

# Metodología para la Determinación de Potencia de Suficiencia en el Sistema Eléctrico Chileno vía ELCC/ECP

Rodrigo Moreno<sup>a</sup>, Héctor Otárola<sup>b</sup>, Eduardo Pereira<sup>b</sup>,  
Carlos Sepúlveda<sup>a</sup>, Diego Alvarado<sup>a</sup>.

<sup>a</sup>Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería / FCFM Universidad de Chile

<sup>b</sup>SPEC

Mesas de Trabajo para la Elaboración del Reglamento de Potencia

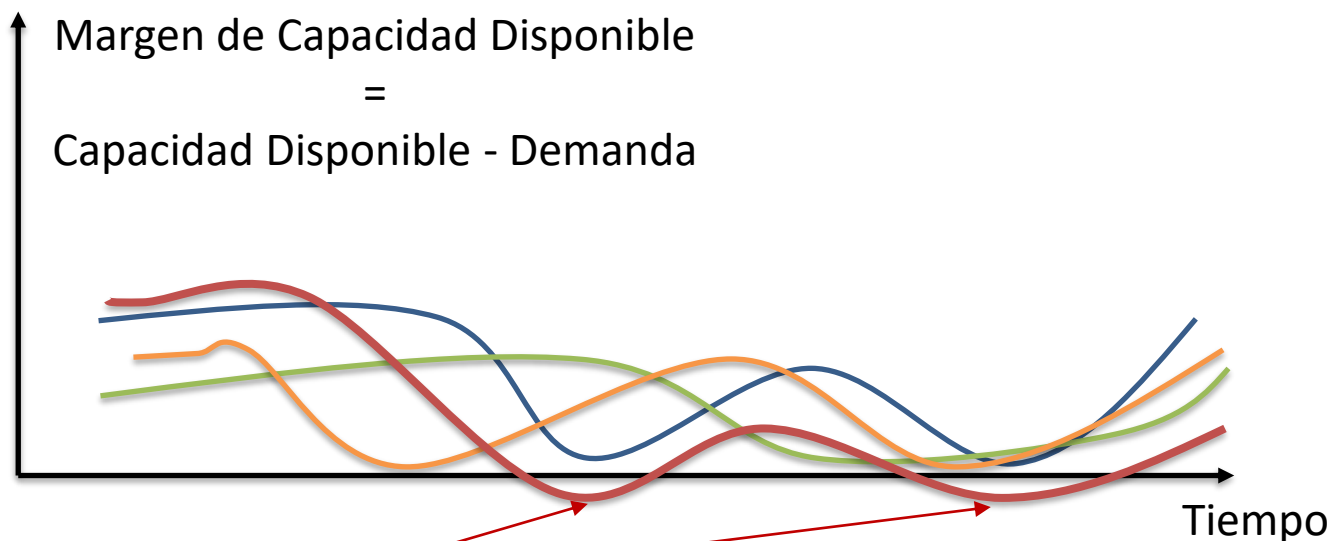
5 de mayo 2021

# Objetivos

- Obj. General: El objetivo del estudio es contar con una **estimación de la asignación de potencia de todas las unidades del sistema** (Potencia de Suficiencia Definitiva) **bajo distintas metodologías y escenarios**. En particular, se contempla la aplicación de la **metodología actual** vigente para el sector eléctrico chileno, **ECP** (Equivalent Conventional Power) y **ELCC** (Effective Load Carrying Capability).
- Obj. Específico 1: **describir las metodologías ECP y ELCC**, sus principales características y el impacto esperado que podría tener su aplicación en el sistema eléctrico nacional.
- Obj. Específico 2: proponer y **desarrollar una metodología y un modelo** que determinen la Potencia de Suficiencia Definitiva de las unidades del sistema, considerando las metodologías ECP y ELCC, con un nivel de detalle suficiente para caracterizar adecuadamente el Sistema Eléctrico Nacional (SEN).
- Obj. Específico 3: **estimar la asignación de potencia** (Potencia de Suficiencia Definitiva) de las unidades del SEN.

