
- PC-CC: Punto de Conexión de Centro de Carga
- SPE: Sistema de Potencia Eléctrica

Fuente: IEEE 1547-2003

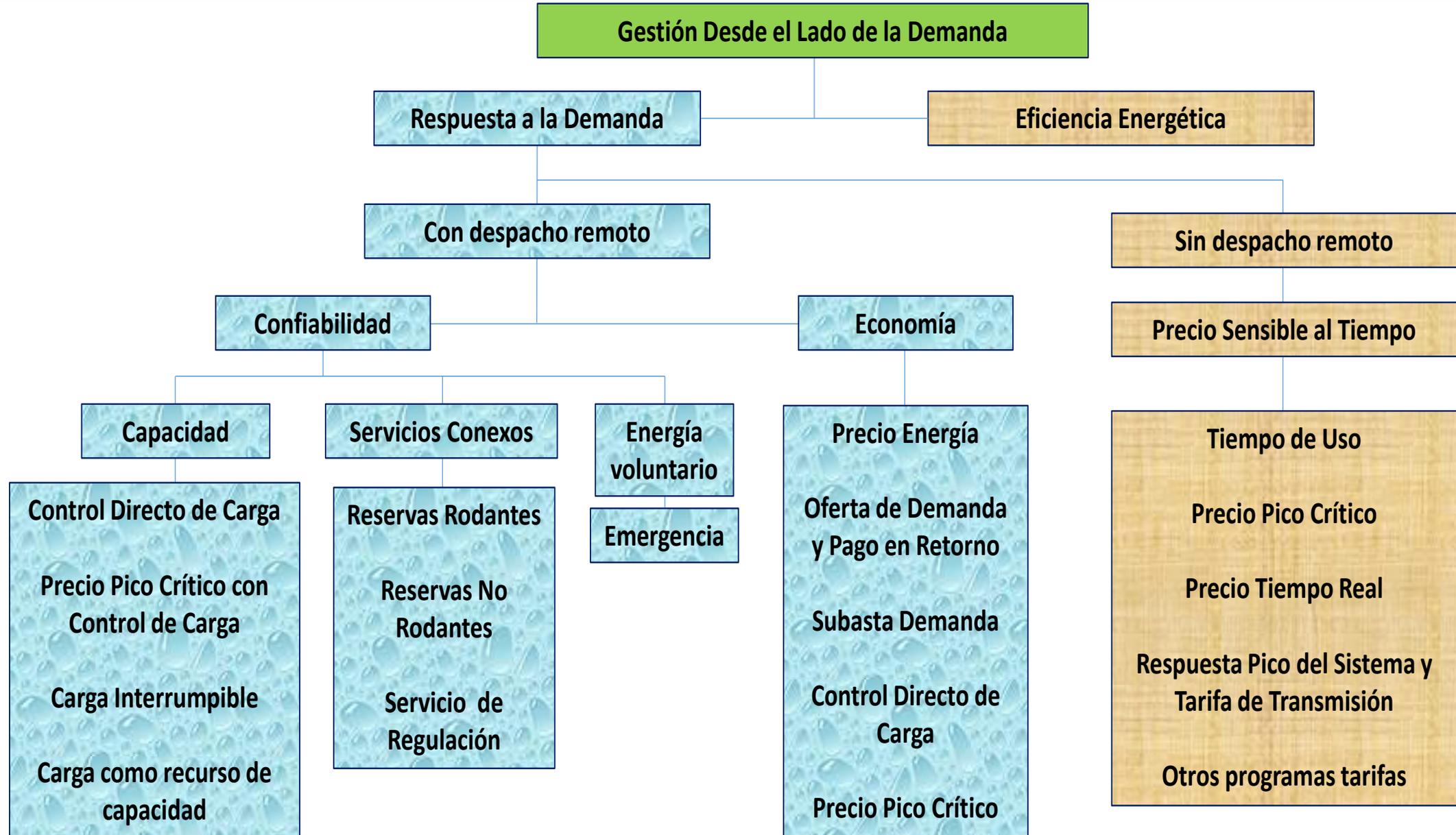
Recursos Distribuidos de Energía



Sistema de Potencia Eléctrica Local

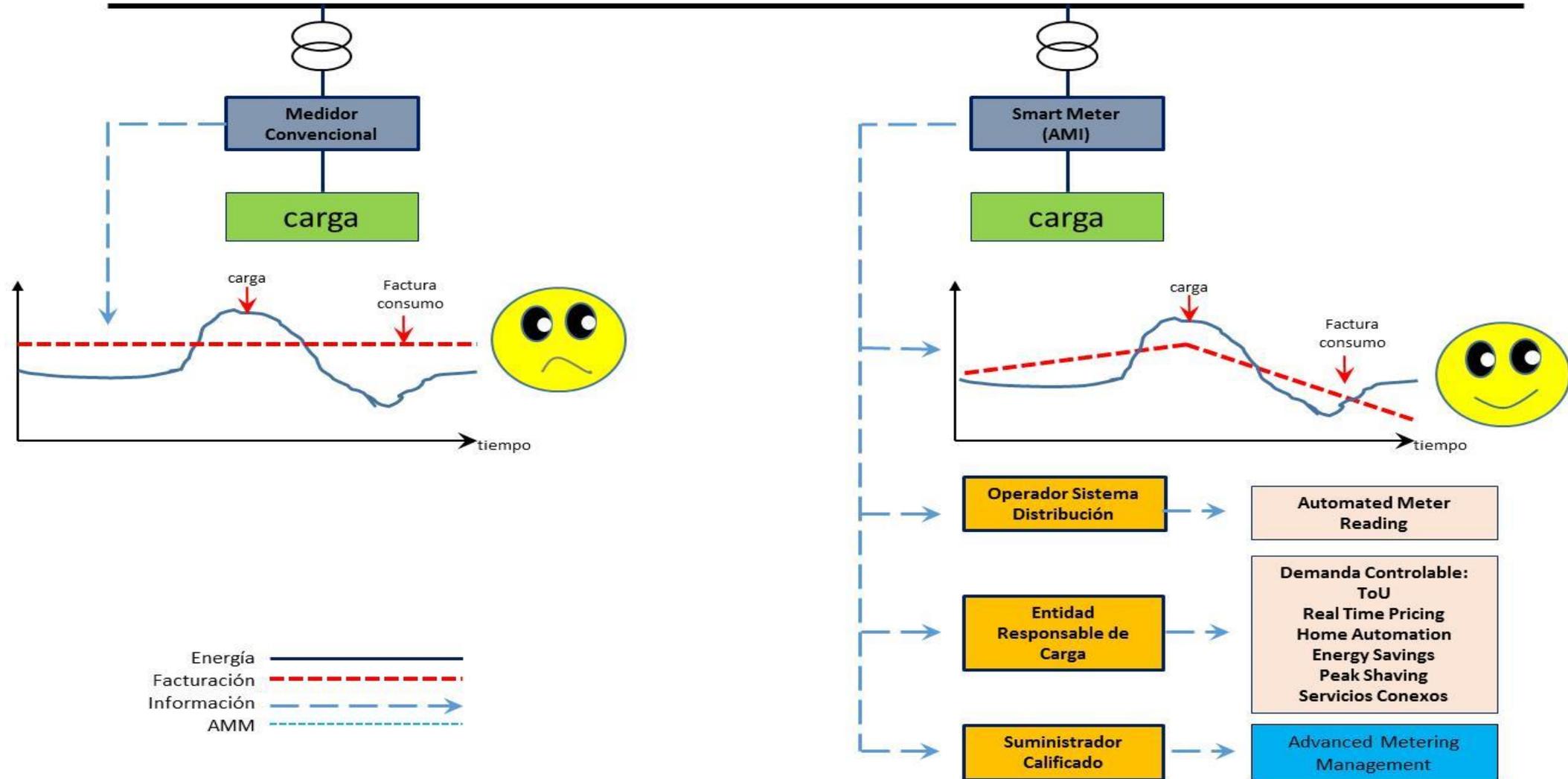
Sistema de Potencia Eléctrica Área

- Flujo de potencia bidireccional
- Flujo de potencia unidireccional
- Información de control
- Información de medición
- SPE área
- SPE local
- Sistema de interconexión



