



Ministerio  
de Energía



# Sesión 10 - Mesa de Trabajo Reglamento de Potencia

Ministerio de Energía - Comisión Nacional de Energía  
Diciembre 2020



# Agenda – Criterios relevantes en Potencia de Suficiencia

- Comentarios de los asistentes
- Diagnóstico - flexibilidad
- Flexibilidad como señal de inversión de largo plazo
- Propuesta metodológica para asignación de potencia flexible
- Ponderación del requerimiento de flexibilidad
- Otras consideraciones respecto de la metodología



## **Comentarios de los asistentes**

---

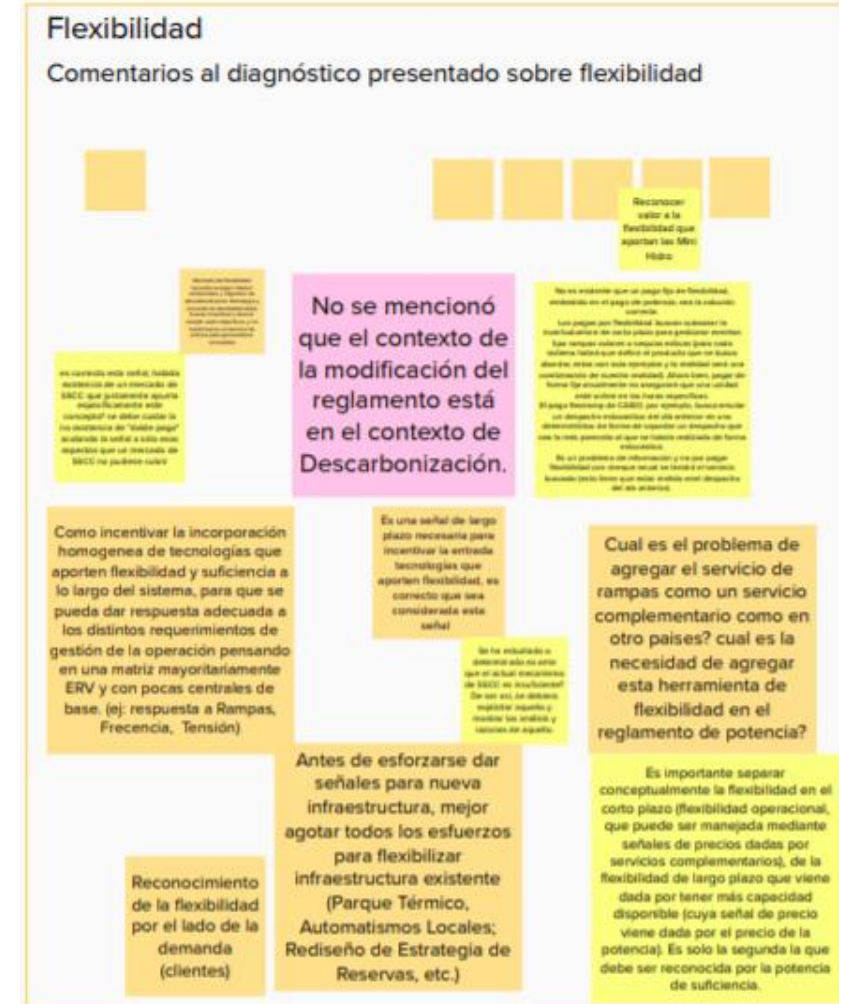
Mesa de trabajo del Reglamento de Potencia

# Comentarios de los asistentes - Flexibilidad



Los temas asociados a flexibilidad, levantados en las sesiones anteriores apuntaban a los siguientes 4 aspectos:

- ✓ Contexto actual y escenario futuro
  - Descarbonización y cambio climático.
  - Mayor participación ERV.
- ✓ Señal a la flexibilidad.
  - Requerimientos de flexibilidad y necesidad de señal de largo plazo.
  - Relación entre flexibilidad y SSCC. Evitar doble pago.
- ✓ Reconocimiento de flexibilidad.
  - Aporte de las diversas tecnologías a este atributo, entre ellas almacenamiento.
  - Aporte de la demanda a flexibilidad.





## **Diagnóstico - flexibilidad**

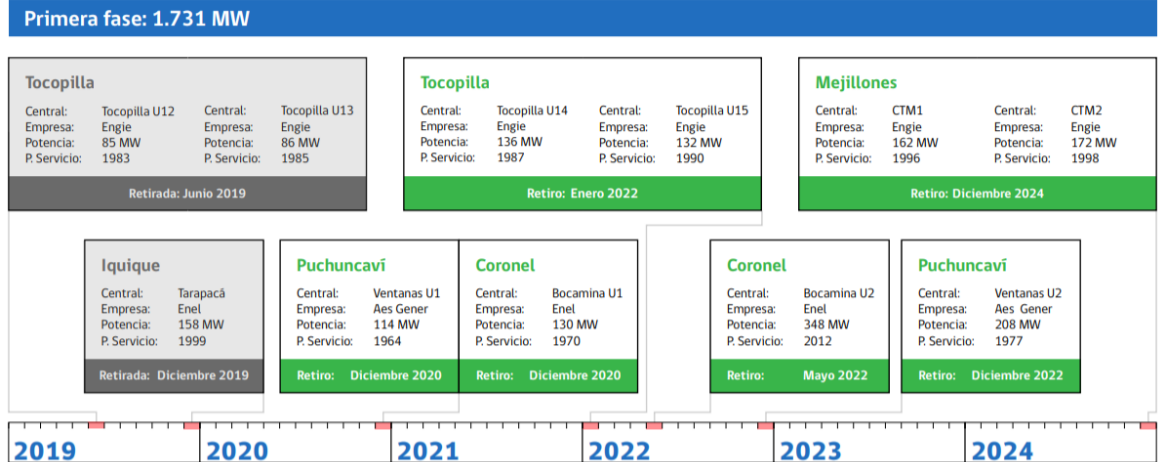
---

Mesa de trabajo del Reglamento de Potencia

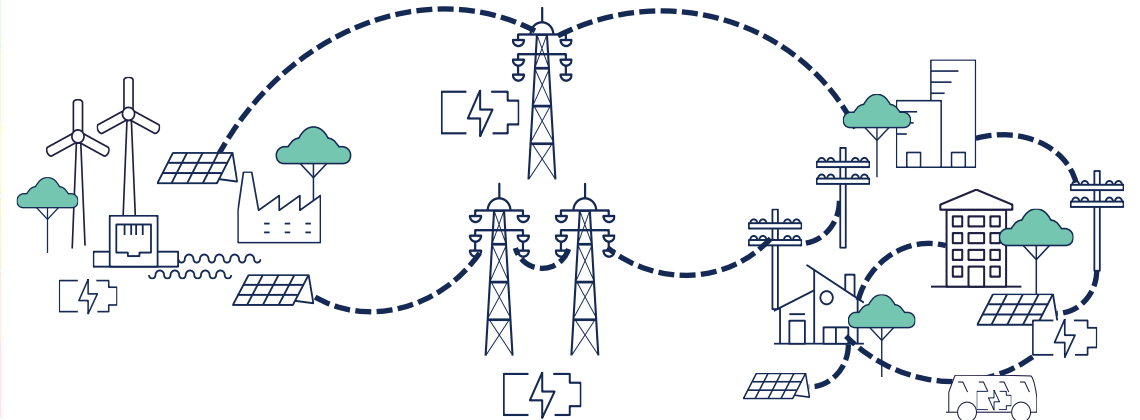
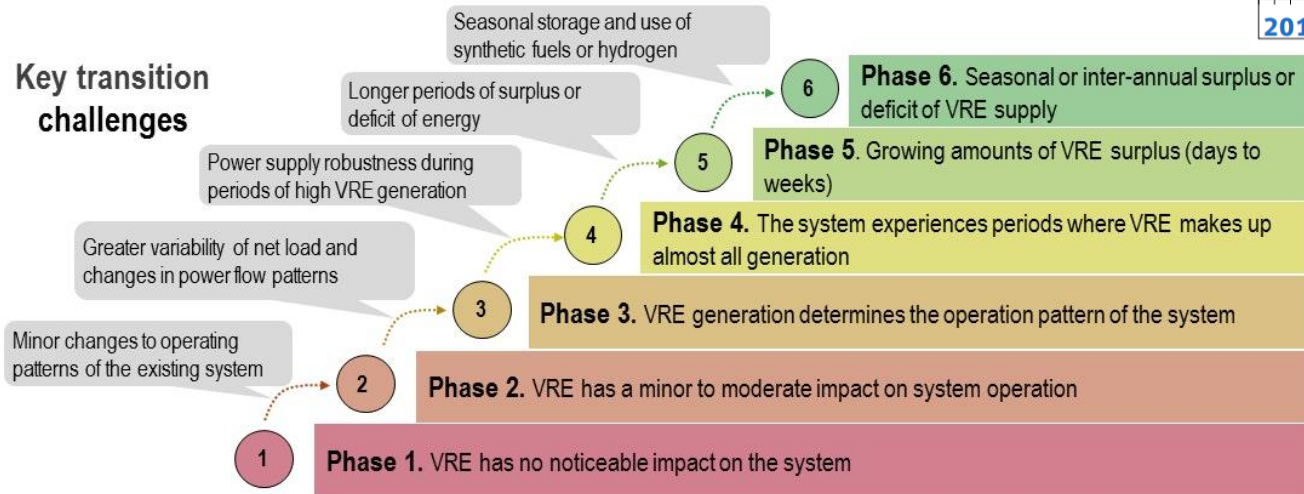
# Diagnóstico - Flexibilidad



