

# Mesa de Trabajo Reglamento de Potencia

Incorporación del atributo de flexibilidad en la suficiencia



3 de diciembre, 2020

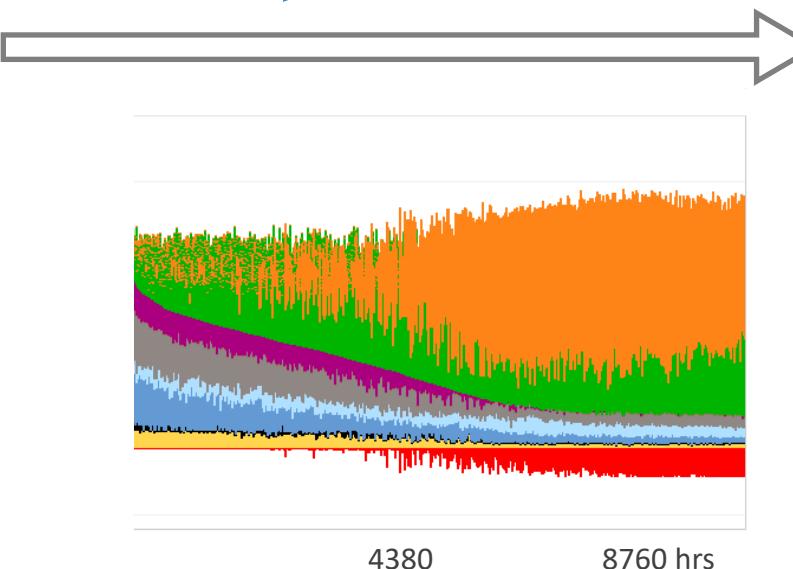
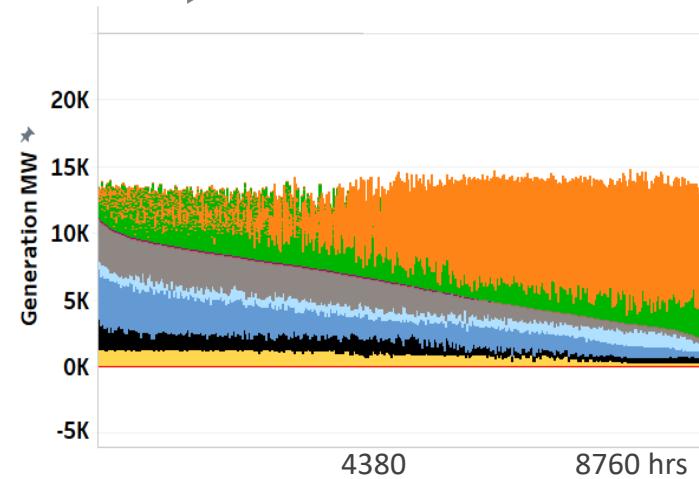
# Agenda

- 1. Aspectos generales**
- 2. Esquema propuesto en estudio GIZ 2019**

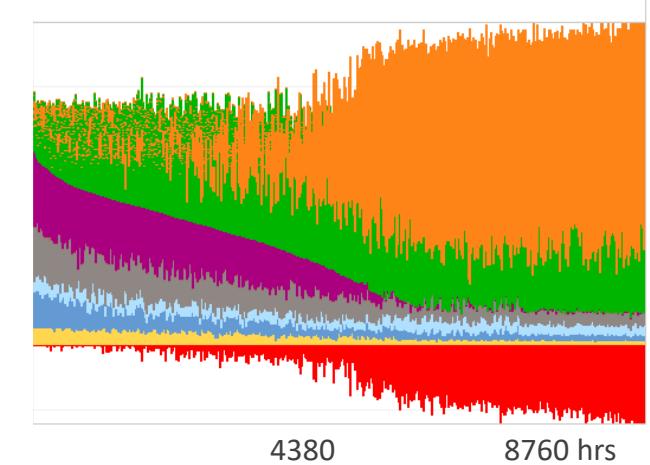
# Desafíos de la transformación de la matriz de generación en Chile

Suficiencia

2020 → 2026



Post 2030

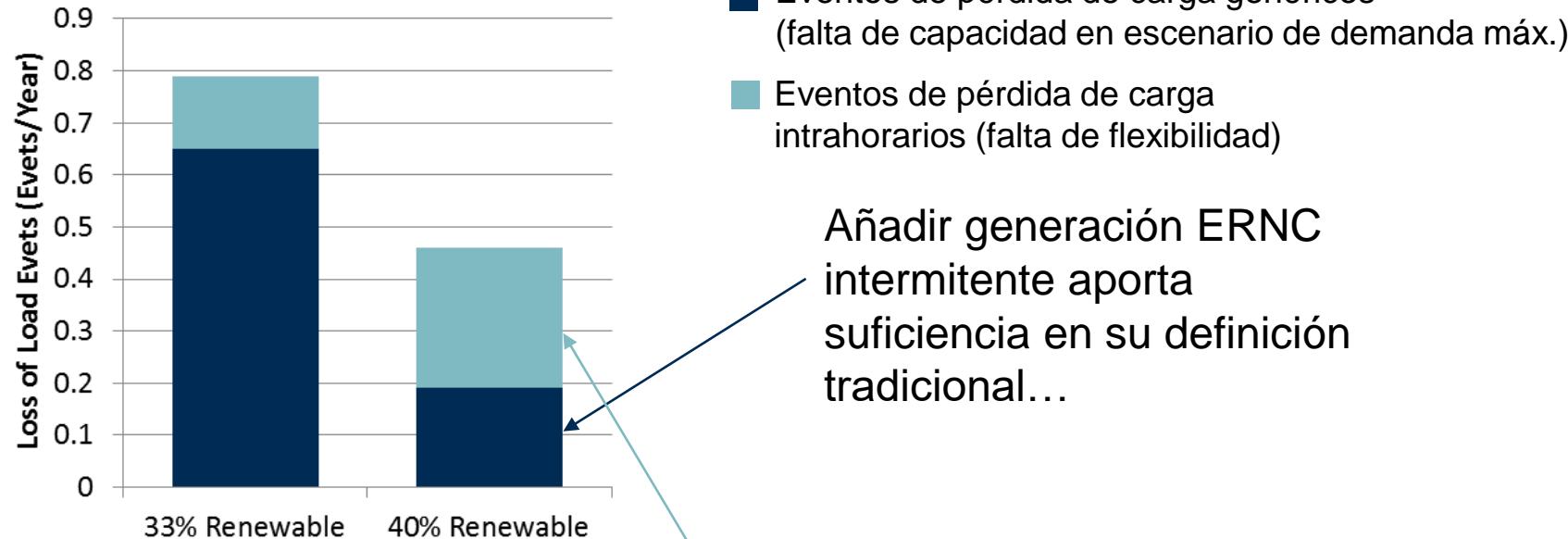


Legend:

- Solar
- Viento
- Despacho Almacenamiento
- Diésel
- Gas
- Hidro pasada
- Embalse
- Carbón
- Otros
- Carga Almacenamiento

En la medida que la penetración de energía renovable aumenta, el riesgo de pérdida de carga cambia y se acota a un menor número de horas

### Eventos de pérdida de carga en California Proyección 2024



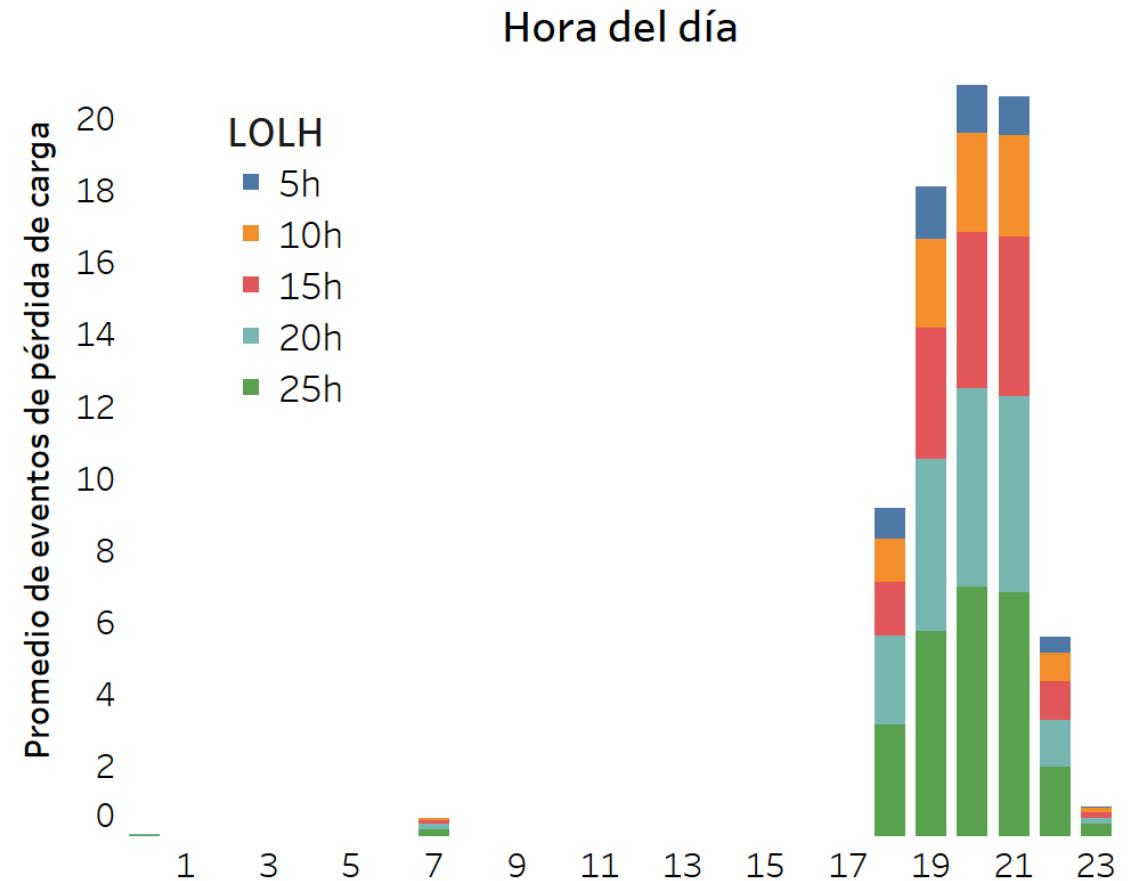
Fuente: Astrape Consulting (2016). Flexibility Metrics and Standards Project – a California Energy Systems for the 21st Century (CES-21) Project.  
<http://www.astrape.com/publications/>

Añadir generación ERNC  
intermitente aporta  
suficiencia en su definición  
tradicional...