# Metodologías de cálculo ELCC/ECP

- Ambas (ELCC y ECP) son metodologías probabilísticas
- Ambas están basadas en simulaciones (de Monte Carlo) del sistema, recreando una infinidad de posibles escenarios que podrían ocurrir en la realidad considerando una combinatoria de:
  - Indisponibilidades/fallas de unidades de generación
  - Hidrologías
  - Perfiles temporales de demanda
  - Perfiles temporales de disponibilidad de recursos renovables



Perdida de carga  
(LOLP, LOLE, LOLH, EENS)

# Metodología ECP

- *Equivalent Conventional Power* (ECP): Busca establecer, para una planta específica (e.g. renovable), una equivalencia en términos de MWs con respecto a un generador convencional de referencia.

1 MW Planta renovable = X MW Planta convencional de referencia

$$\text{LOLE}(\text{sistema}) = \text{LOLE}(\text{sistema} - \text{planta renovable} + \text{planta referencia})$$

**Tamaño X MW**

# Metodología ELCC

- *Effective Load Carrying Capability* (ELCC): Busca establecer cuanta demanda extra (constante en el tiempo, en forma de "bloque") se puede suministrar con una planta específica (e.g., renovable), sin pérdida de confiabilidad.

LOLE(sistema – planta renovable)

=

LOLE(sistema + demanda extra)

**Tamaño X MW**

# Fases críticas del cálculo

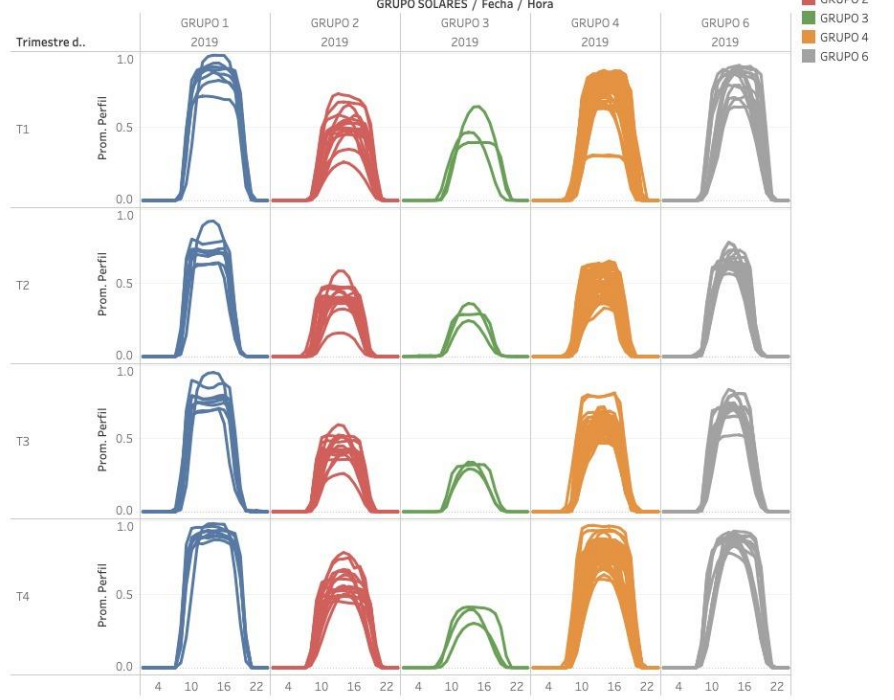
1. Selección de la métrica de confiabilidad (LOLP, LOLE, LOLH, EENS).
2. Definición del *target* de confiabilidad (e.g. LOLE = 1 día en 10 años).
3. Definición de clusters/agrupaciones utilizados (por tecnología, por zona, etc; average vs marginal).
4. Incorporación de detalles de la modelación del sistema, incluyendo subsistemas, detalle hidrológico (cuencas), etc.
5. Selección del conjunto de datos de entrada (e.g. últimos 5 años).
6. Selección de la trayectoria de cotas de embalse (e.g. obtenidas mediante ejecuciones PLP).
7. Implementación de simplificaciones y supuestos para aliviar carga computacional (e.g. tratamiento de distintas fuentes de indisponibilidad).