Respuesta de la Demanda

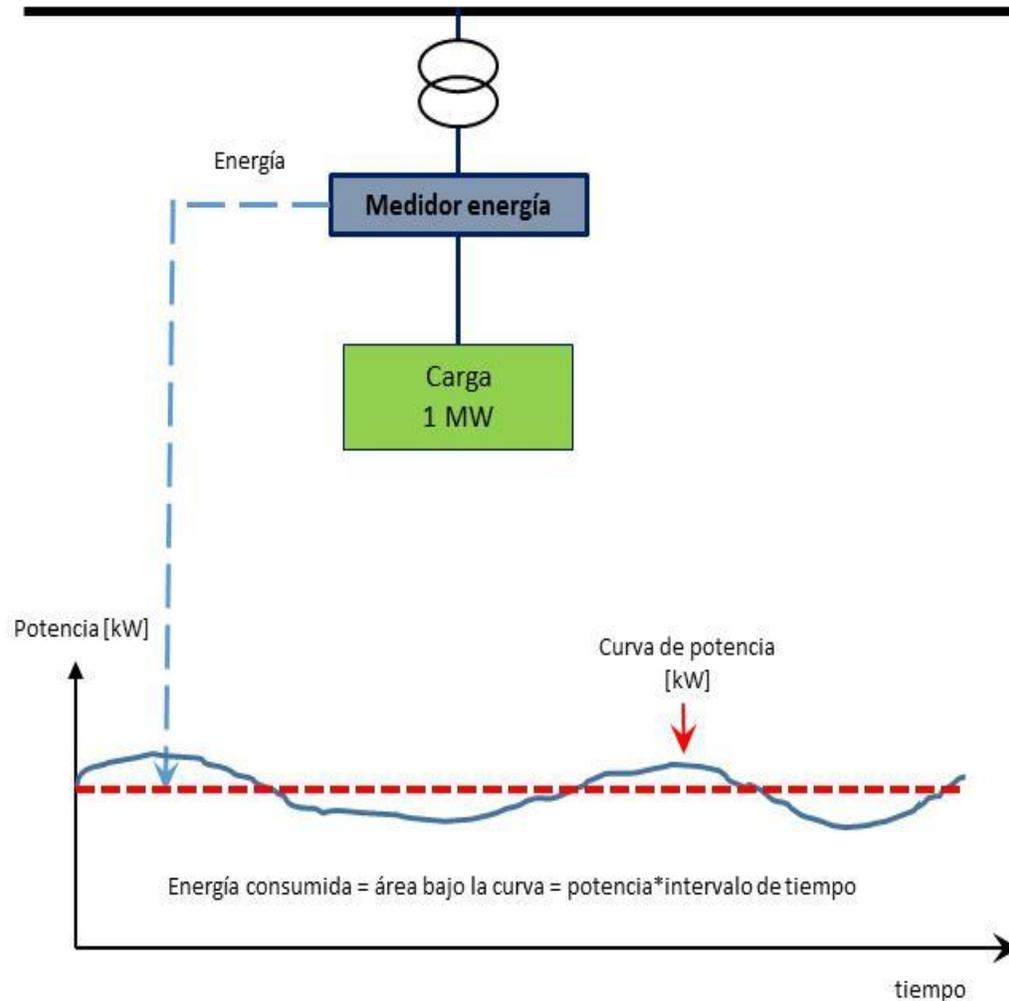
Red Eléctrica



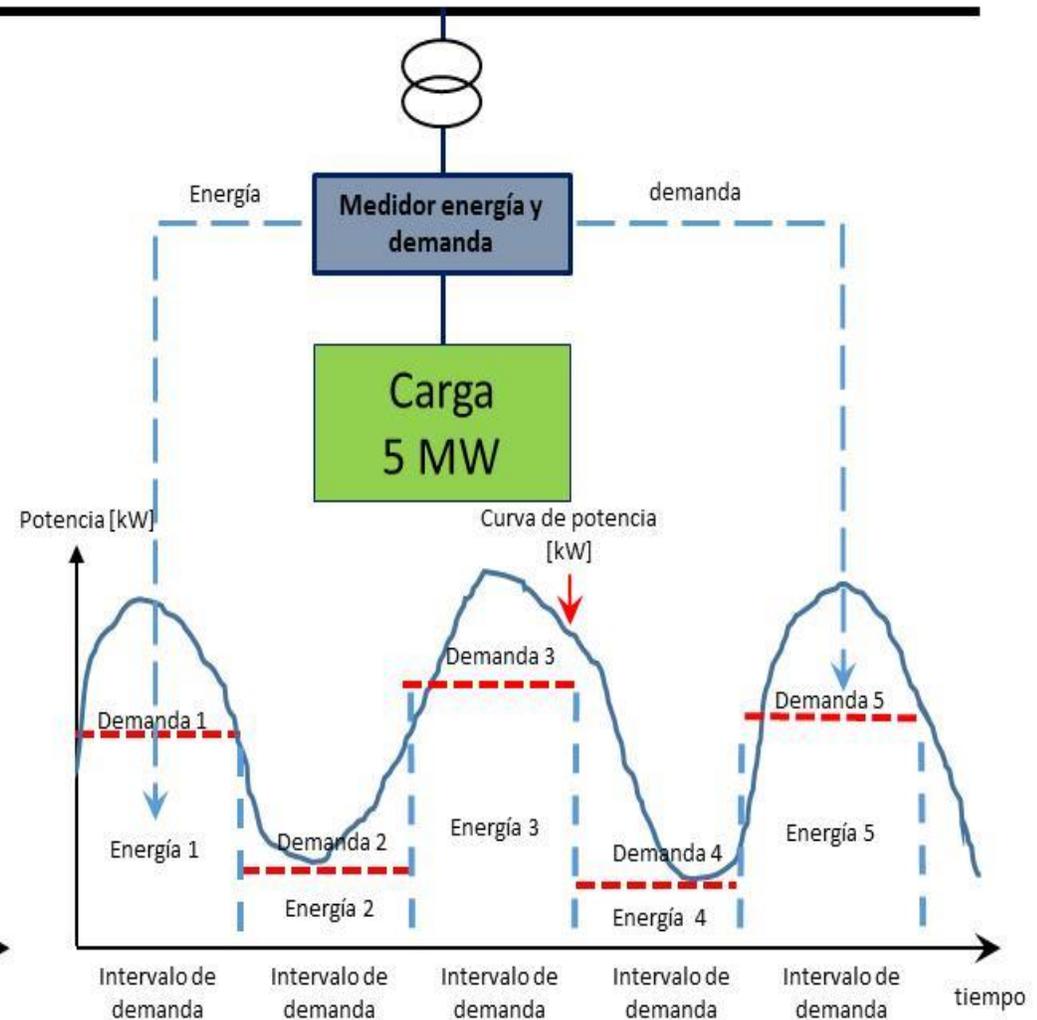
A. Enfoque convencional

B. Enfoque de la Respuesta a la Demanda

Red Eléctrica



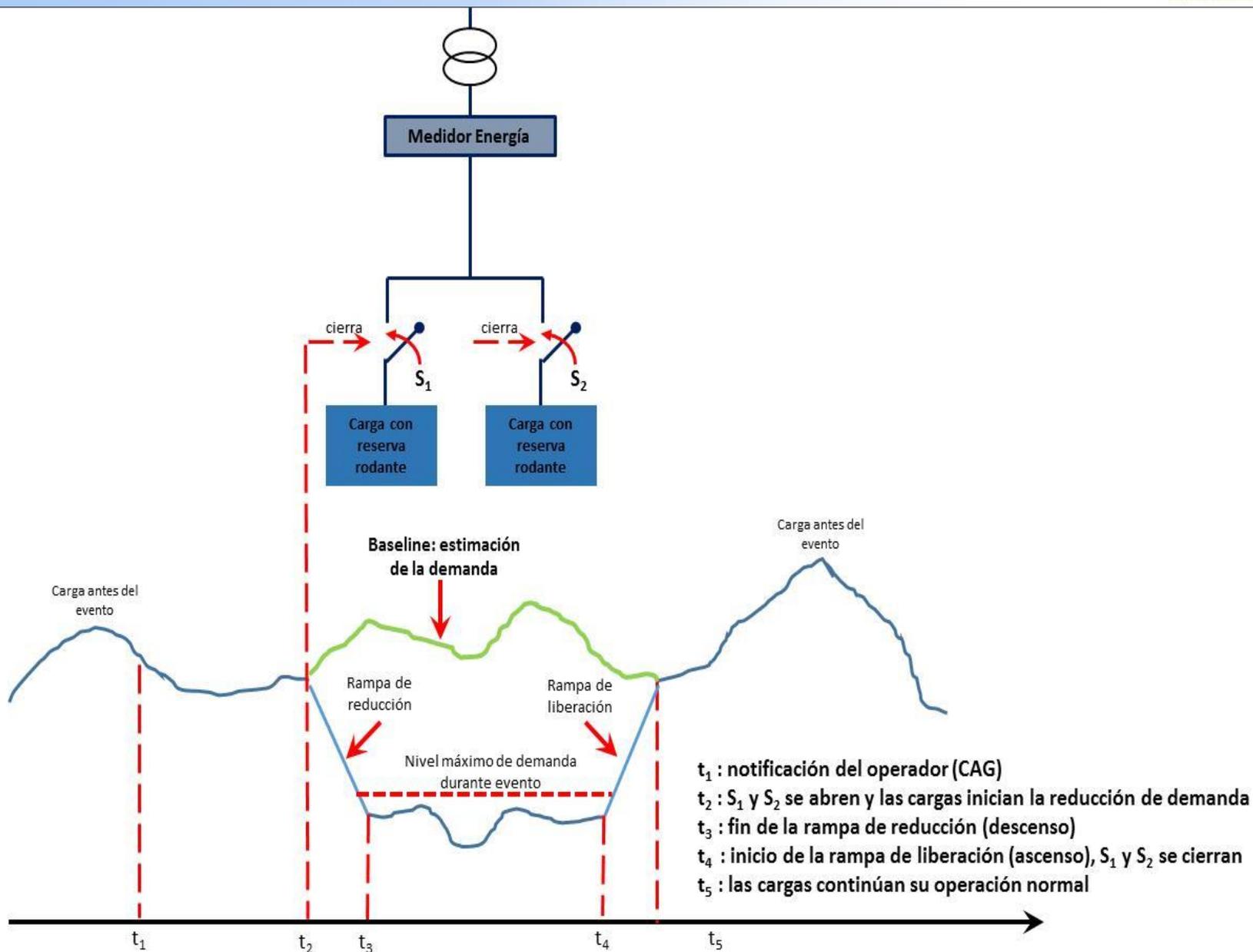