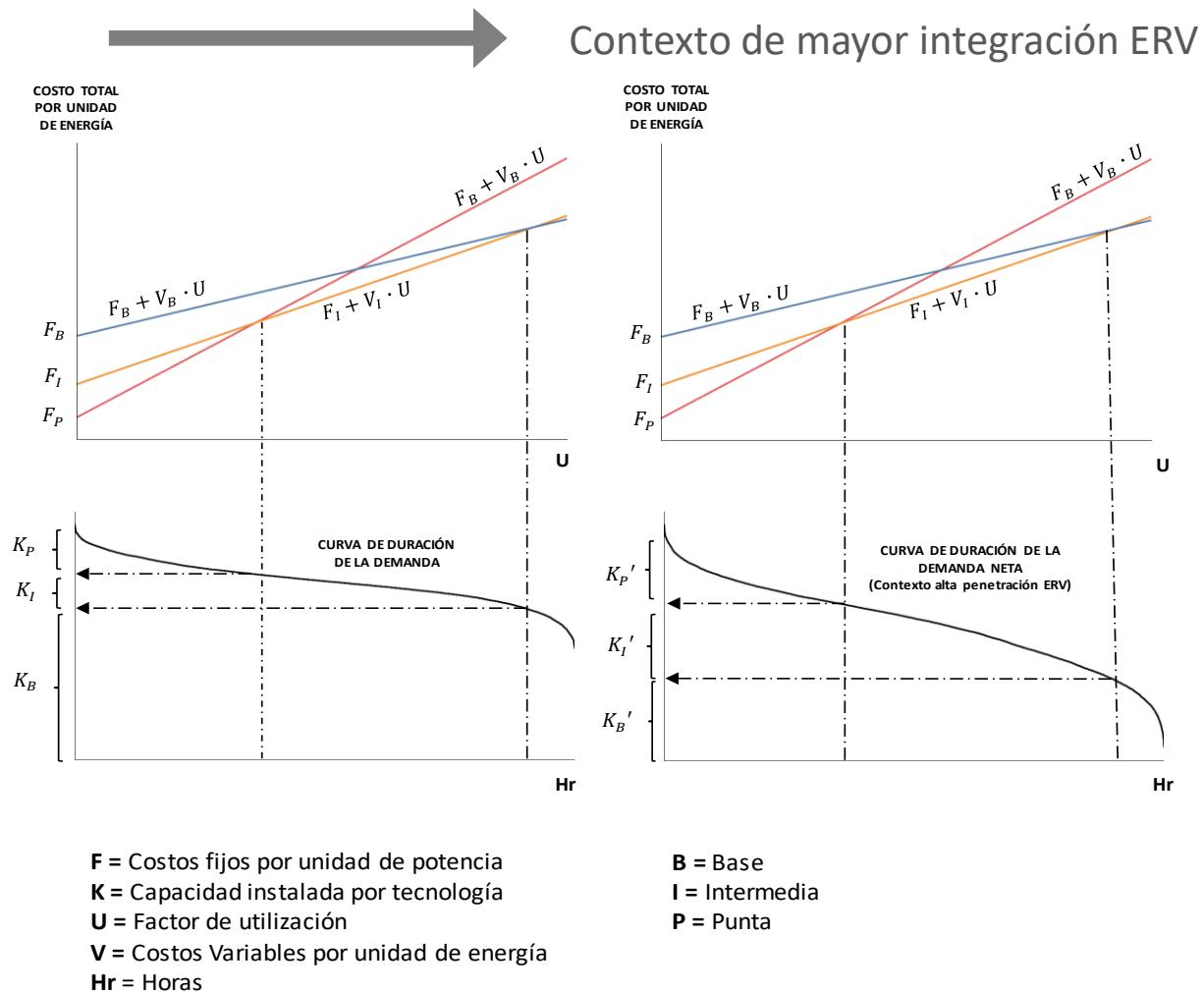
...pero incrementa los  
requerimientos de  
flexibilidad de corto plazo.

En la medida que la penetración de energía renovable aumenta, el riesgo de pérdida de carga cambia y se acota a un menor número de horas

Probabilidad de pérdida de carga horaria ante proyecciones de la operación del sistema eléctrico



# Necesidades de capacidad cambian con las necesidades de flexibilidad del sistema

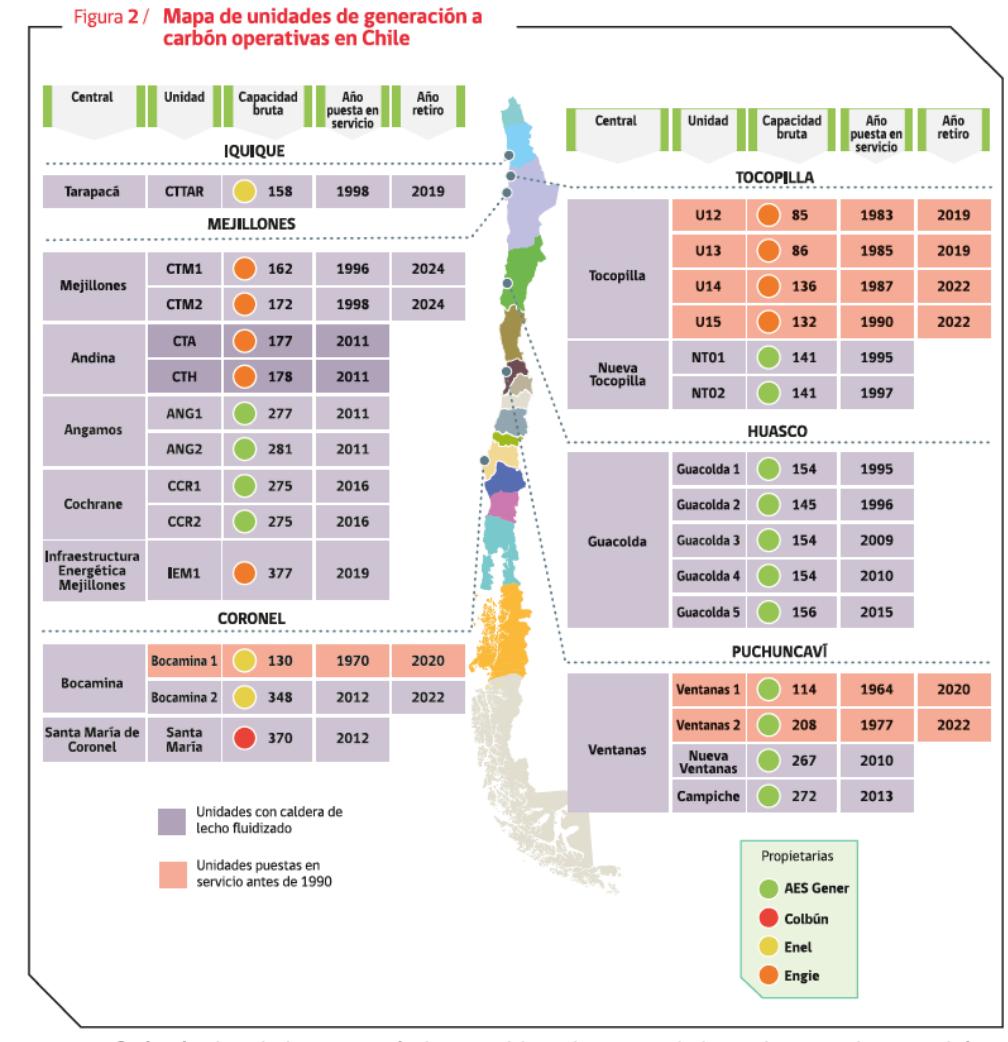


La provisión de flexibilidad asociada a necesidades de balance y a necesidades de variabilidad del sistema se pueden considerar como un servicio derivado de la **adaptación costo eficiente de la matriz de generación** a la reducción esperada del número de horas de operación a potencia máxima de las unidades.