# Aplicación sistema eléctrico chileno

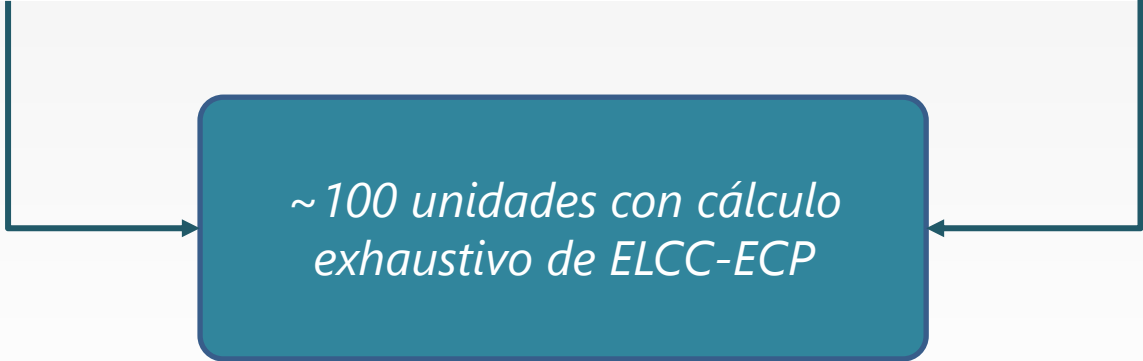
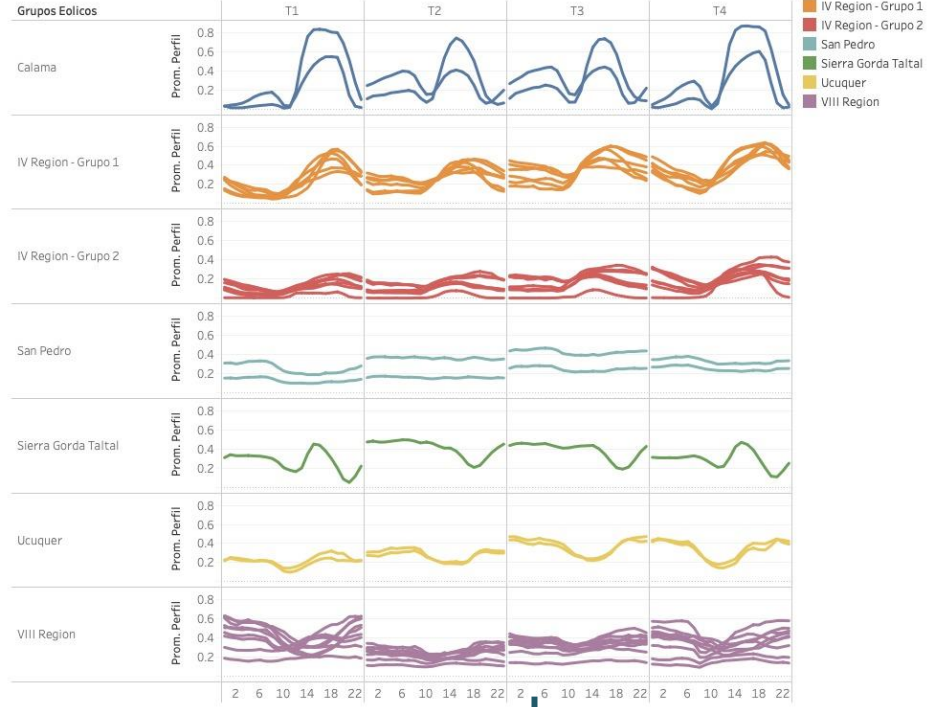
- ❑ Se considera el sistema eléctrico chileno completo para un año target (2019 y 2040), con/sin subsistemas de potencia.
- ❑ La demanda utilizada corresponde a la demanda real del SEN en el año 2019 y el año 2040, es último según información suministrada por el Ministerio de Energía.
- ❑ En dicha condición considera la disponibilidad de agua de los embalses según los resultados de PLP del Coordinador Eléctrico Nacional al 3 de enero de 2019.
- ❑ La representación del SEN considera:
  - Todas unidades generadoras del SEN.
  - Afluentes para 57 condiciones hidrológicas.
  - Representación de principales cuencas: Laja, Biobio, Maule, Aconcagua, Chacayes, Higuera-La Confluencia, Pilmaiquen-Rucatayo, Rapel, Canutillar.
  - Se modelan 40 unidades hidráulicas con capacidad de regulación (embalse y pasada con capacidad de regulación).
  - Modelo tiene la capacidad de representar baterías y CSP.
- ❑ Simplificaciones: Derrateos post-optimización (consumos propios, mantenimientos), cálculo potencia de suficiencia preliminar para unidades convencionales.