## CIERRE DE LAS CENTRALES A CARBÓN Cronograma Primera Fase 2019-2024

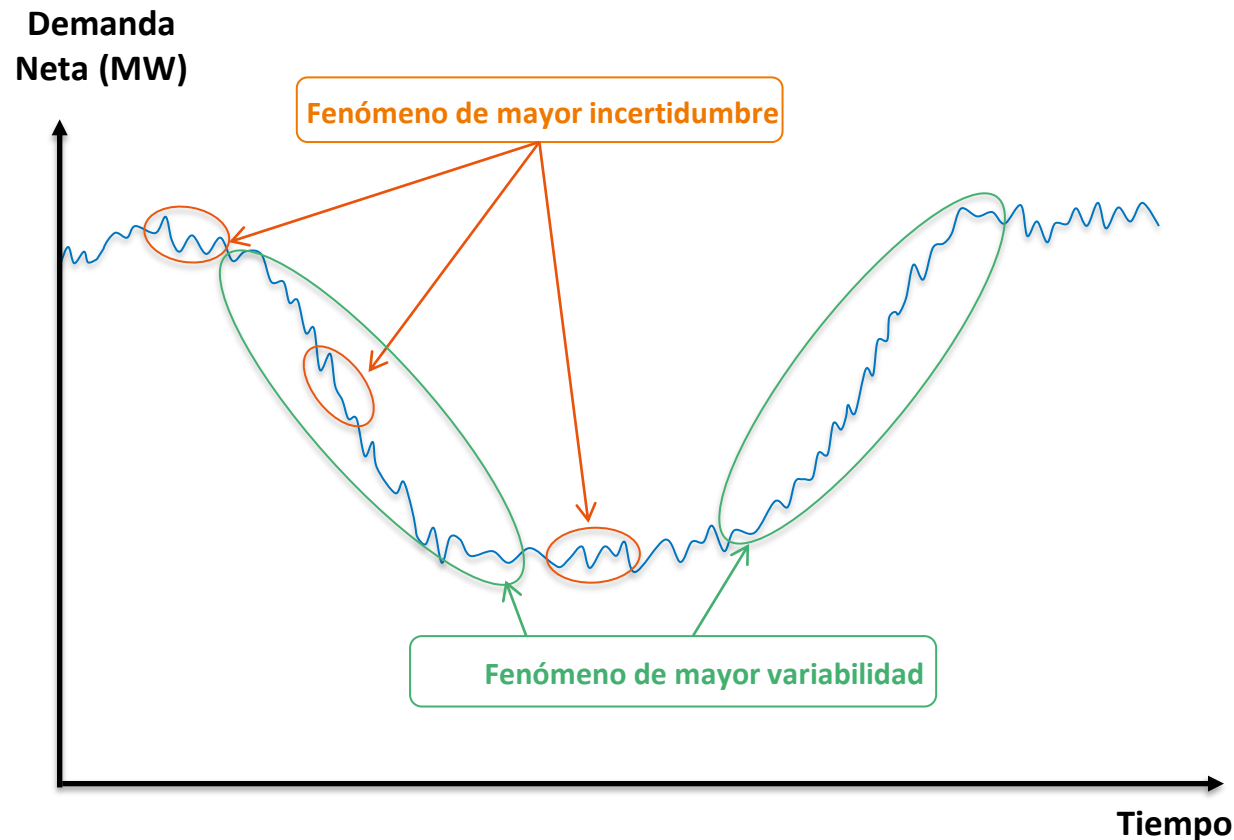


### Key transition challenges



Fuente: Adaptado de IEA (2018a), World Energy Outlook 2018.

# Diagnóstico – Flexibilidad



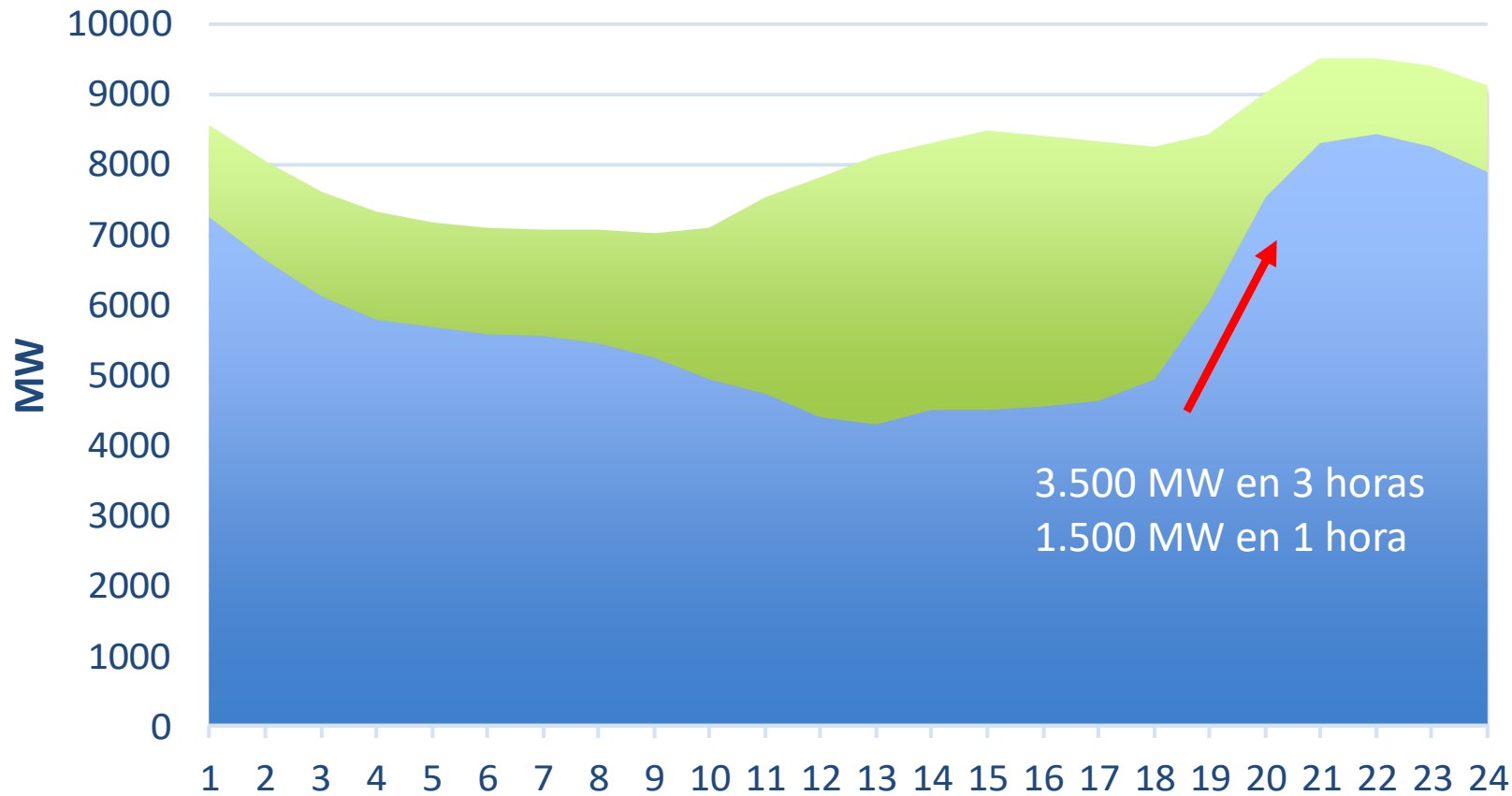
Fuente: Elaboración propia

## Diagnóstico realizado en Estrategia de Flexibilidad:

- Mercado de SSCC se utiliza para gestionar variaciones de muy corto plazo.
- No se cuenta con señales para incentivar los recursos o capacidad suficiente para gestionar los requerimientos de flexibilidad (mayor variabilidad) de forma eficiente.