Potencia máxima de una unidad es un atributo importante, así como también lo es mínimo técnico (*turndown*), costo de partida, tiempo de partida, tiempo mínimo de encendido y apagado, consumo específico a carga parcial, capacidad de rampa, capacidad de regular frecuencia, y capacidad de controlar emisiones a carga parcial.

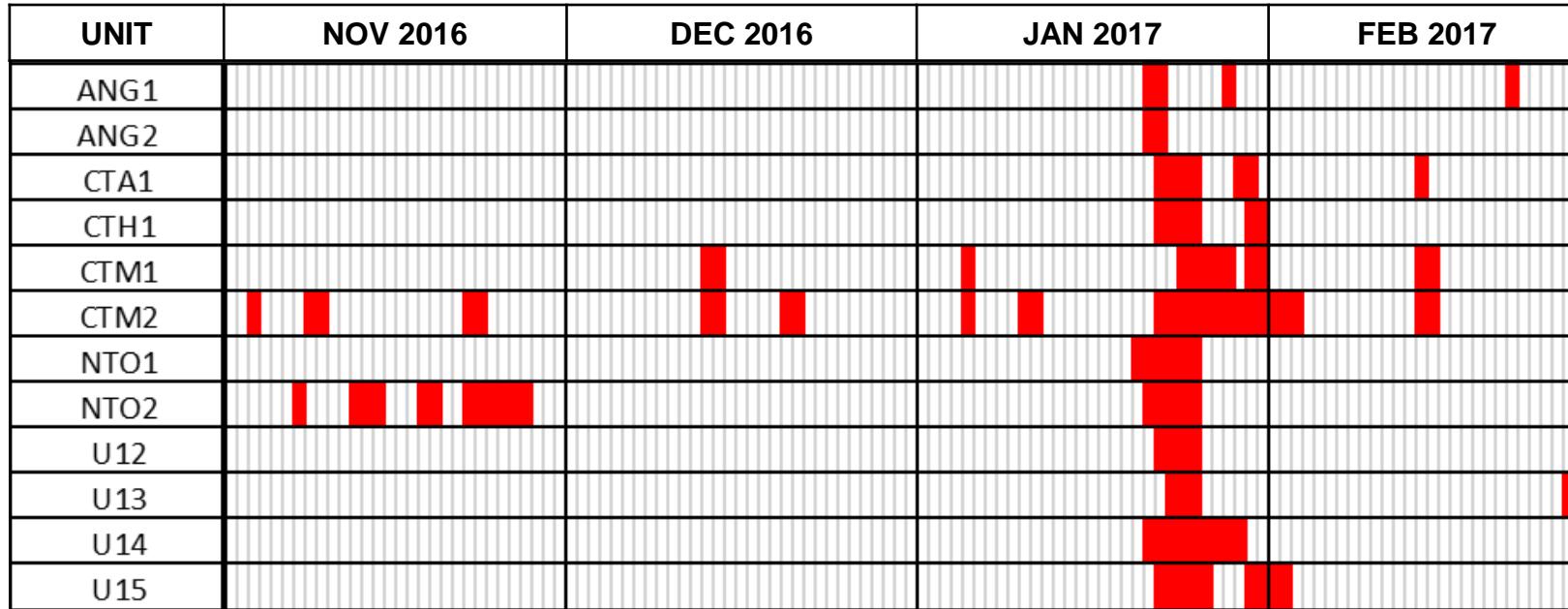
# Señales de suficiencia flexible tienen que ser contextualizadas en desafíos socio-técnicos asociados al retiro de centrales a carbón

Al año 2025, once unidades a carbón habrán cesado su operación

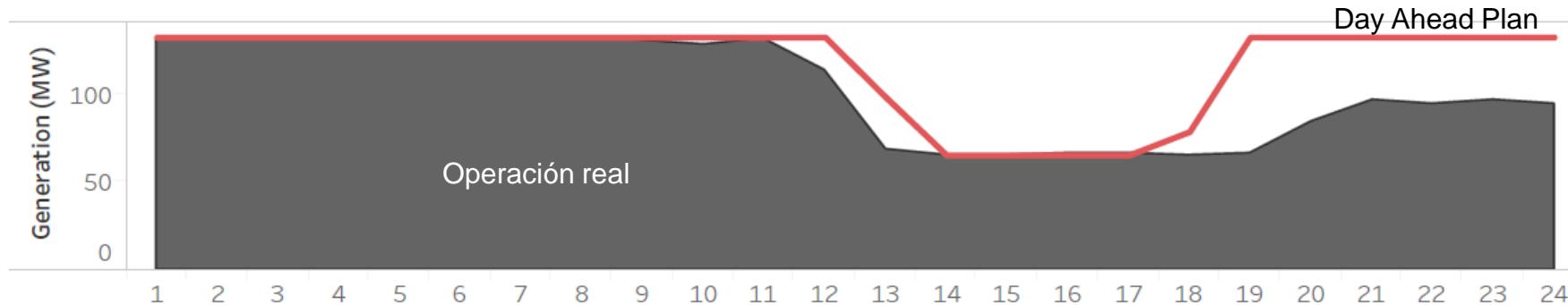


Guía técnica de buenas prácticas ambientales para el cierre de centrales a carbón  
GIZ 2020

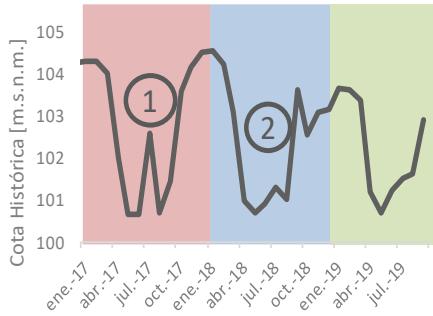
En el contexto de evaluar objetivos de confiabilidad, es deseable contextualizar adecuadamente los riesgos que enfrenta el sistema producto de limitaciones socio-ambientales que enfrentan activos de generación flexibles



"The interactions between effluent temperature limits for thermoelectric facilities and the operations of power systems with high levels of renewable energy integration"  
Jorge Moreno, Donny Holaschutz and Benjamin Maluenda  
FIFTH THERMAL ECOLOGY AND REGULATION WORKSHOP  
November 13-14, 2018 • Chattanooga, TN