# Agrupación/Clusterización: Por región/similitud

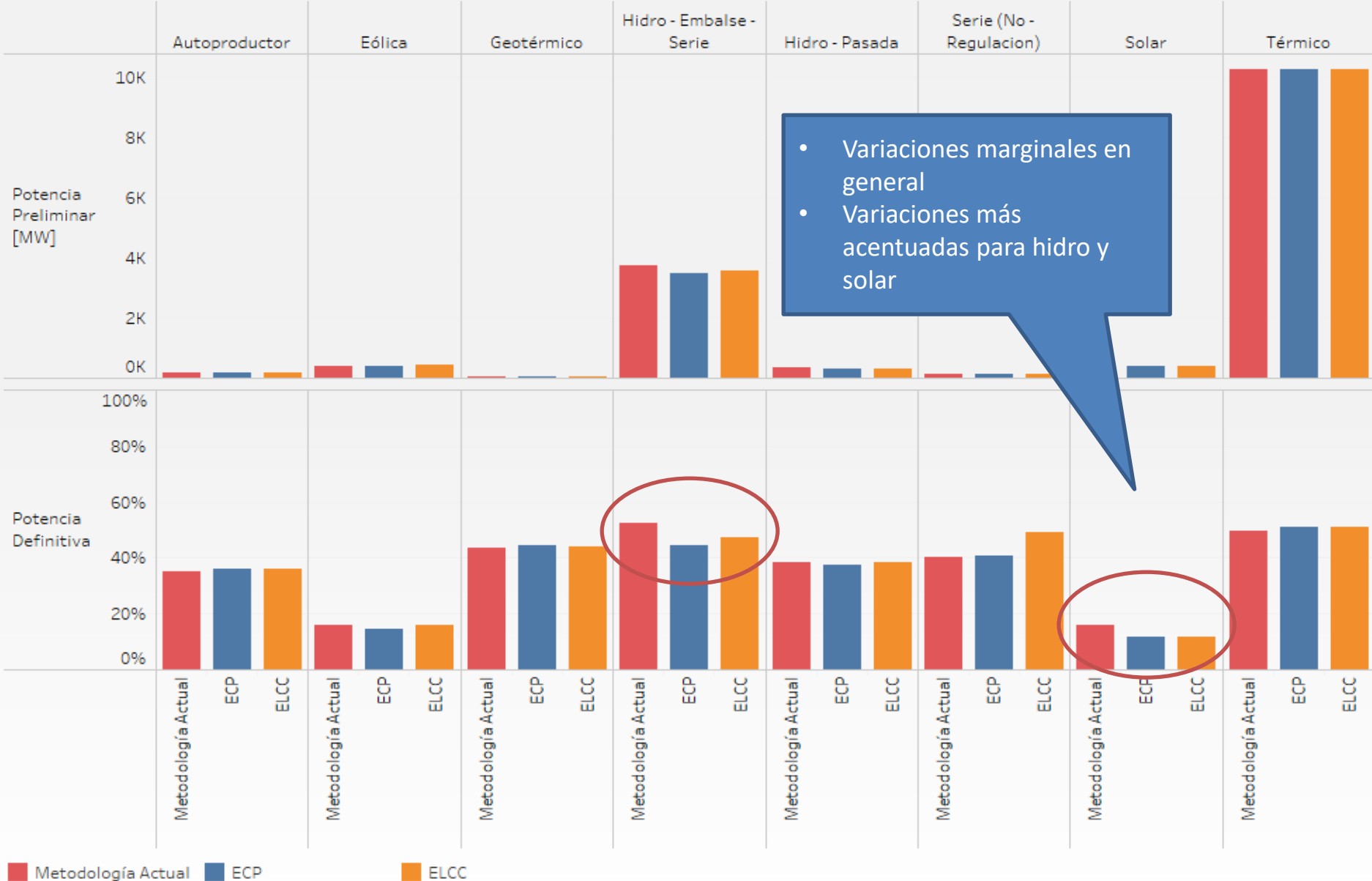