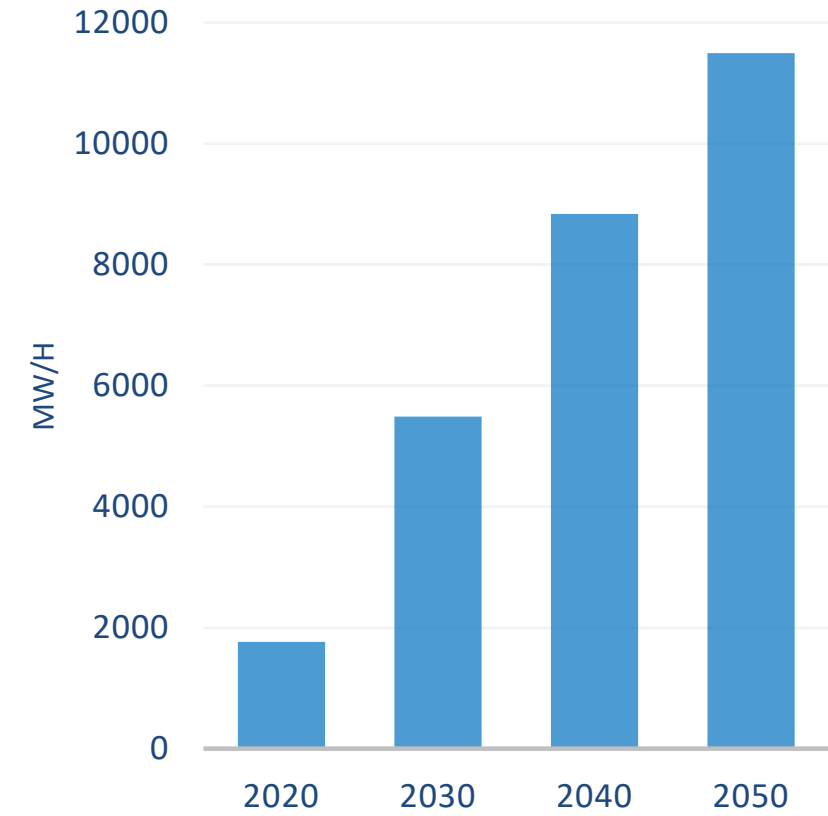
# Diagnóstico – Flexibilidad

## Demanda Total y Neta 23 de Agosto de 2020



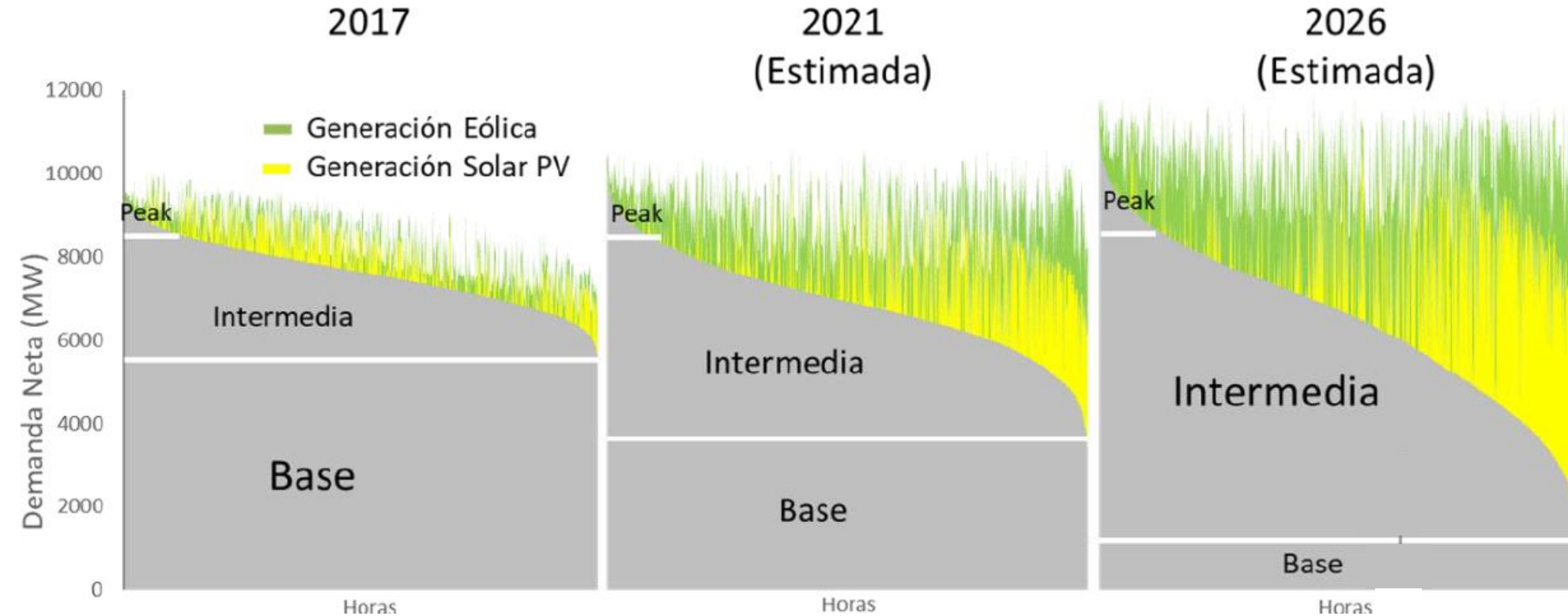
Fuente: Elaboración propia en base a información del Coordinador Eléctrico Nacional

## Proyección de requerimientos de flexibilidad



Fuente: Planificación Energética de Largo Plazo, Actualización 2019

# Diagnóstico – Flexibilidad



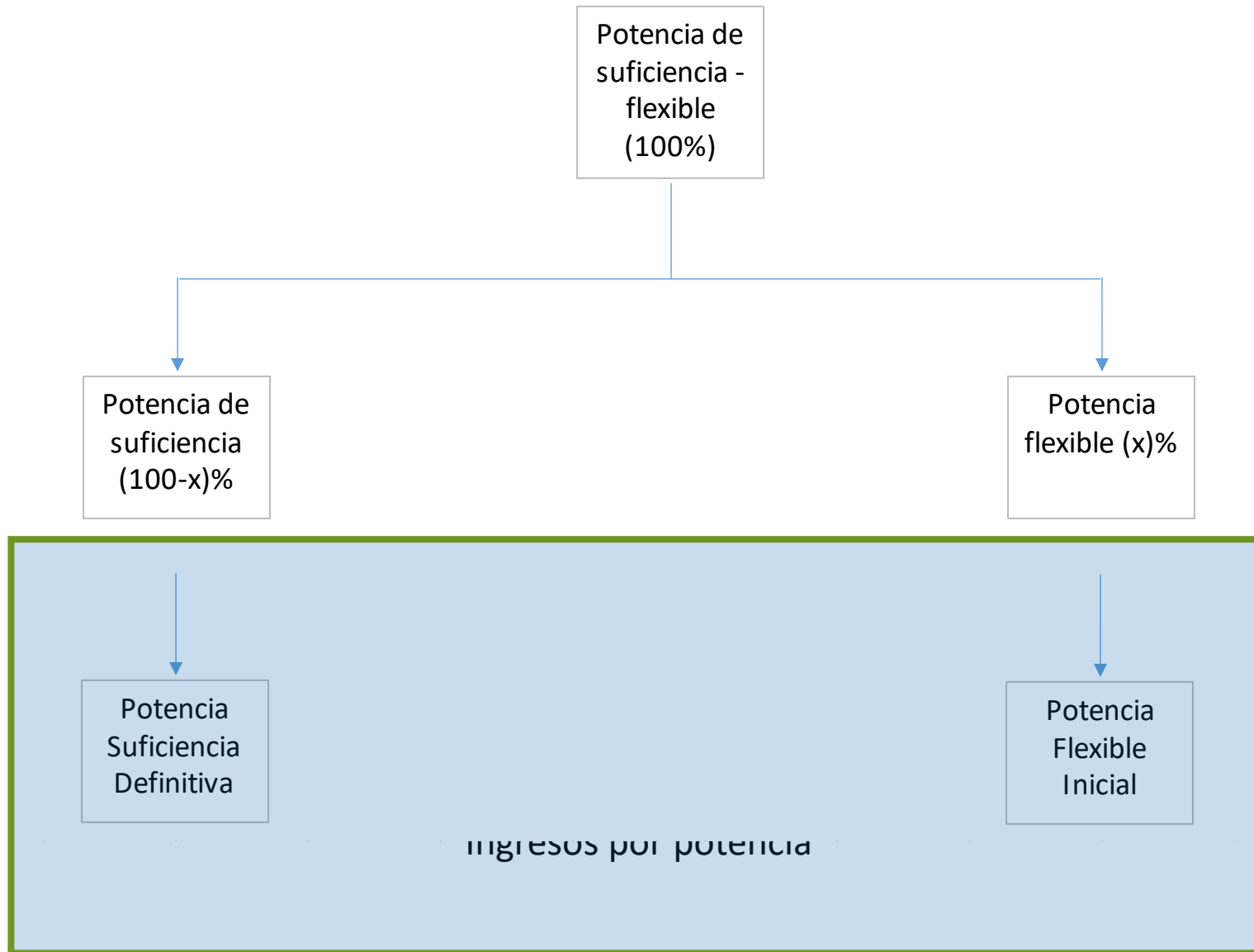
*Fuente: Estudio de incorporación del atributo de flexibilidad al mercado eléctrico chileno, Inodú*

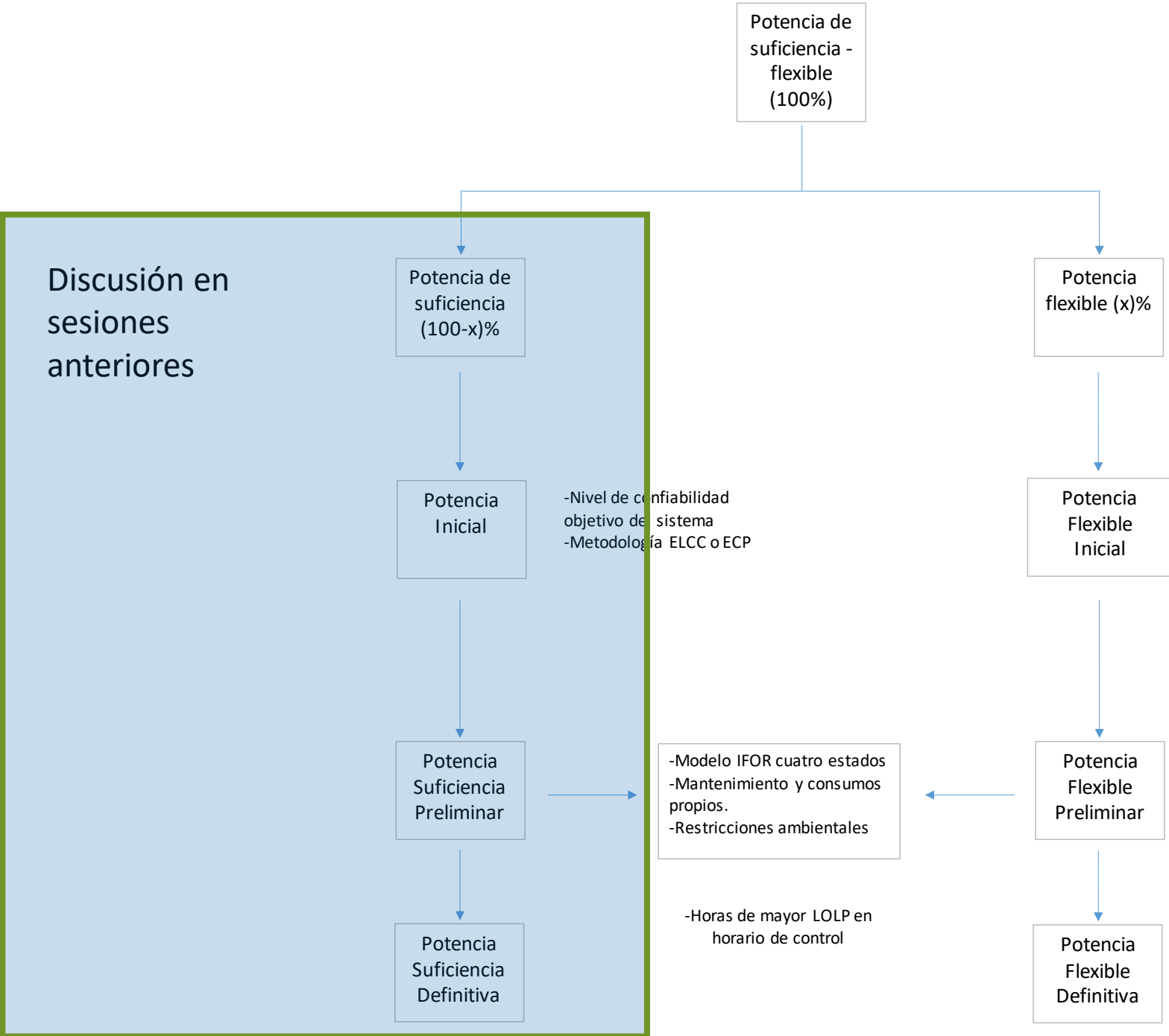
- Se espera que se modifique completamente la curva de demanda del sistema.
- Los requerimientos de flexibilidad y suficiencia son relevantes para una operación confiable y económica y se deben entender no solo como la necesidad de abastecer la demanda de forma estática, sino también como la capacidad de transitar entre distintos estados.