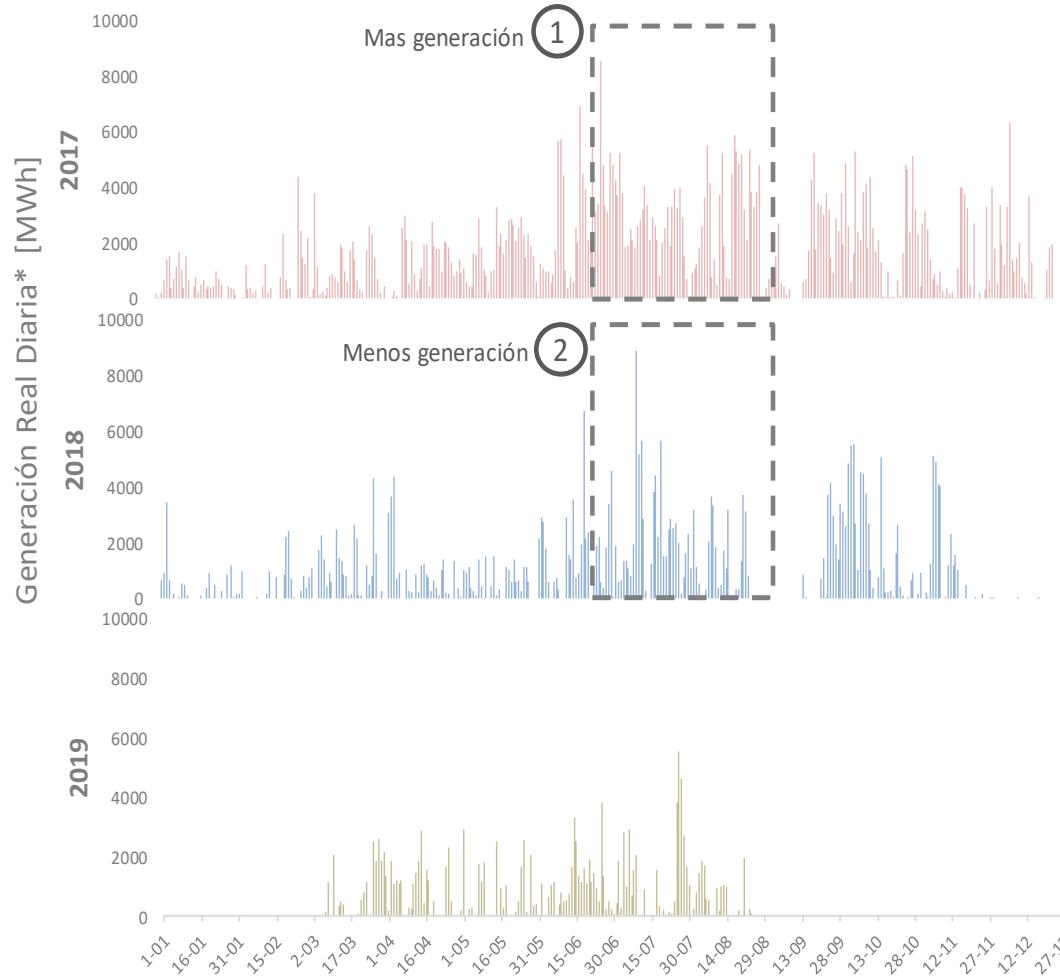
En el contexto de evaluar objetivos de confiabilidad, es deseable contextualizar adecuadamente los riesgos que enfrenta el sistema producto de limitaciones socio-ambientales que enfrentan activos de generación flexibles



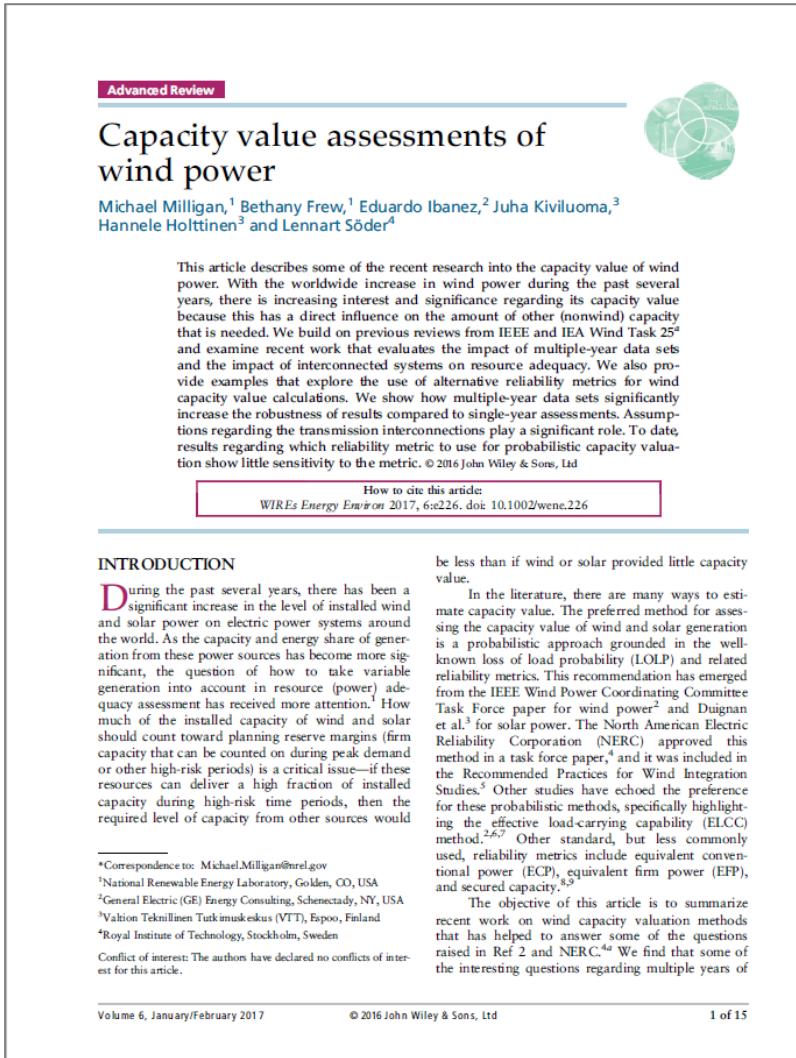
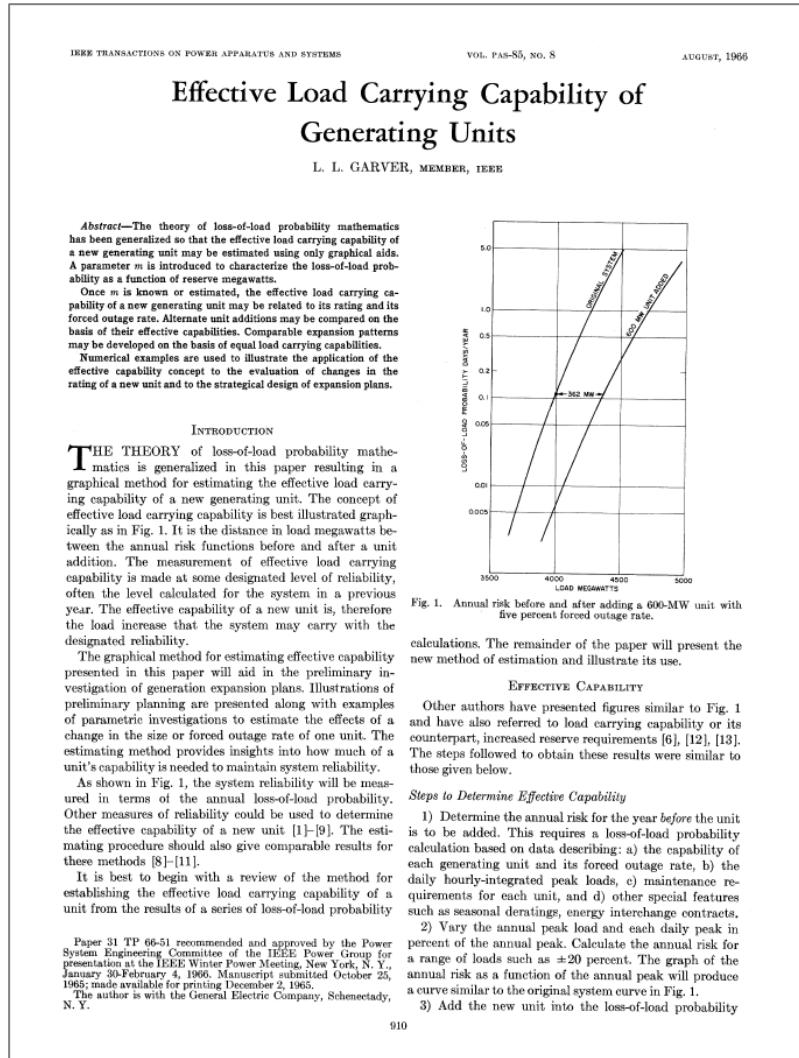
Cambios en la cota histórica del Lago Rapel han afectado la operación del embalse.