## Agrupación Solar



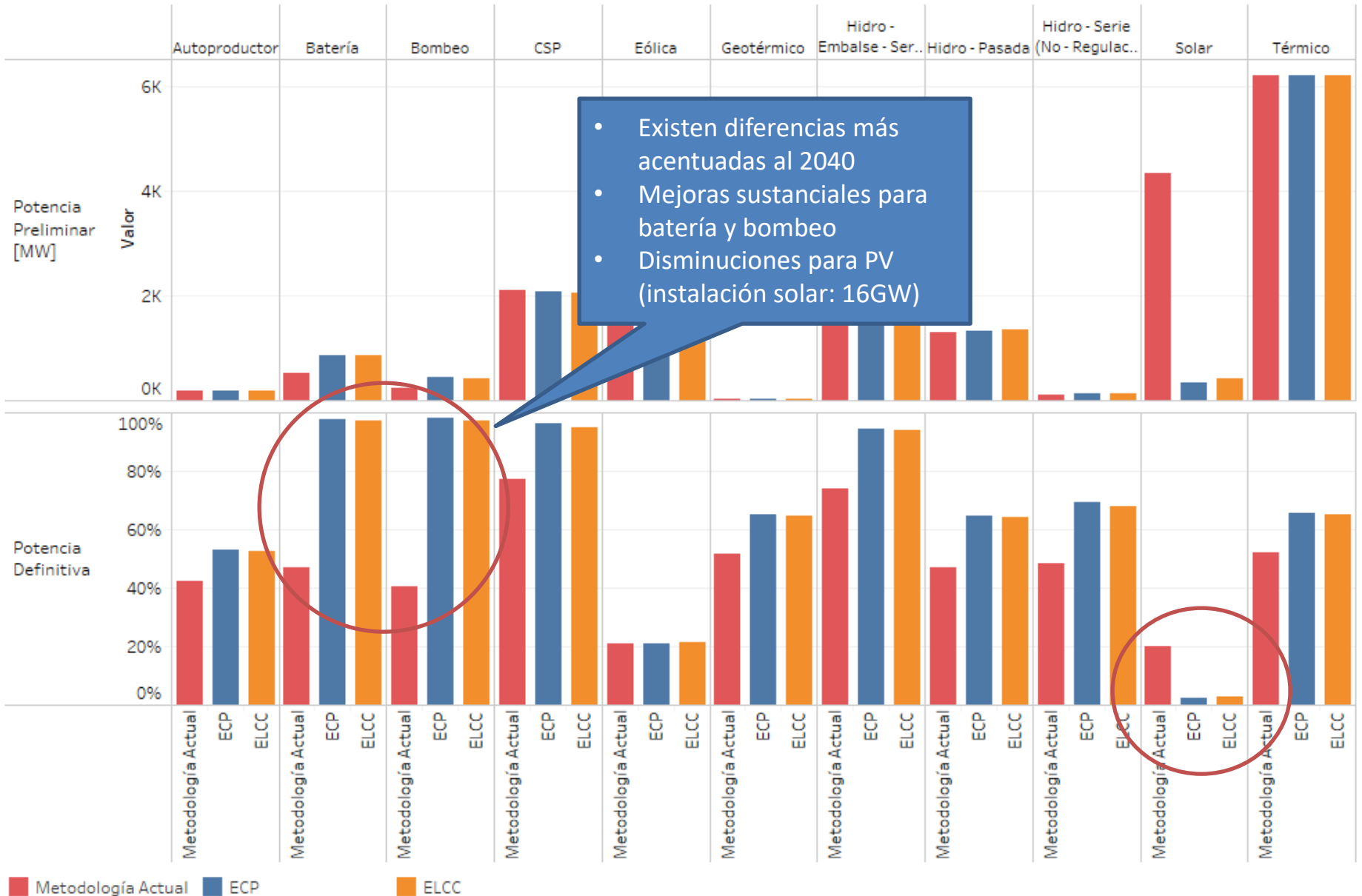
## Agrupación Eólica