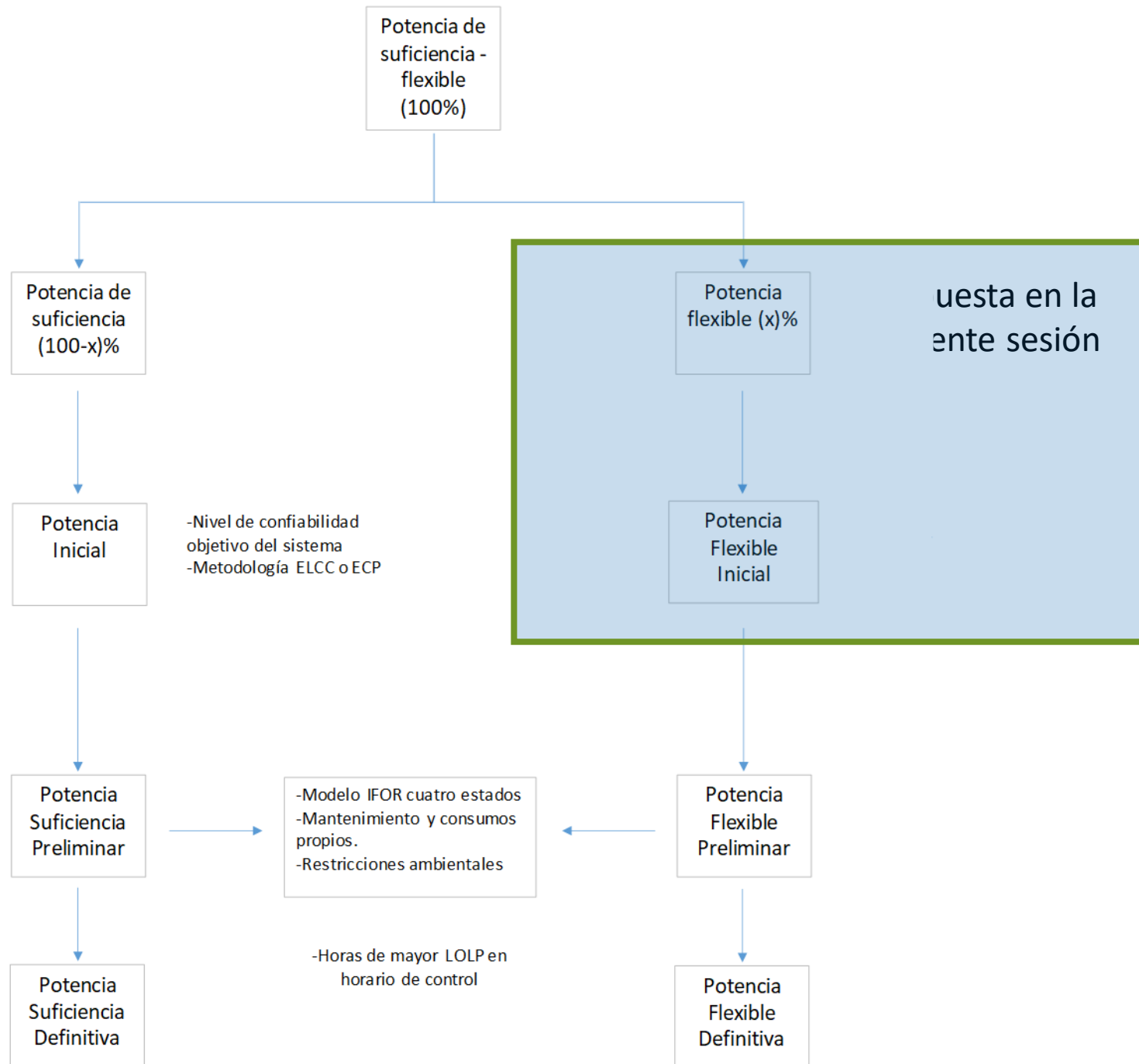


## **Flexibilidad como señal de inversión de largo plazo**

Mesa de trabajo del Reglamento de Potencia







# Requerimiento de flexibilidad

- Estrategia de Flexibilidad del Ministerio de Energía la define como la *“capacidad de un sistema eléctrico para responder a la variabilidad e incertidumbre de la generación y demanda, de manera segura y económica, en distintas escalas de tiempo”*.
- Para separar conceptos se puede definir requerimientos de rampas e incertidumbre de la demanda y de las fuentes ERV.

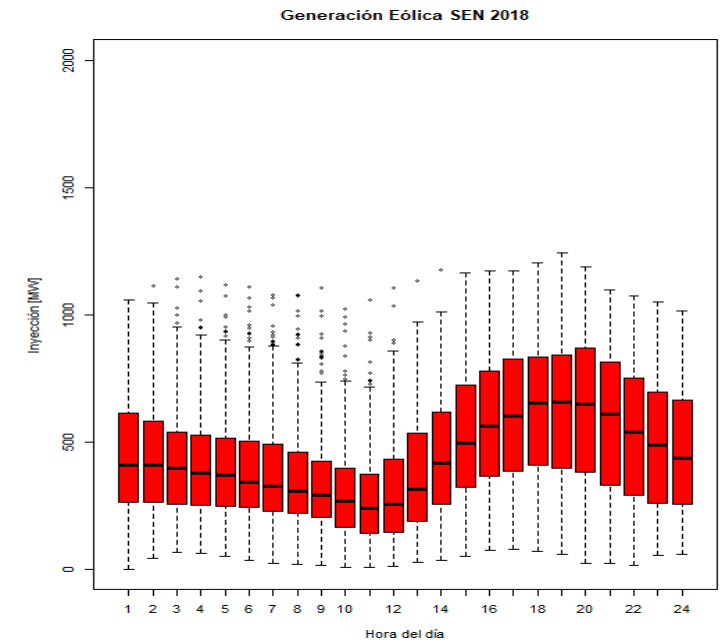
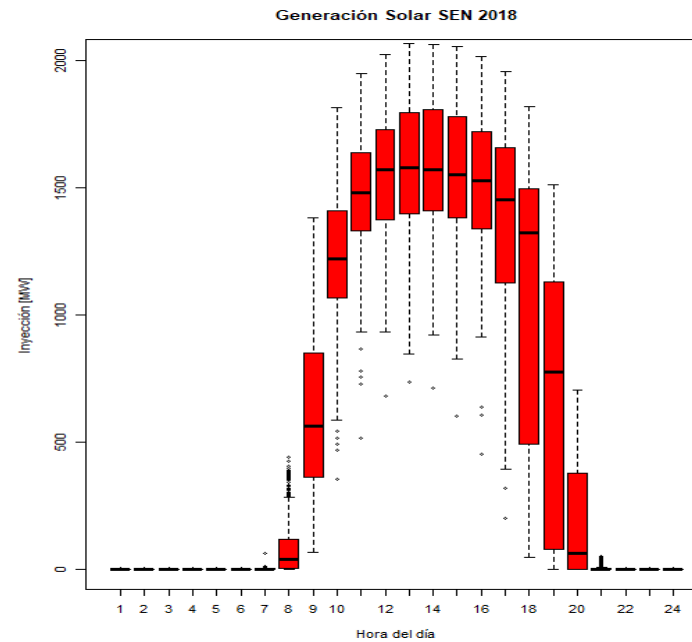
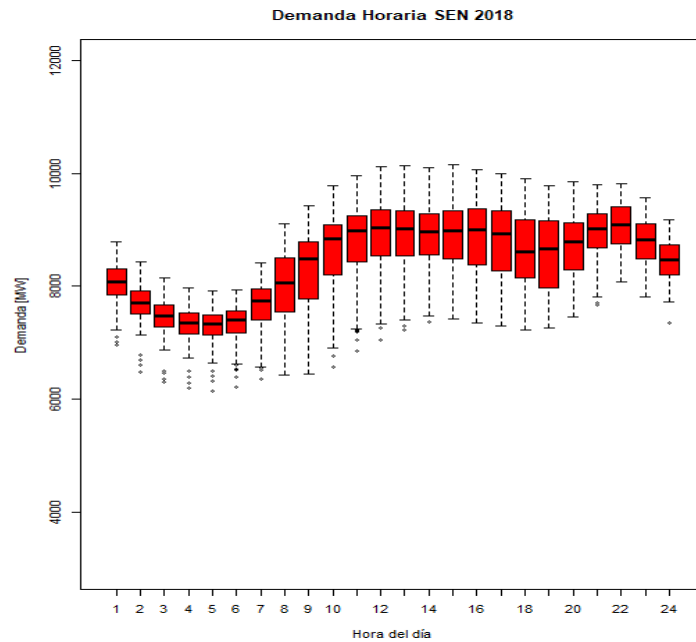