El nivel mínimo de la cota, su persistencia en el tiempo y el nivel máximo de la cota afectan la generación del embalse, como es observable en el año 2017, 2018 y 2019.

\*Información de generación real desde 1 de enero 2018 hasta 20 de octubre 2019.



# La flexibilidad está sub-reconocida en la evaluación del valor de la capacidad; es necesario dar más “*visibilidad*” al valor de la flexibilidad



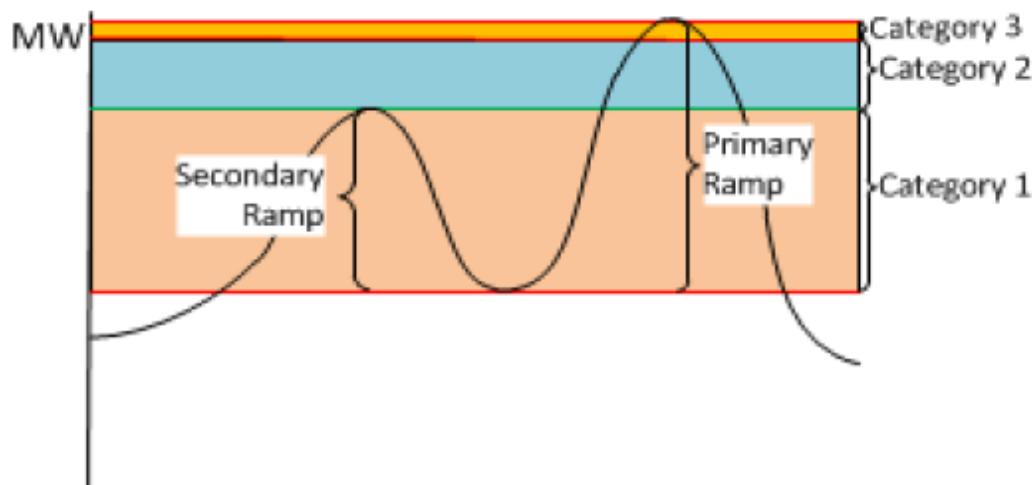
La flexibilidad tiene valor si está disponible en los momentos en que esta es requerida.

La capacidad de generación flexible efectiva (CGFE) es capaz de aumentar y mantener, por al menos 3 a 5 horas, la producción de energía, o reducir las necesidades de rampa, durante las horas de necesidad de flexibilidad del sistema o subsistema.

En California definen los requerimientos de flexibilidad asociada a necesidades de variabilidad para el seguimiento de la demanda neta del sistema, en función de la máxima rampa de demanda neta mensual esperada en períodos de 3 horas.

### Categorías de flexibilidad definidas en California

(Fuente: CAISO)



*“Flexible capacity need” is defined as the quantity of resources needed by CAISO to manage grid reliability during the greatest three-hour continuous ramp in each month.*

*Resources will be considered as “flexible capacity” if they can sustain or increase output, or reduce ramping needs, during the hours of “flexible need”*

$$\text{Necesidad de capacidad flexible (NFC}_i) = \text{Max (3RR}_{HRx,\text{mes } i}) + \text{Max (MSSC, 3,5\% * E(PL}_{mes i})) + \varepsilon$$

Consideración inicial, posteriormente este requerimiento fue modificado, detalles en “ESTUDIO DE INCORPORACIÓN DEL ATRIBUTO DE FLEXIBILIDAD AL MERCADO ELÉCTRICO CHILENO”, pg 70 – 71.