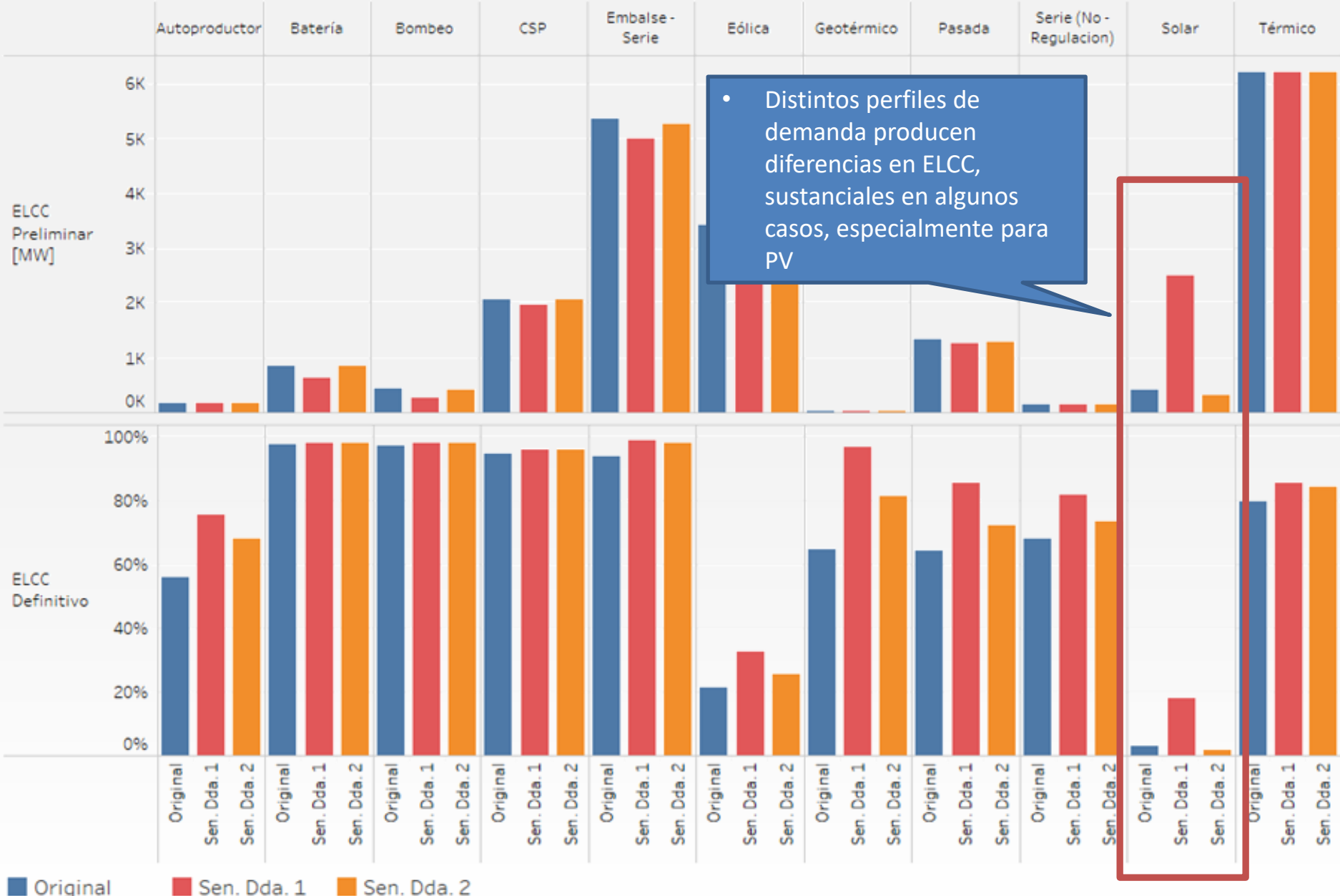
# Metodología actual, ECP y ELCC – Año 2019