# Requerimiento de flexibilidad

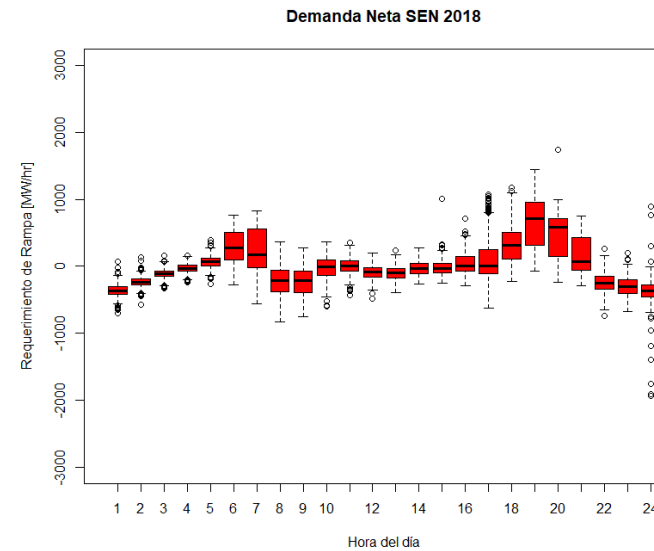
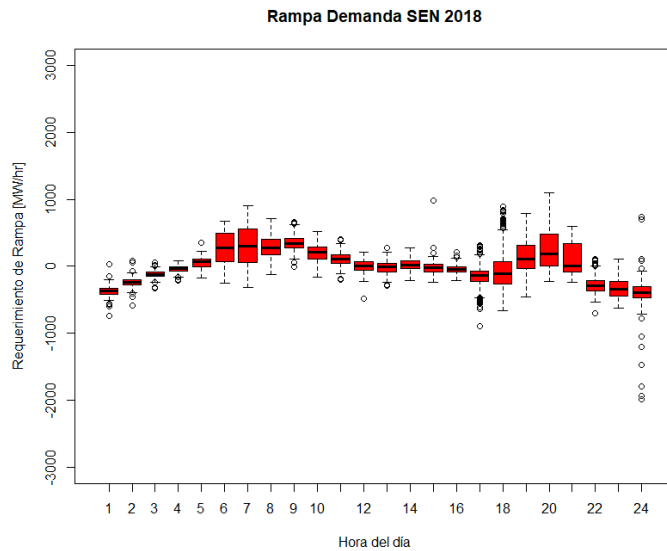
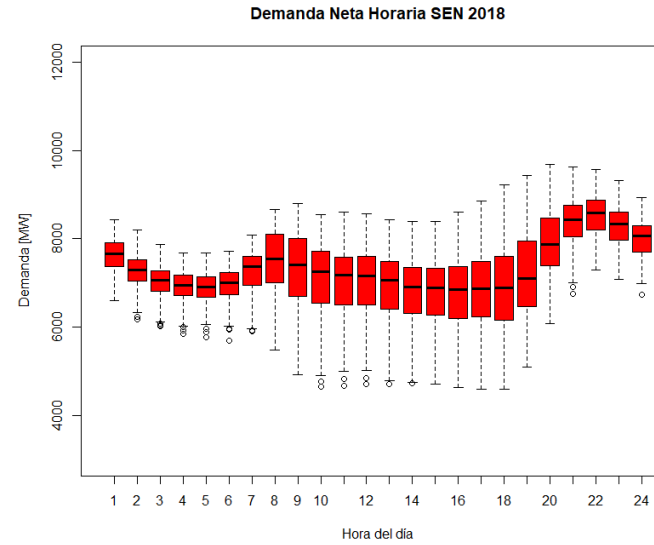
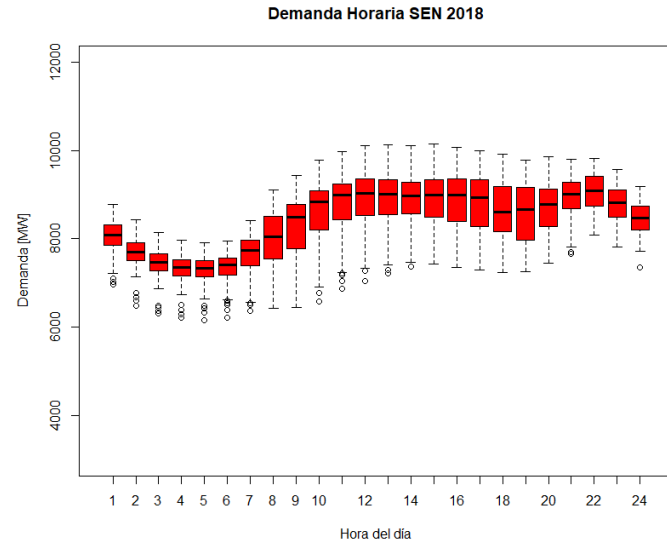
Para la propuesta metodológica se define la Necesidad de Flexibilidad del Sistema de la siguiente forma:

$$NFS \propto Rampa$$

Rampa: rampa medida en MW/h.



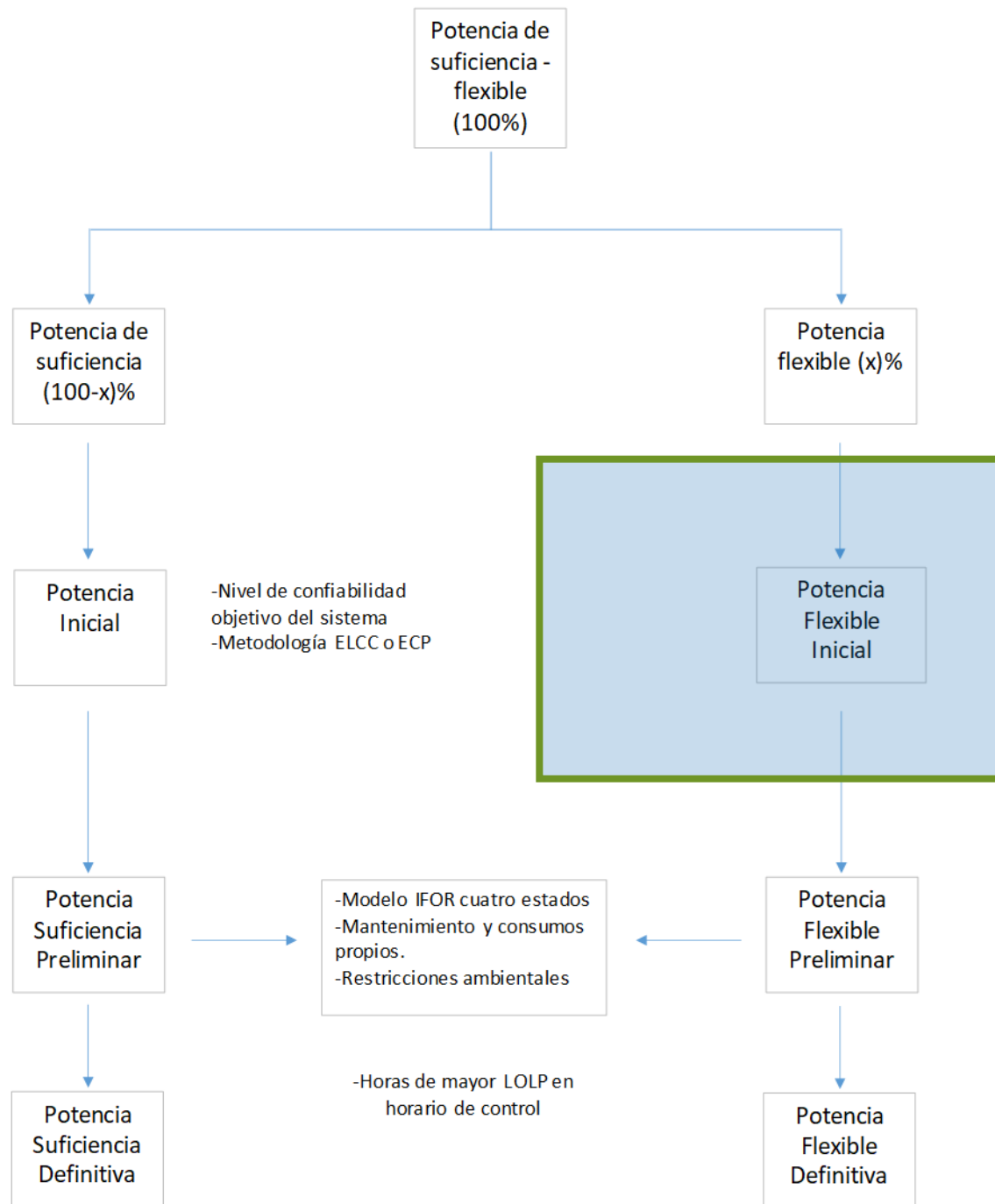
# Requerimiento de flexibilidad





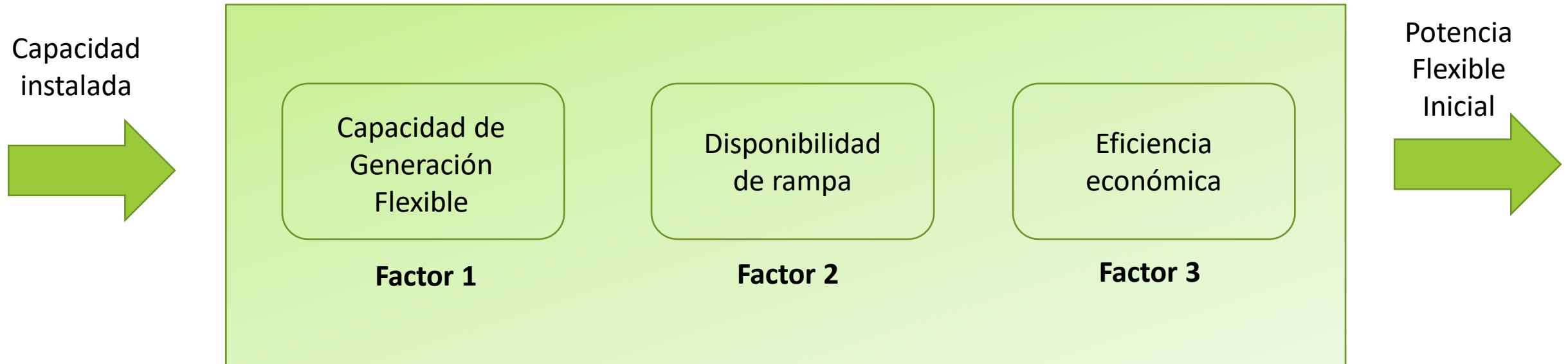
# **Propuesta metodológica para asignación de potencia flexible**