A. Medición de energía [kWh]



B. Medición de energía [kWh] y demanda [kW]

Las Reservas Rodantes permiten entregar energía complementaria al Suministro.

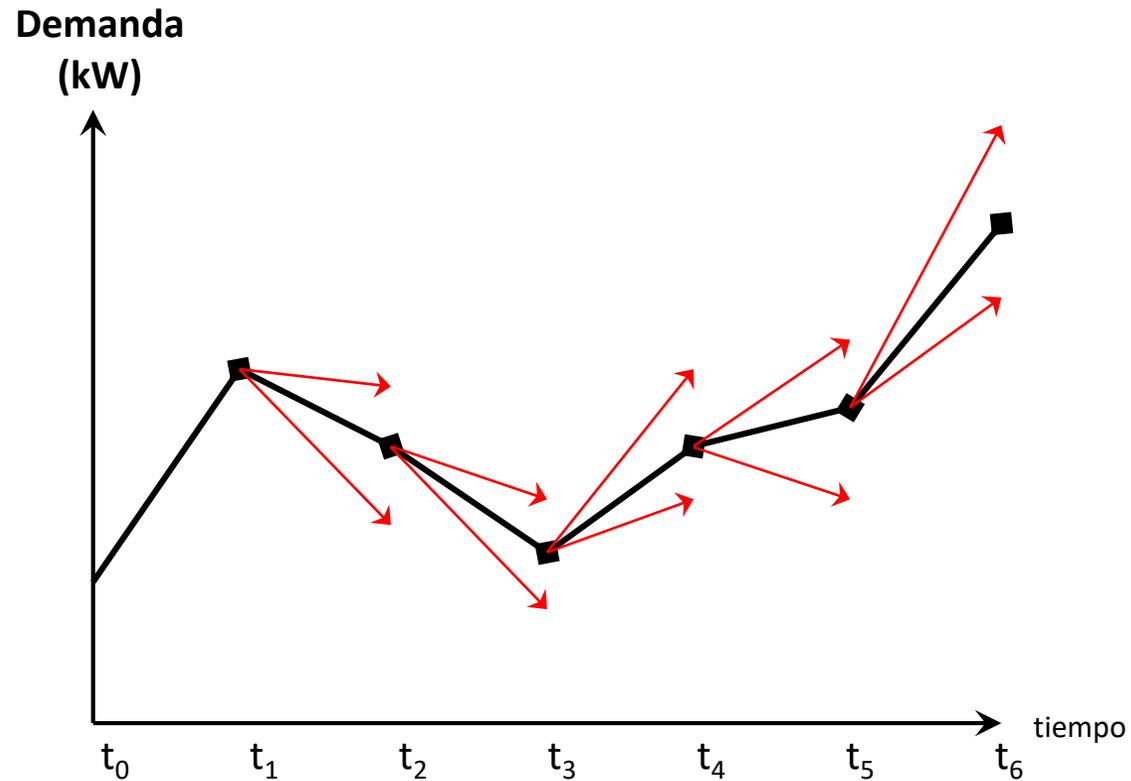
La carga está sincronizada con la frecuencia del sistema eléctrico.