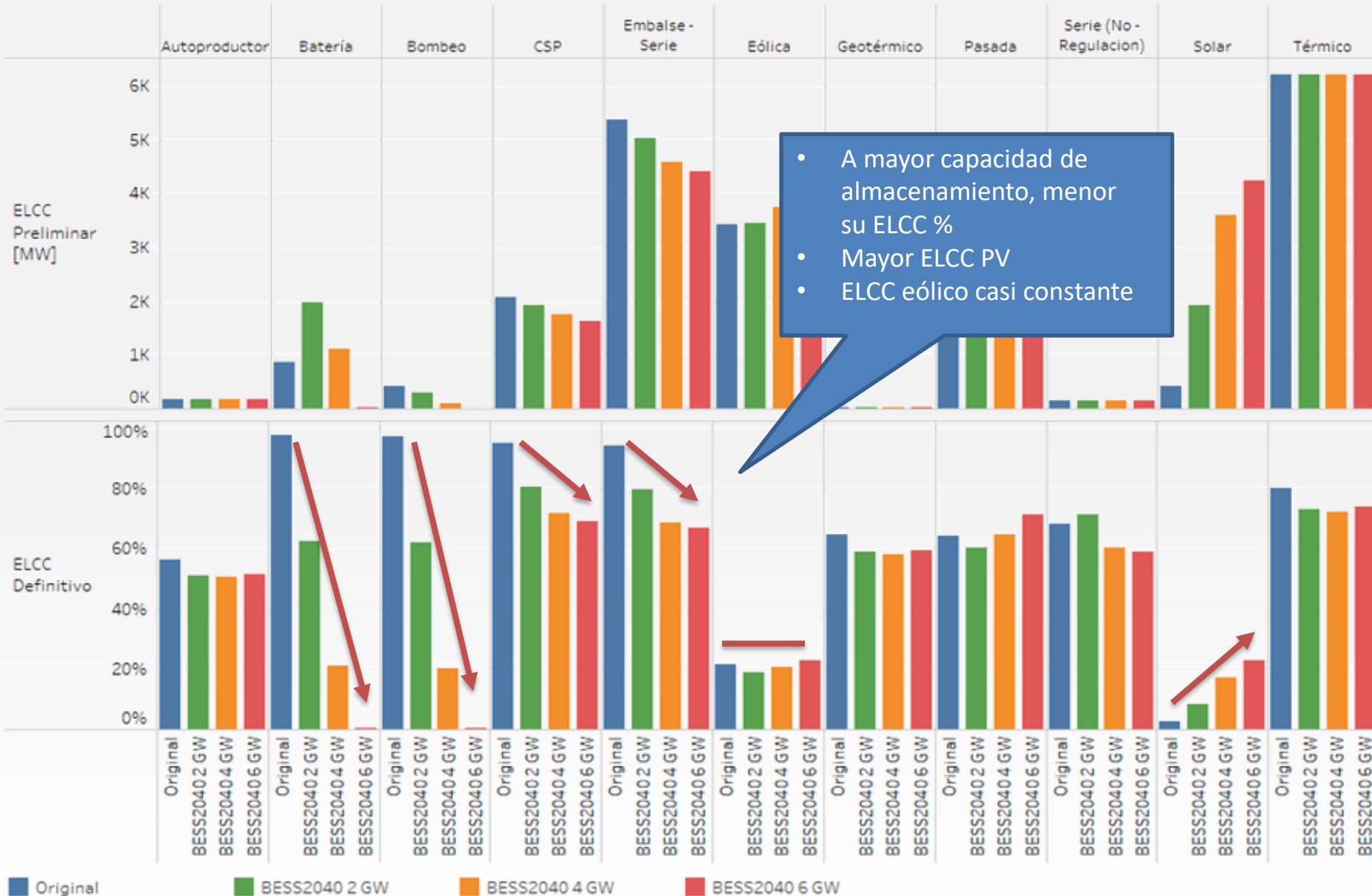
# Metodología actual, ECP y ELCC – Año 2040