Mesa de trabajo del Reglamento de Potencia



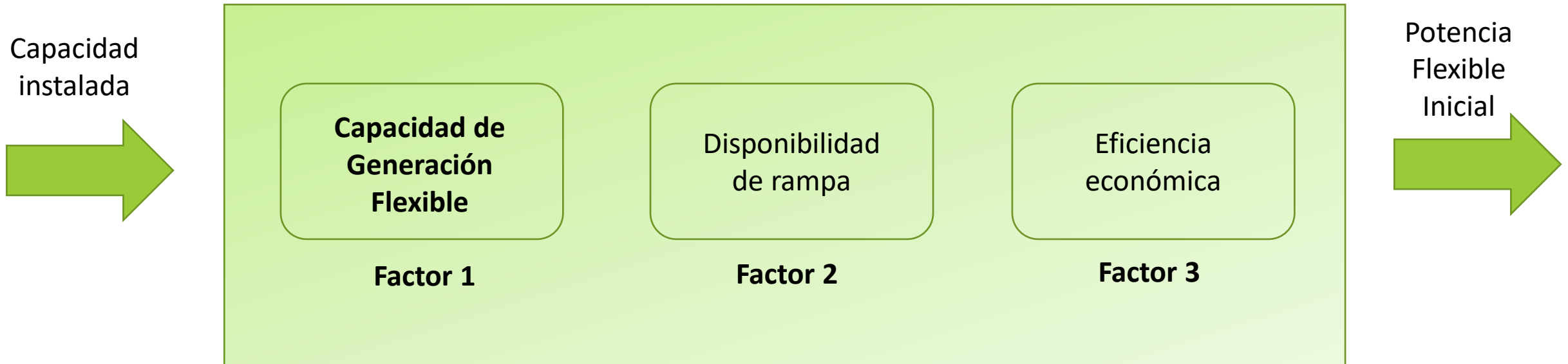
# Propuesta metodológica para asignación de potencia flexible

Reconocimiento de la potencia flexible sobre la base de tres ejes



# Propuesta metodológica para asignación de potencia flexible

Reconocimiento de la potencia flexible sobre la base de tres ejes



# Propuesta metodológica para asignación de potencia flexible

- Definición de la Capacidad de Generación Flexible (CGF):

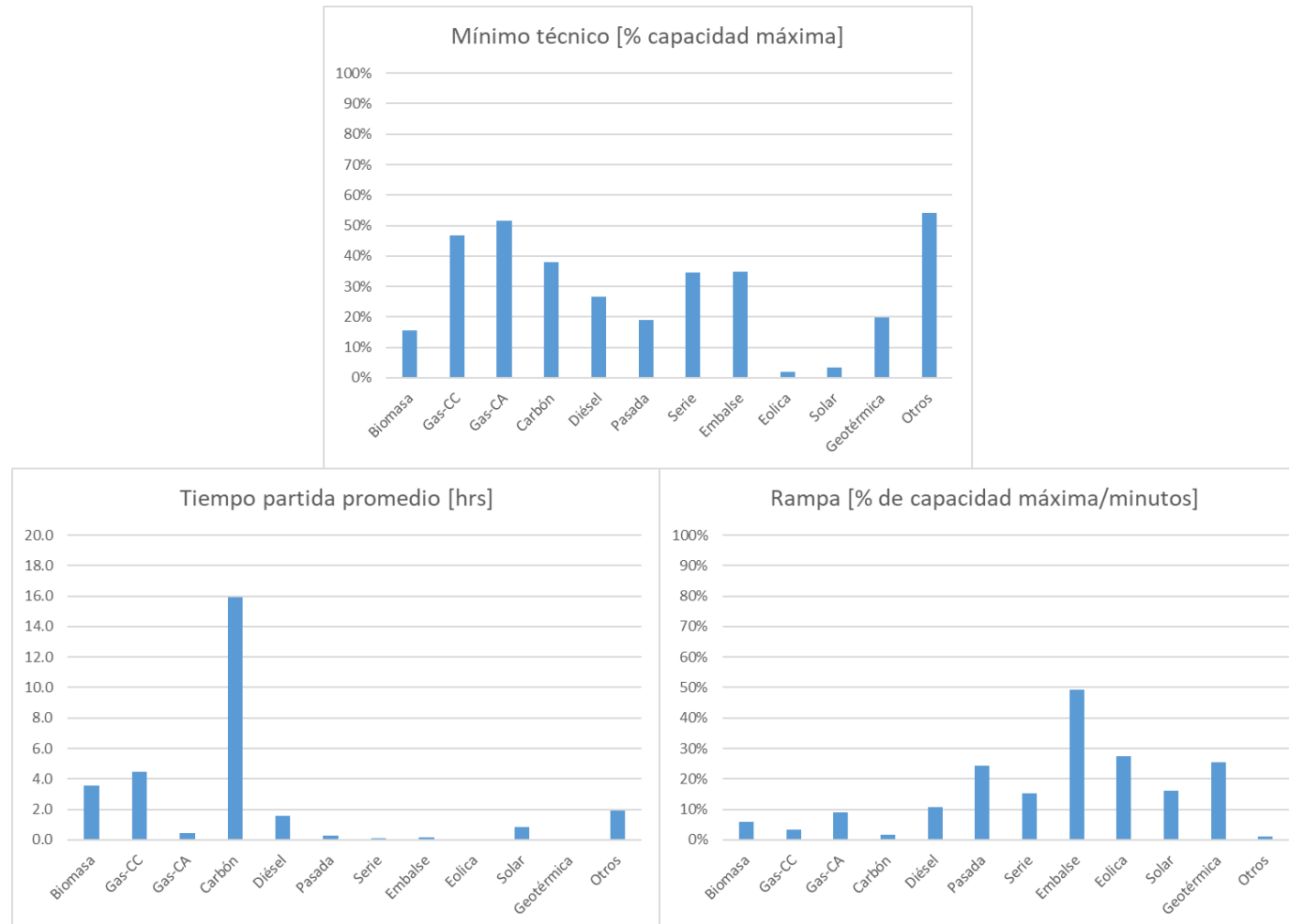
$$CGF_i = \text{Mín}\{ P_{\text{max}} - P_{\text{min}}; \text{Rampa promedio} * 180 \text{ min}\}, \text{ si tiempo de partida} \geq 90 \text{ min}$$

$$CGF_i = \text{Mín}\{ P_{\text{max}}, P_{\text{min}} + \text{Rampa promedio} * (180 - t_{\text{partida}})\}, \text{ si tiempo de partida} < 90 \text{ min}$$

- Donde se compara el Rango Operacional ( $P_{\text{max}} - P_{\text{min}}$ ) con la provisión de requerimientos de rampa durante 3 horas, descontando, o no, los tiempos de partida en función de la duración de los mismos.
- Las rampas promedio consideradas en la fórmula anterior corresponden a las rampas de subida. Se puede crear un indicador en que se pondere, por separado, rampas de subida y de bajada.

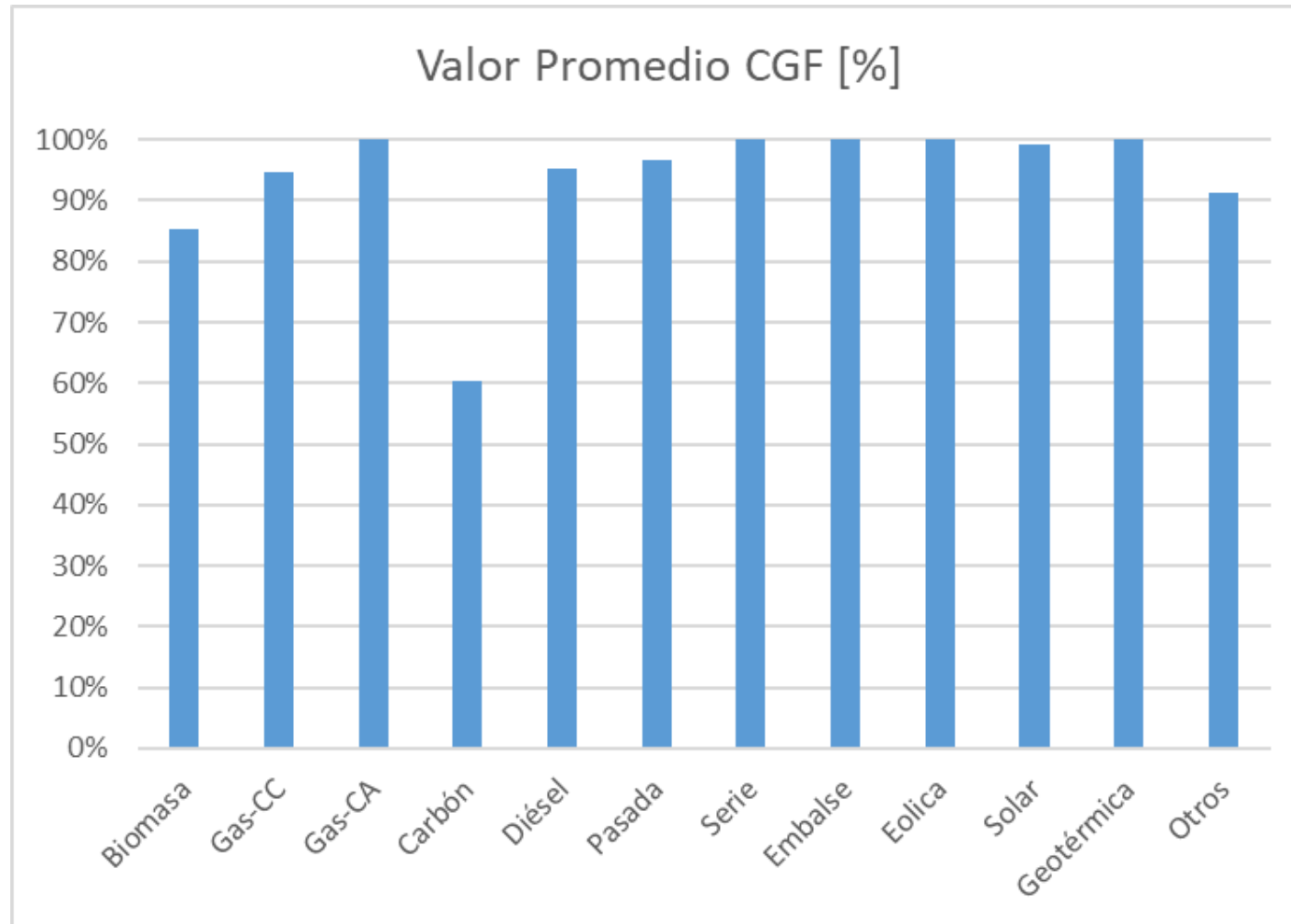
# Propuesta metodológica para asignación de potencia flexible

- En virtud de lo anterior, y considerando la información utilizada para efectos de requerimientos de SSCC durante 2019, se tienen los siguientes parámetros por tecnología.