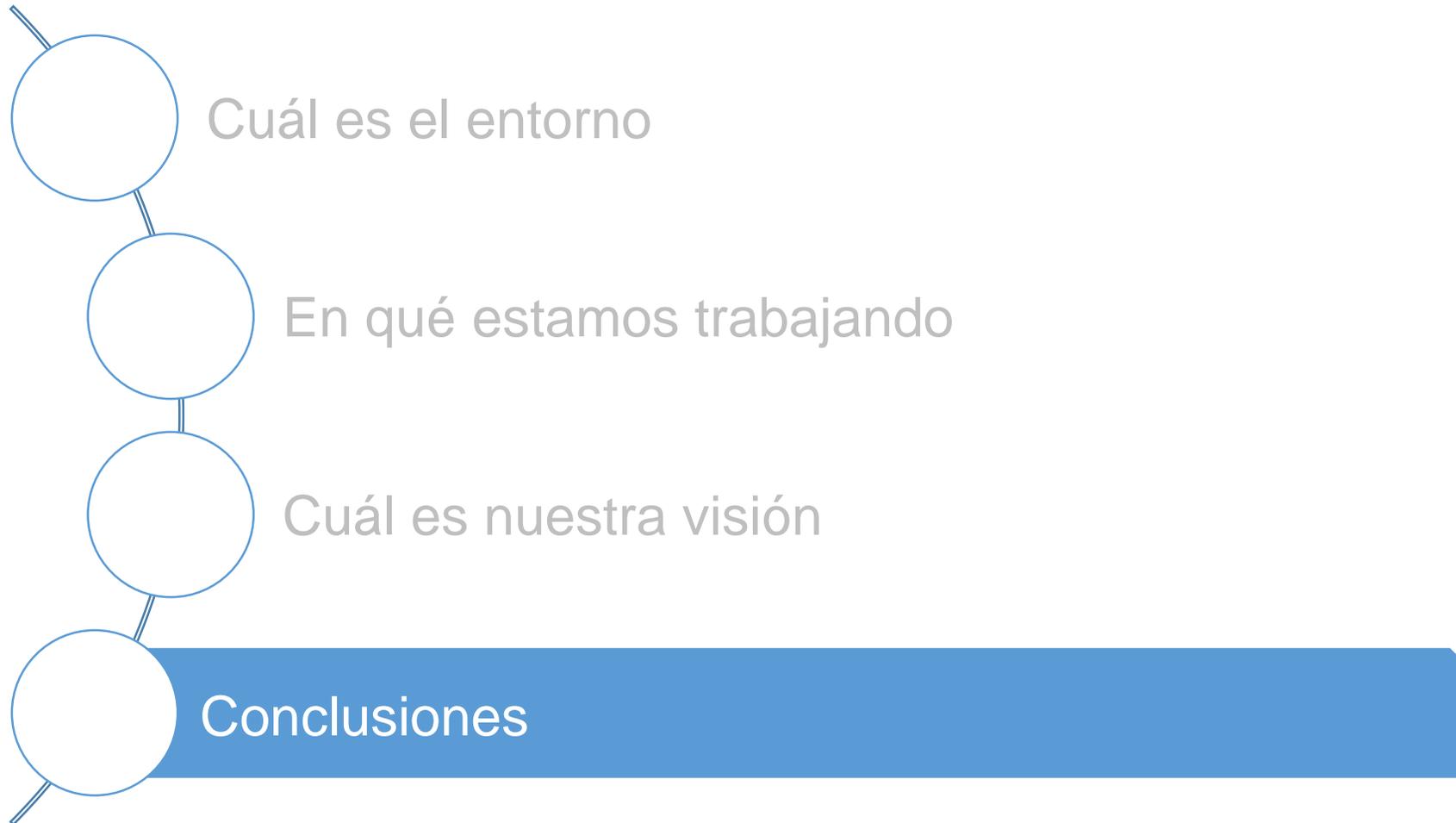


**Rampa de Demanda
Flexible Rápida:**

**Servicios Conexos en
Tiempo Real**

**Reservas Rodante y No
Rodante
Regulación**





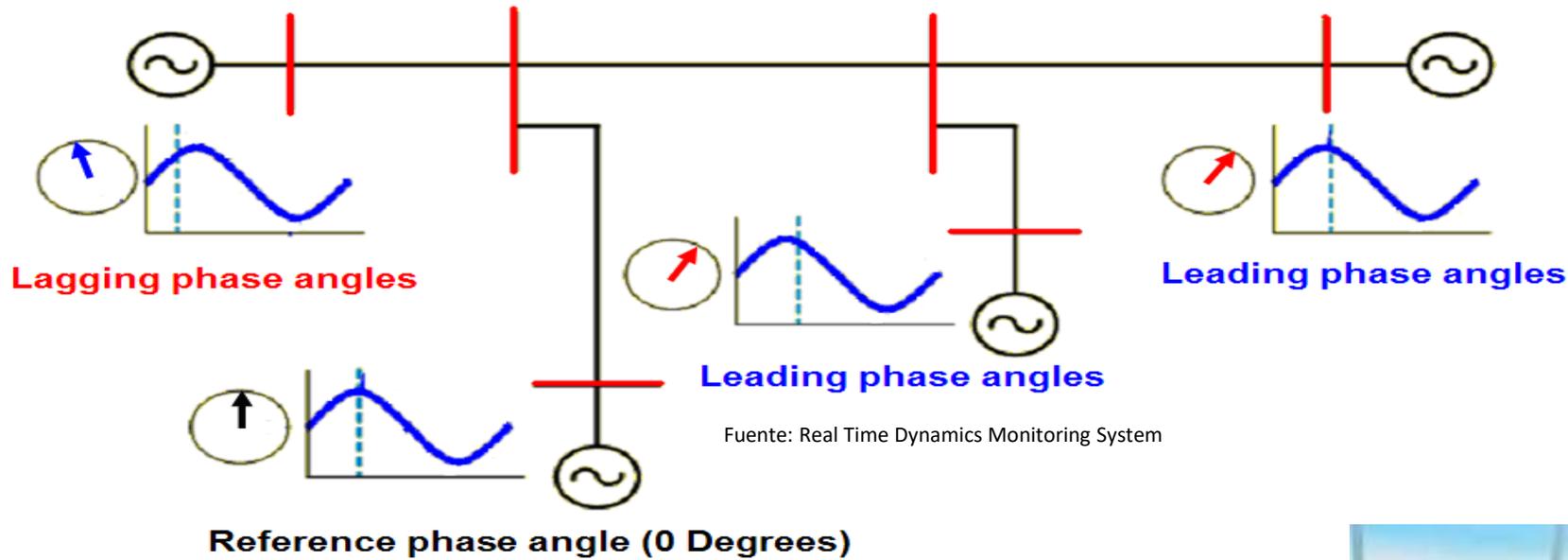
- ✓ La naturaleza dinámica de la Demanda junto con la integración de Energías Renovables al Sistema Eléctrico Nacional presentan retos operativos al Balance entre Suministro y Demanda.
- ✓ La Gestión Inteligente de Recursos Distribuidos de Energía y de Programas de Respuesta a la Demanda, ofrecen una propuesta de atención en Tiempo Real a los conflictos operativos del Sistema Eléctrico.
- ✓ Es necesario revisar algunas disposiciones normativas como el Código de Red, para la implementación de la Gestión Inteligente de Recursos Distribuidos de Energía y de Programas de Respuesta a la Demanda.