# Desafíos planteados en Staff report de la FERC

- En la medida que **los sistemas eléctricos evolucionan**, los mercados de capacidad podrían tener que **considerar necesidades operacionales del sistema**.
- **Nuevas definiciones de productos** podrían ser especificadas considerando parámetros como tiempos de partida, tiempo mínimo de operación, entre otros, que podrían ser relevantes para **satisfacer necesidades de partida rápida o capacidad de seguimiento de la demanda**.
- Para **satisfacer necesidades emergentes del sistema**, un producto relacionado a la firmeza podría estar relacionado a la **capacidad de rampa y la habilidad de mantener la inyección de energía** por un número mínimo de horas.
- En la medida que las **necesidades del sistema evolucionan**, el operador del sistema podría **ajustar la cantidad de cada producto asociado al mercado de capacidad**.



Centralized Capacity Market Design Elements  
Commission Staff Report  
AD13-7-000

*"The opinions and views expressed in this staff report do not necessarily represent those of the Federal Energy Regulatory Commission, its Chairman, or individual Commissioners, and are not binding on the Commission."*

# Objetivos para determinar la capacidad de generación compatible con la suficiencia

- Garantizar la **disponibilidad de un margen de reserva** adecuado para abastecer la demanda.
- Proveer señales de mercado para el cumplimiento de un **objetivo de Probabilidad de Pérdida de Carga** del sistema de manera eficiente.
- Generar un **incentivo** para que las **unidades de generación estén disponibles** cuando sean requeridas.
- Generar una **señal de largo plazo para capacidad de generación flexible efectiva en el sistema**, es decir, para unidades con menor mínimo técnico (mayor turndown o rango operacional), mayor capacidad de rampa y menor tiempo de partida que contribuyan a las necesidades de flexibilidad asociada a requerimientos de variabilidad para el seguimiento de la demanda neta. Considerando también sistemas de almacenamiento.
- Mantener **compatibilidad entre esquema de precios de energía, potencia y servicios complementarios** requeridos en el sistema para que todas las definiciones sean coherentes y armónicas entre sí.
- Proveer una **señal estable para el desarrollo de largo plazo** del mercado.
- **Evitar doble pago** de infraestructura.

# Agenda

1. Aspectos generales
2. Esquema propuesto en estudio GIZ 2019

# Propuesta de mecanismo de adecuación (suficiencia) a las necesidades de capacidad flexible del sistema

Se propone adaptar el mecanismo de potencia de suficiencia vigente **modularizando el mercado demanda máxima** del sistema o subsistema en dos componentes:

1. Necesidad de flexibilidad del sistema o subsistema, y
2. Demanda máxima genérica del sistema o subsistema.

También se propone **modularizar la Potencia Máxima de una unidad** en dos atributos:

1. Capacidad de generación flexible efectiva, y
2. Capacidad de generación sin flexibilidad efectiva.

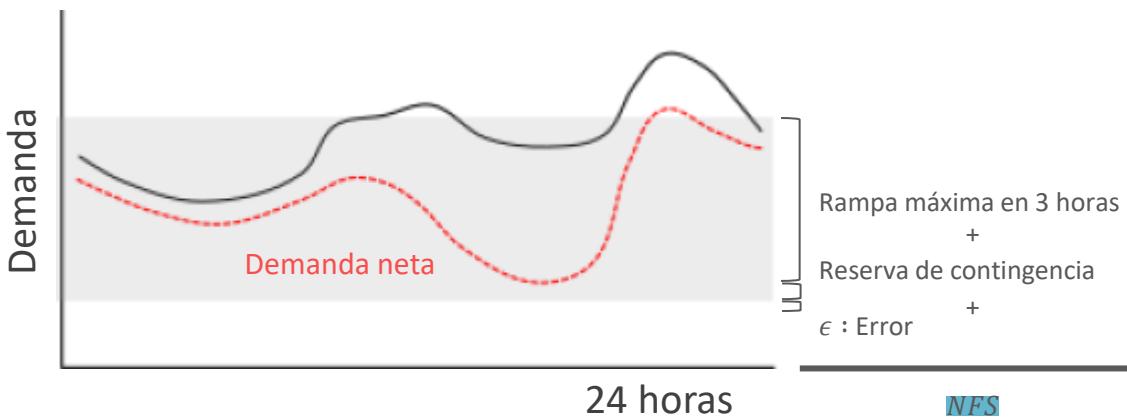
# Segmentación del mercado de capacidad

Mercado de capacidad flexible

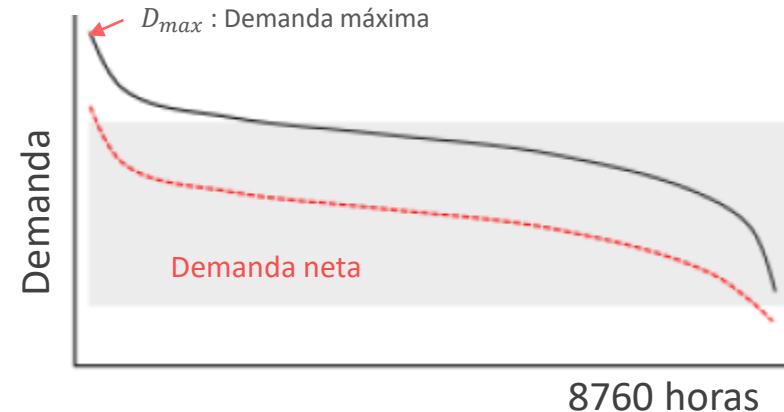
Mercado de capacidad genérica

# Segmentación del mercado de capacidad

## Mercado de capacidad flexible



## Mercado de capacidad genérica



1. NFS: Necesidad de Flexibilidad del sistema
2.  $P_{cf}$ : Precio de la capacidad flexible



$$\text{Pagos totales} = \text{NFS} * P_{cf}$$

1.  $DG_{max}$ : Demanda genérica máxima       $D_{max} - NFS$
2.  $P_{cg}$ : Precio de la capacidad genérica



$$\text{Pagos totales} = DG_{max} * P_{cg}$$

# 1. Determinación de Potencia Máxima Bruta, Potencia Mínima, Capacidad de Rampa Promedio y Tiempo de Partida de cada unidad

1. Determinación de Potencia Máxima Bruta, Potencia Mínima, Capacidad de Rampa Promedio y Tiempo de Partida de cada unidad
2. Determinación de **Capacidad de Generación con y sin Flexibilidad Efectiva** de cada unidad (**CGFE** y **CGSFE**)