# Propuesta metodológica para asignación de potencia flexible

## Implementación Propuesta: Capacidad de Generación Flexible

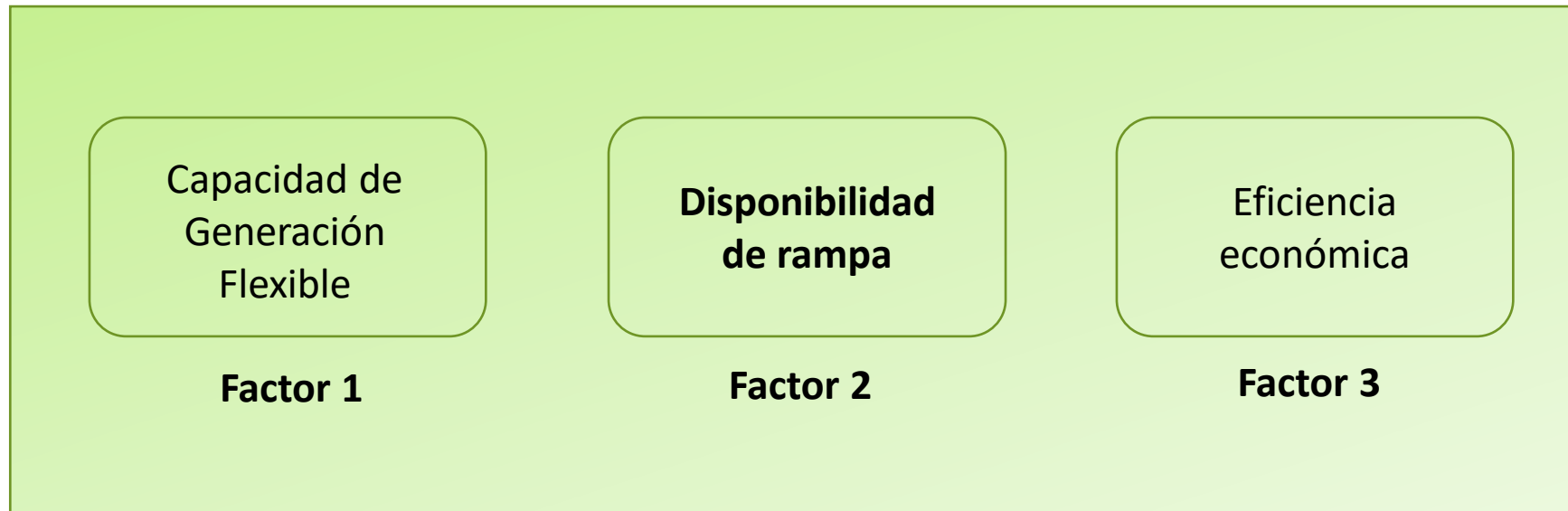
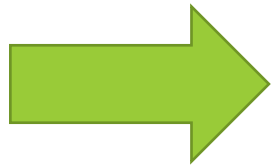


Todas presentan un valor, de acuerdo a los parámetros técnicos que disponen

# Propuesta metodológica para asignación de potencia flexible

Reconocimiento de la potencia flexible sobre la base de tres ejes

Capacidad  
instalada



Potencia  
Flexible  
Inicial



# Propuesta metodológica para asignación de potencia flexible

Disminución de capacidad de generación flexible para centrales renovables variables

1. El primer factor se encuentra relacionado con la disponibilidad promedio del insumo primario de cada central en el bloque 19-20-21 (horario donde se presenta la mayor rampa).
  - i. De este modo las centrales de pasada sin capacidad de regulación, eólicas y solares, aportarán a la flexibilidad del sistema.
  - ii. Incentivar perfiles eólicos que permitan aplanar los requerimientos de flexibilidad.
  - iii. Aquellas ERV que tengan sistemas de almacenamiento tendrán un mayor pago en la medida que permitan suavizar la curva.

# Propuesta metodológica para asignación de potencia flexible

## Implementación Propuesta: factor disponibilidad de rampa

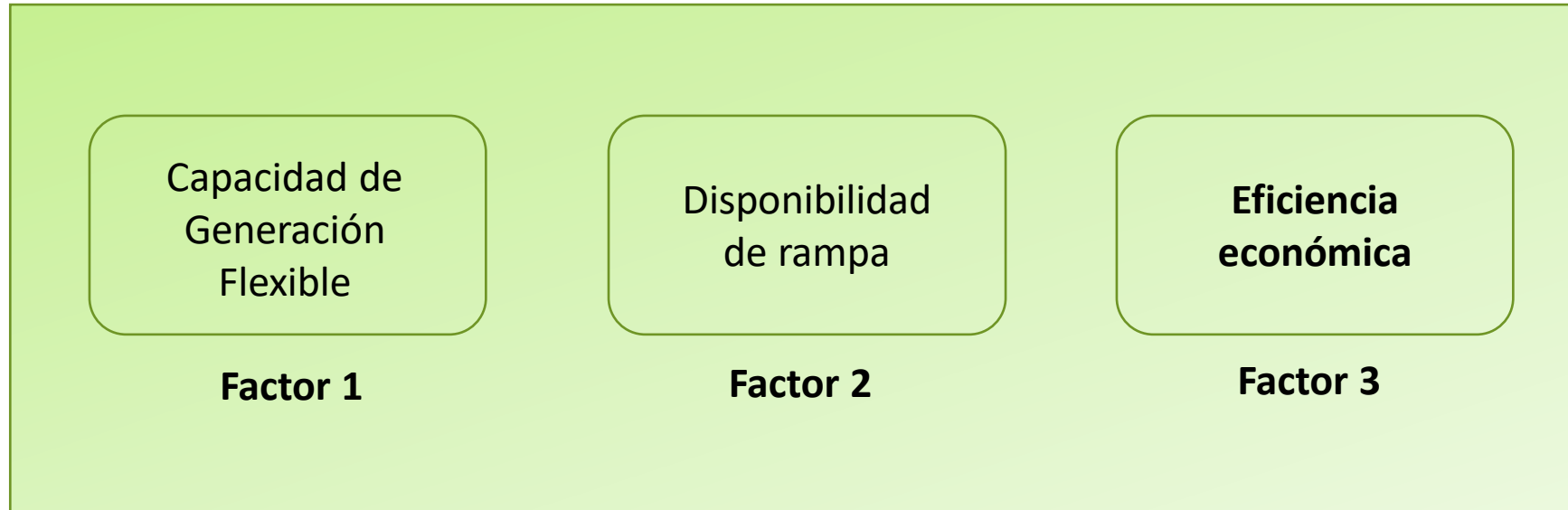
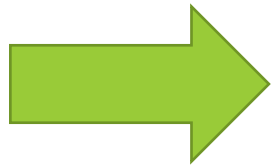
Tecnología	Prom. Factor Disponibilidad Recurso
Diésel	100%
Biomasa	100%
Carbón	100%
Otros	100%
Gas-CA	100%
Gas-CC	100%
Geotérmica	51%
Solar	15%
Eólica	35%
Pasada	43%
Embalse	100%

Esto implica que, por ejemplo, la tecnología solar tiene CGF en promedio de 100%, pero su disponibilidad es de 15,0% en las horas de requerimiento de rampa, razón por la cual se asigna como resultado 15,0%. Lo anterior debe ser desagregado por central.

# Propuesta metodológica para asignación de potencia flexible

Reconocimiento de la potencia flexible sobre la base de tres ejes

Capacidad  
instalada



Potencia  
Flexible  
Inicial



# Propuesta metodológica para asignación de potencia flexible

- Para efectos de la simulación se deberán considerar los siguientes parámetros :
  1. El **Rango Operacional** (dependiente de la Potencia Máxima y el Mínimo Técnico, donde el Mínimo Técnico puede no ser el definido sólo por NT sino que, considerando además, restricciones ambientales),
  2. Los **Tiempos de Partida y Detención**,
  3. Los **Tiempos Mínimos de Operación o en Detención**,
  4. Las **Tasas de Toma de Carga** (subida/bajada), y
  5. La **Indisponibilidad Forzada** de cada unidad (IFOR)

# Propuesta metodológica para asignación de potencia flexible

2. El segundo factor se encuentra relacionado con otorgar la flexibilidad de forma económica. Para efectos de éste cálculo se proponen ejercicios de simulación, considerando salidas forzadas del parque generador.
  - i. La asignación se encontraría relacionada con la comparación de los costos marginales provenientes de la simulación, respecto de los costos variables de cada central.
  - ii. Eventual necesidad de luego contrastar con operación real, en particular respecto de declaración de la disponibilidad del insumo primario y alternativo, por lo que implicaría la lógica de informe preliminar y definitivo con posibilidad de Panel de Expertos.

# Propuesta metodológica para asignación de potencia flexible

## Implementación: factor eficiencia económica

En la práctica proviene de una simulación con alto nivel de detalle temporal. Como aproximación, se consideraron los costos marginales esperados, de una simulación proveniente del Informe Técnico de Precios de Nudo de Corto Plazo.

El cálculo realizado si bien es presentado por tecnología, debe realizarse por central.