Gracias

Dr. René Carranza López Padilla

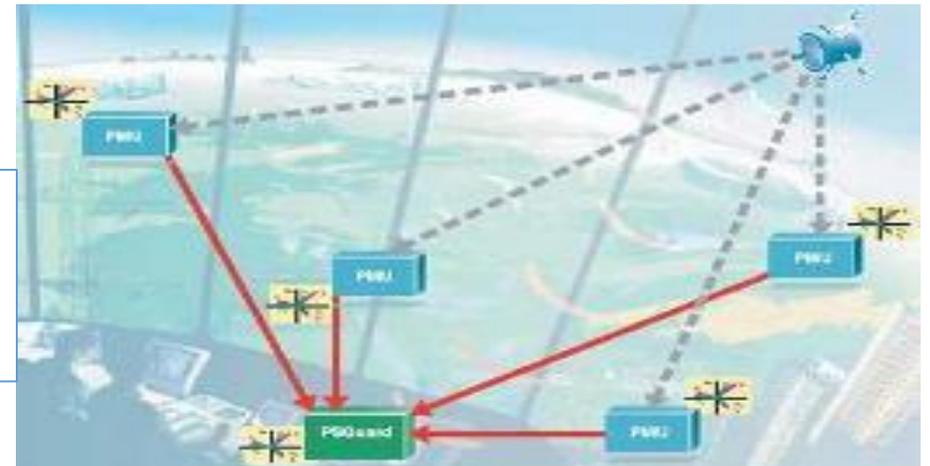
rcarranz@cenam.mx

Nuevas aplicaciones de Sincrofasores:



➤ Determinar parámetros operativos de la red

➤ Determinar el desempeño de la red sobre un área geográfica amplia



Chapter 2: Inverter Loss Details

Initiating Fault

During faults on the transmission system, the normally sinusoidal voltage and current waveforms may undergo instantaneous phase shifts, a sag in transmission voltage, and harmonic distortion. **Figure 2.1** shows the three-phase voltage waveform distorted from the four phase shifts in the disturbance.