**CGFE:** Capacidad de Generación con Flexibilidad Efectiva

Oferta en

Mercado de capacidad flexible

**CGSFE:** Capacidad de Generación sin Flexibilidad Efectiva

Oferta en

Mercado de capacidad genérica

1. Determinación de **Potencia Máxima Bruta**, **Potencia Mínima**, **Capacidad de Rampa Promedio** y **Tiempo de Partida** de cada unidad
2. Determinación de **Capacidad de Generación con y sin Flexibilidad Efectiva** de cada unidad (**CGFE** y **CGSFE**)

**CGFE:** Capacidad de Generación con Flexibilidad Efectiva

Oferta en

Mercado de capacidad flexible

**CGSFE:** Capacidad de Generación sin Flexibilidad Efectiva

Oferta en

Mercado de capacidad genérica

$$CGFE = \begin{cases} \min\{P_{max} - P_{min}; Rampa \cdot 180 \text{ min}\} \\ \quad \text{Si Tiempo de Partida} \geq 90 \text{ min} \\ \min\{P_{max}; P_{min} + Rampa \cdot (180 \text{ min} - \text{Tiempo Partida})\} \\ \quad \text{Si Tiempo de Partida} < 90 \text{ min} \end{cases}$$

$$CGSFE = P_{max} - CGFE$$

1. Determinación de Potencia Máxima Bruta, Potencia Mínima, Capacidad de Rampa Promedio y Tiempo de Partida de cada unidad
2. Determinación de **Capacidad de Generación con y sin Flexibilidad Efectiva** de cada unidad (**CGFE** y **CGSFE**)

**CGFE:** Capacidad de Generación con Flexibilidad Efectiva

Mercado de capacidad flexible

Unidades que podrían participar en el **mercado de capacidad flexible**

- Almacenamiento
- Termoeléctricas
- Hidroeléctricas

**CGSFE:** Capacidad de Generación sin Flexibilidad Efectiva

Mercado de capacidad genérica

Unidades que podrían participar en el **mercado de capacidad genérica**

- Almacenamiento
- Termoeléctricas
- Renovables no convencionales

La **capacidad de generación flexible efectiva (CGFE)** es capaz de aumentar y mantener, por al menos 3 a 5 horas, la producción de energía, o reducir las necesidades de rampa, durante las horas de necesidad de flexibilidad del sistema o subsistema. La autoridad puede definir un método para, consistente con esta definición, cuantificar CGFE de generación solar y eólica; en principio es cero.

### 3. Determinación de **CGFE Preliminar** y **CGSFE Preliminar** de cada unidad considerando:

Consumos propios | Mantenimientos | Indisponibilidad forzada | Probabilidad de excedencia

# Respecto de la Potencia Equivalente

Se determina a partir de los antecedentes disponibles en el control estadístico que realiza el Coordinador, se sugiere **considerar todas las limitaciones** que presenta la oferta de potencia, y por consiguiente la firmeza, de las unidades, entre ellas:

- Las **limitaciones de carácter ambiental** que pueden afectar la oferta de potencia de unidades térmicas (cumplimiento de DS 90, DS 13 y limitaciones de ruido).
- **Limitaciones de control de cota** que afecten la oferta de potencia de unidades hidroeléctricas.

Cada vez que ocurra una limitación de las características señaladas, se debe documentar no sólo el inicio de la limitación, sino también la potencia disponible mientras la limitación está activa, y la duración de la limitación (considerando el momento que se informa el término de ella). Esto implica mejoras al Registro de Instrucciones Operacionales que realiza el Coordinador.

Mayor compatibilidad con estándares internacionales, por ejemplo, IEEE Std. 762, 2006 (*IEEE Standard Definitions for Use in Reporting Electric Generating Unit Reliability, Availability, and Productivity*).

### 3. Determinación de CGFE Preliminar y CGSFE Preliminar de cada unidad considerando:

Consumos propios | Mantenimientos | Indisponibilidad forzada | Probabilidad de excedencia

### 4. Determinación CGFE Definitiva y CGSFE Definitiva de cada unidad “i”

CGFED

CGSFED

Mercado de capacidad flexible

Mercado de capacidad genérica

### 3. Determinación de CGFE Preliminar y CGSFE Preliminar de cada unidad considerando:

Consumos propios | Mantenimientos | Indisponibilidad forzada | Probabilidad de excedencia

### 4. Determinación CGFE Definitiva y CGSFE Definitiva de cada unidad “i”

CGFED

CGSFED

Mercado de capacidad flexible

Mercado de capacidad genérica

$$CGFED_i = \alpha_i \cdot CGFEP_i \cdot \frac{NFS \pm X}{\sum_{j \in G} CGFEP_j \cdot \alpha_j}$$

$$CGSFED_i = [CGSFEPE_i + (1 - \alpha_i) \cdot CGFEP_i] \cdot \frac{DG_{max} \pm X}{\sum_{j \in G} CGSFEPE_j + (1 - \alpha_j) \cdot CGEP_j}$$

# Propuesta de adaptación de mecanismos de suficiencia

## Síntesis de objetivos

- Garantizar la **disponibilidad de un margen de reserva** adecuado para abastecer la demanda.
- Proveer señales de mercado para el cumplimiento de un **objetivo de Probabilidad de Pérdida de Carga** del sistema de manera eficiente.
- Generar un **incentivo** para que las **unidades de generación estén disponibles** cuando sean requeridas.
- Generar una **señal de largo plazo para capacidad de generación flexible efectiva en el sistema**, es decir, para unidades con menor mínimo técnico (mayor turndown o rango operacional), mayor capacidad de rampa y menor tiempo de partida que contribuyan a las necesidades de flexibilidad asociada a requerimientos de variabilidad para el seguimiento de la demanda neta. Considerando también sistemas de almacenamiento.
- Mantener **compatibilidad entre esquema de precios de energía, potencia y servicios complementarios** requeridos en el sistema para que todas las definiciones sean coherentes y armónicas entre sí.
- Proveer una **señal estable para el desarrollo de largo plazo** del mercado.
- **Evitar doble pago** de infraestructura.

# Mesa de Trabajo Reglamento de Potencia

Incorporación del atributo de flexibilidad en la suficiencia



3 de diciembre, 2020