Tecnología	Factor eficiencia económica
Biomasa	98%
Gas-CC	100%
Gas-CA	92%
Carbón	100%
Diésel	29%
Pasada	100%
Embalse	100%
Eólica	100%
Solar	100%
Geotérmica	100%
Otros	79%

# Propuesta metodológica para asignación de potencia flexible

## Implementación: Resultado final

Finalmente, el reconocimiento está dado por la multiplicación de la CGF y los factor de disponibilidad de rampa y del factor de eficiencia económica.

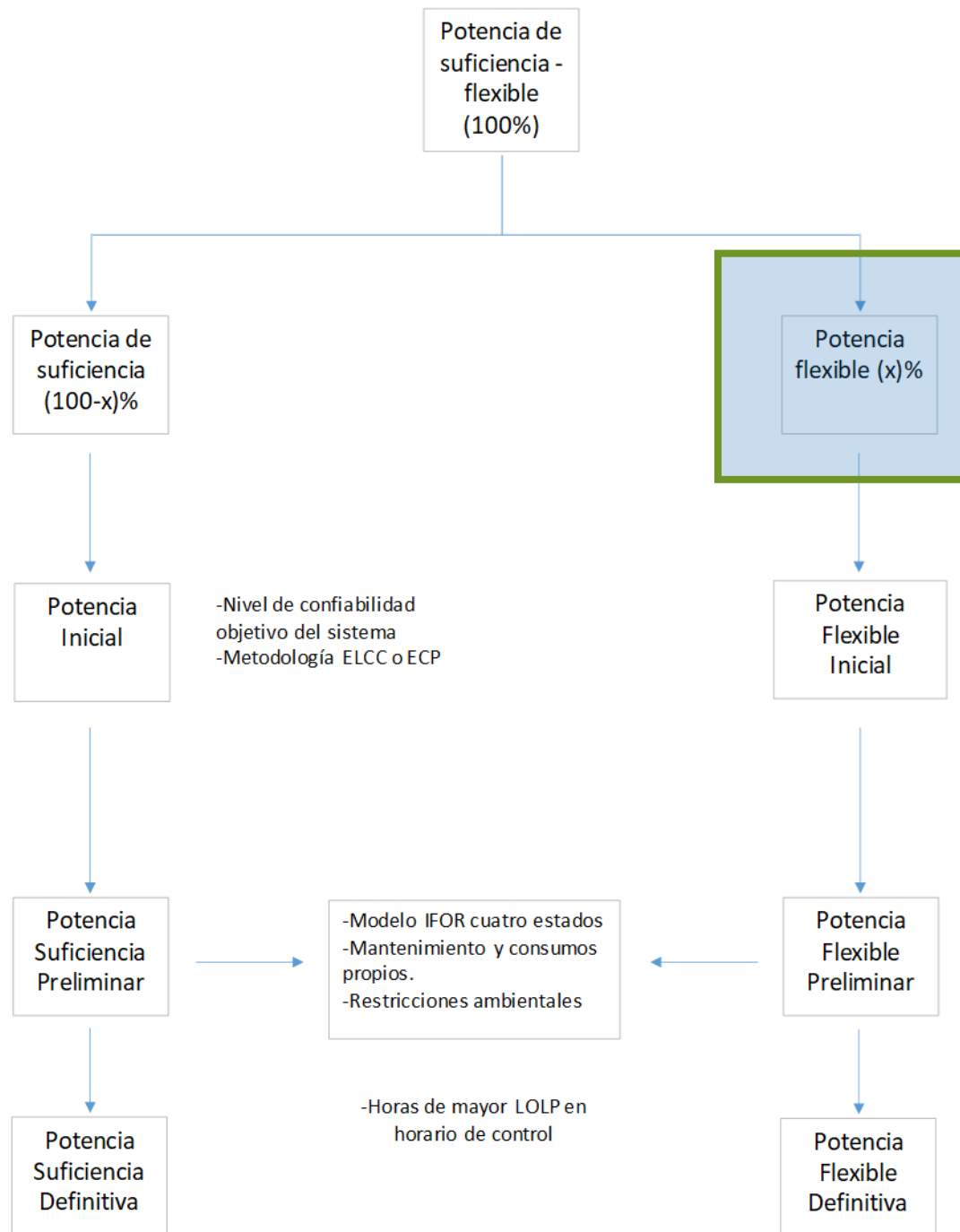
Tecnología	Valor Promedio CGF (pu)	Prom. Factor Disponibilidad Recurso	Factor eficiencia económica	Final
Diésel	95%	100%	29%	28%
Biomasa	85%	100%	98%	84%
Carbón	60%	100%	100%	60%
Otros	91%	100%	79%	72%
Gas-CA	100%	100%	92%	92%
Gas-CC	95%	100%	100%	95%
Geotérmica	100%	51%	100%	51%
Solar	99%	15%	100%	15%
Eolica	100%	35%	100%	35%
Pasada	97%	43%	100%	41%
Embalse	100%	100%	100%	100%

Los resultados son variables y dependerán de ajustes que se puedan a hacer a las máquinas (CGF – factor 1), producción en horario de rampa y duración de esta (factor 2), y de la simulación del sistema (factor 3).



## **Ponderación del requerimiento de flexibilidad**

Mesa de trabajo del Reglamento de Potencia

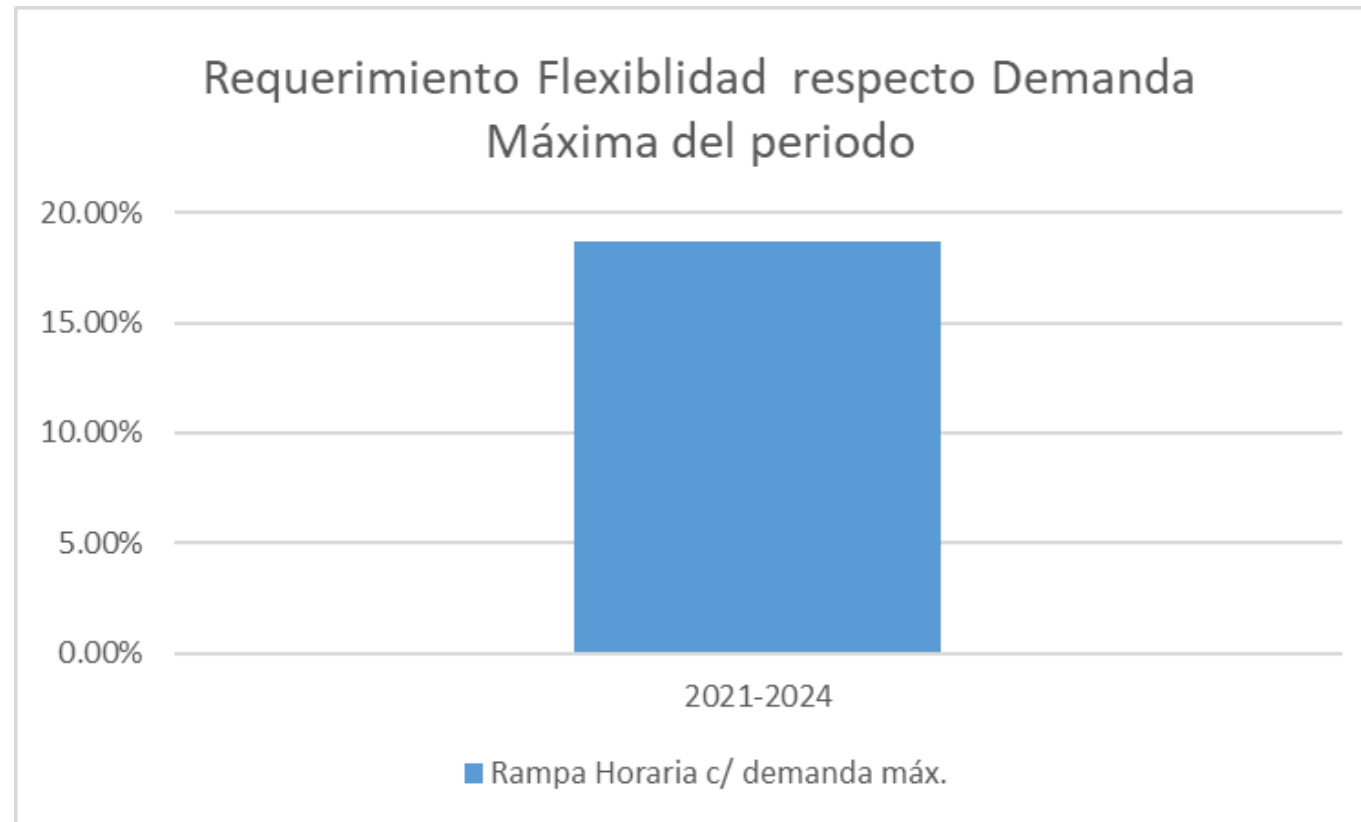


# Propuesta metodológica para asignación de potencia flexible

- Requerimiento de flexibilidad del sistema se basa sobre las rampas del sistema.
- Como principio para la ponderación del requerimiento de flexibilidad se diferencia el efecto de la rampa por demanda, y por demanda neta.
- Detección de requerimiento de rampa horaria en horario comprendido entre las 19-21 por consistencia con disponibilidad de los recursos.
- Como señal de estabilidad, se realiza establece la asignación en un proceso cuatrienal.
- Una vez determinado el requerimiento en [MW/h], este se compara con el tamaño del mercado de potencia para asignar el porcentaje.

# Propuesta metodológica para asignación de potencia flexible

Ejemplo práctico a partir de retiros horarios de 2018, proyecciones de demanda y del plan de obras del Informe Técnico de Precios de Nudo del primer semestre del 2020.





## **Otras consideraciones respecto de la metodología**

Mesa de trabajo del Reglamento de Potencia

# Otras consideraciones respecto de la metodología

- Para determinar el primer factor, asociado a la disponibilidad de rampa, puede utilizarse ELCC en el periodo horario 19-21.
- Para determinar el requerimiento de potencia flexible, respecto de la potencia de suficiencia, podrían utilizarse metodologías probabilísticas.



Ministerio  
de Energía



# Sesión 10 - Mesa de Trabajo Reglamento de Potencia

Ministerio de Energía – Comisión Nacional de Energía  
Diciembre 2020