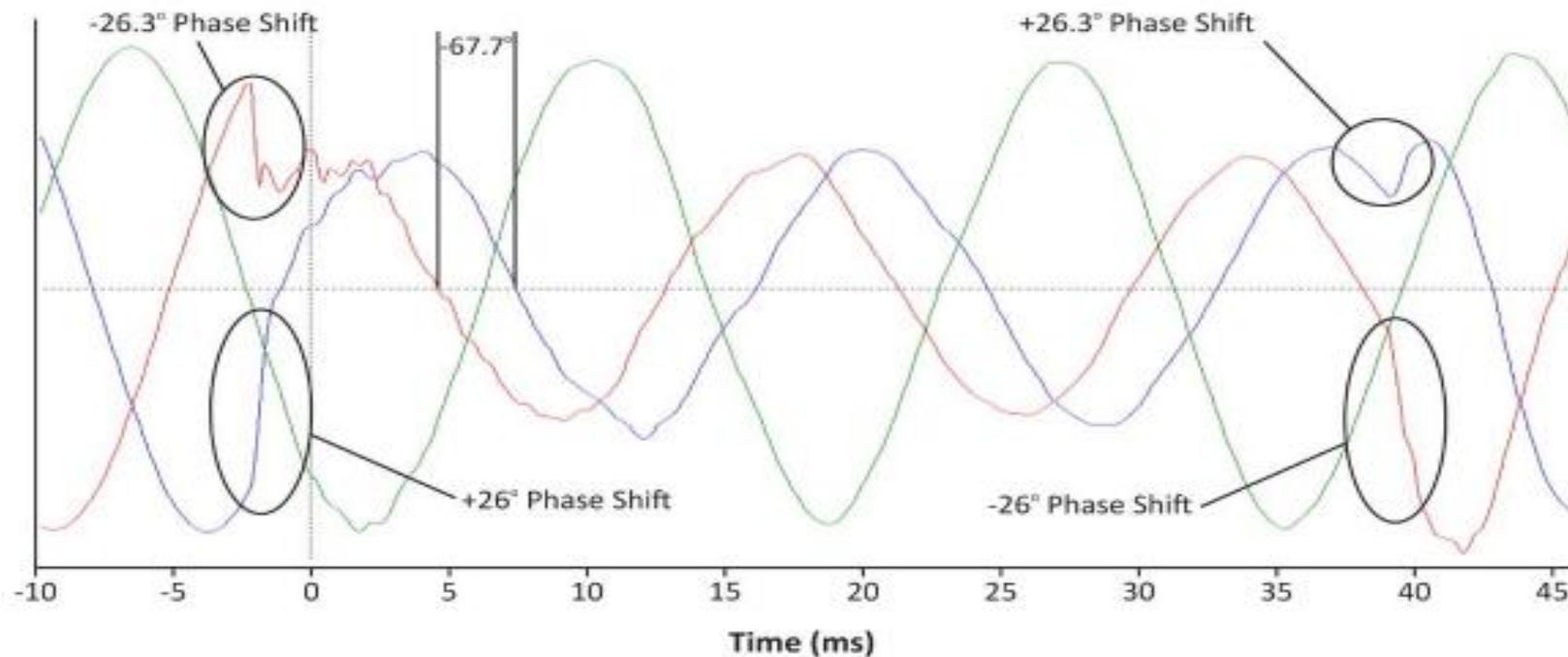
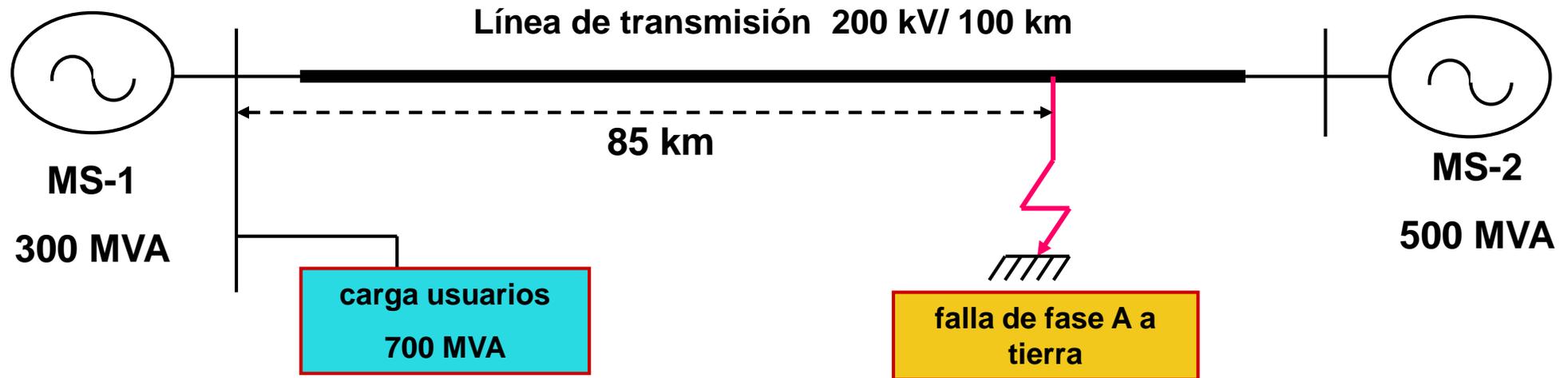
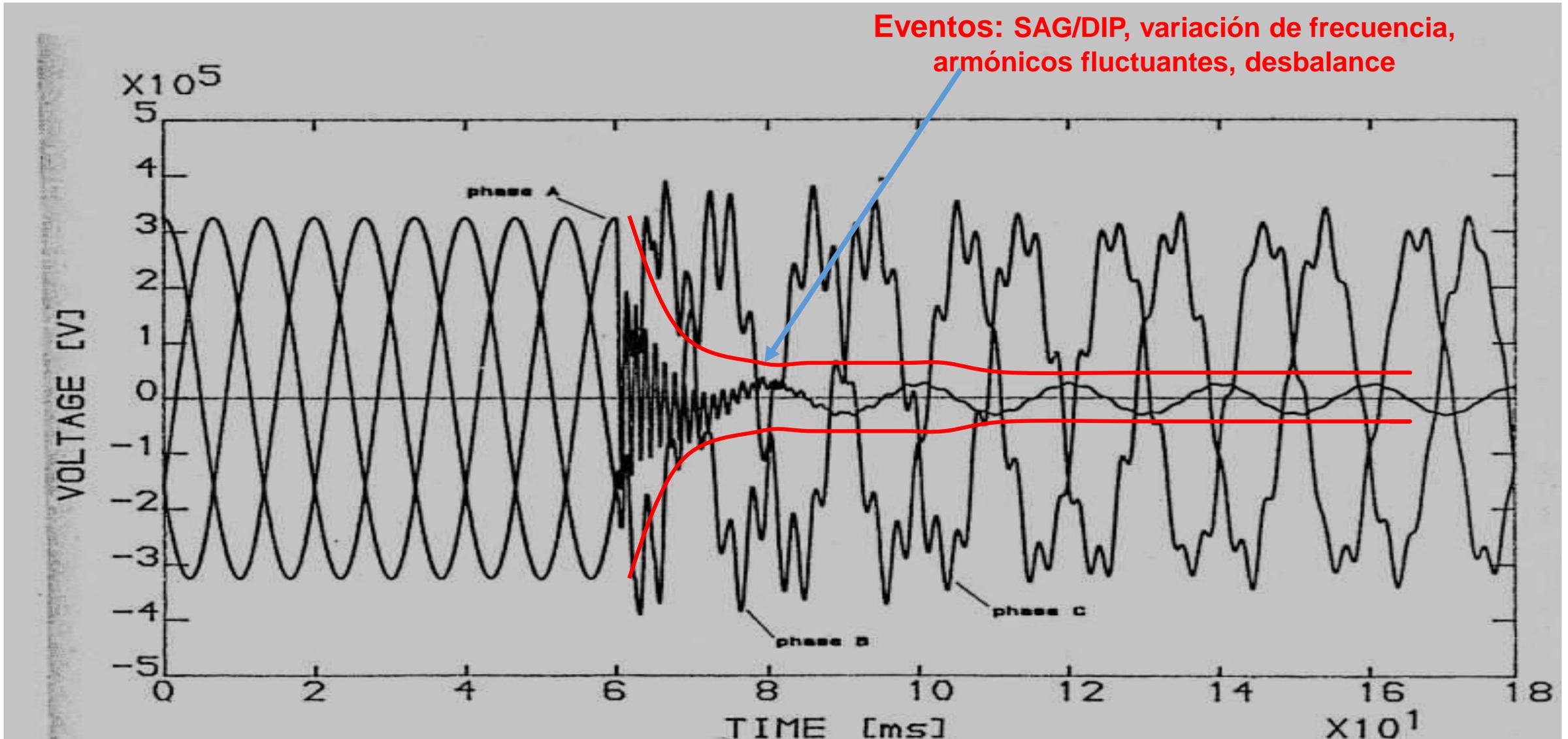


Figure 2.1: Distortion of the Sine Waves

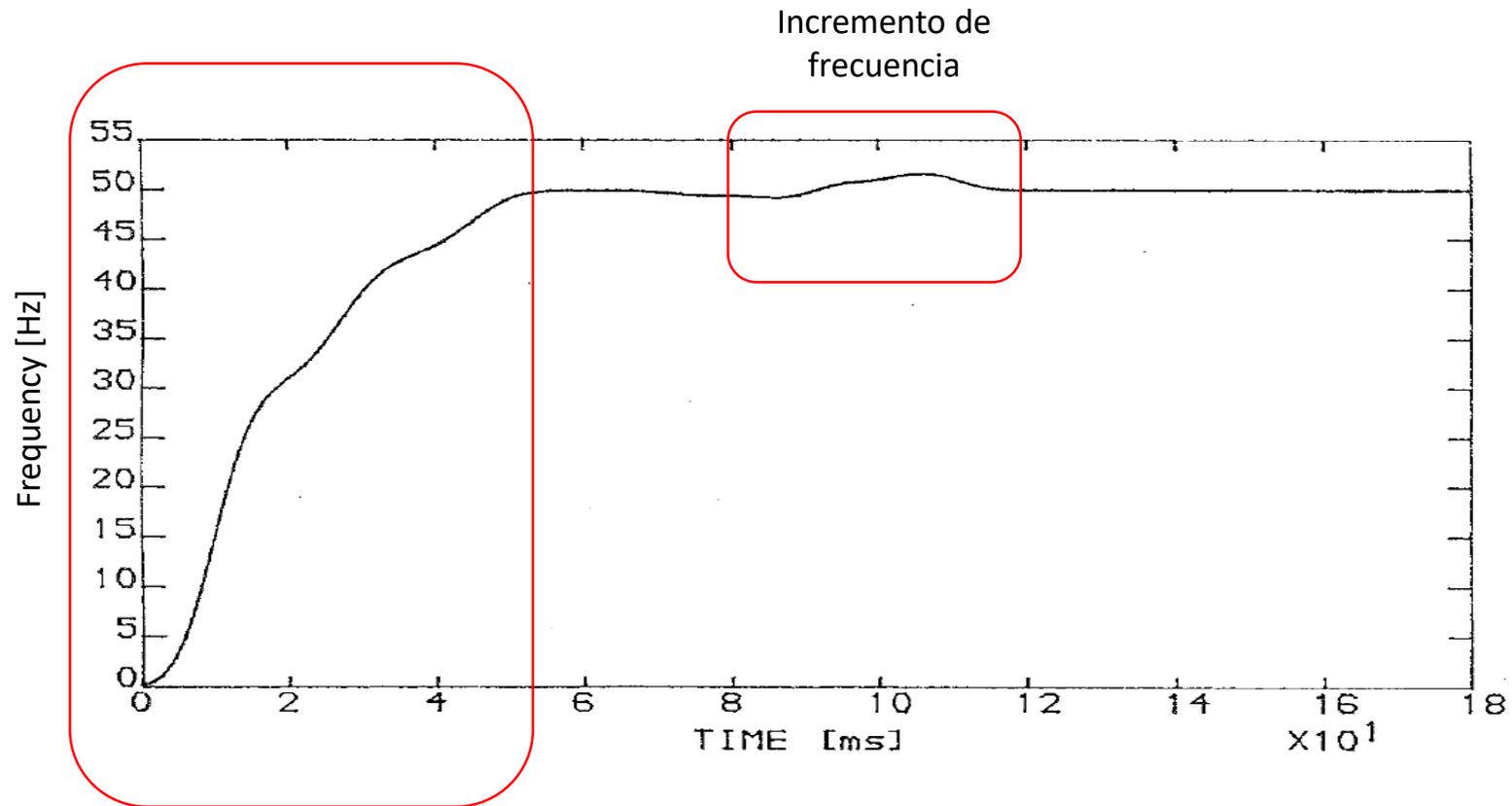
Eventos que afectan la calidad de la energía eléctrica



Pérdida de potencia durante una falla: mediciones en tiempo real



Pérdida de potencia durante una falla: mediciones en tiempo real



Convergencia inicial del algoritmo de medición