# Sensibilidad de demanda – Año 2040

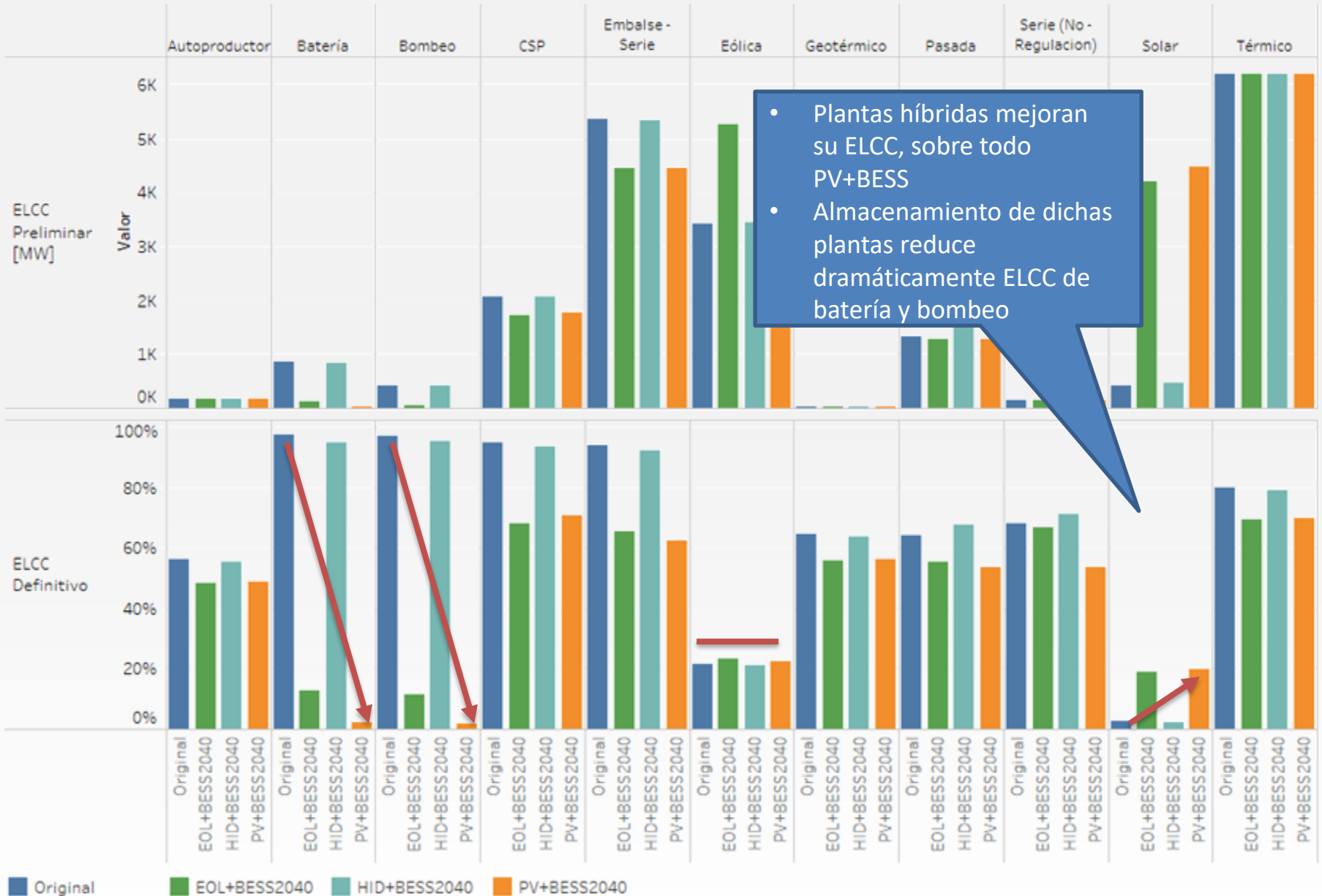


# Sensibilidad mayor almacenamiento – Año 2040



■ Original      ■ BESS2040 2 GW      ■ BESS2040 4 GW      ■ BESS2040 6 GW

# Sensibilidad ERNC+BESS – Año 2040



# Puntos claves

- ELCC y ECP son implementables para un sistema como el chileno.
- Si bien las diferencias en término de los resultados con respecto a la metodología actualmente vigente son marginales al 2019, este no es el caso a futuro. Importante: para el año 2019, existen diferencias planta a planta.
- Las metodologías ELCC y ECP presentan resultados similares, siendo ELCC significativamente más eficiente en términos computacionales.
- Las metodologías ELCC/ECP son sensibles a una serie de parámetros de entrada.
- De hecho, los resultados a futuro son sensibles al parque generador y al perfil de demanda, especialmente a la cantidad de plantas solares y de almacenamiento que presente el sistema.
- El nivel de reconocimiento de potencia presenta rendimientos decrecientes muy marcados para plantas de almacenamiento (BESS y bombeo) y solares.
- El nivel de reconocimiento de potencia para plantas convencionales y eólicas presenta niveles de robustez mayores ante parámetros de entrada.
- Un mayor nivel de almacenamiento permite mejorar el reconocimiento de potencia de centrales PV.
- Plantas híbridas, especialmente PV+BESS, son prometedoras en términos de reconocimiento de potencia, incluso en casos de sobre-instalación.

# Metodología para la Determinación de Potencia de Suficiencia en el Sistema Eléctrico Chileno vía ELCC/ECP

Rodrigo Moreno<sup>a</sup>, Héctor Otárola<sup>b</sup>, Eduardo Pereira<sup>b</sup>,  
Carlos Sepúlveda<sup>a</sup>, Diego Alvarado<sup>a</sup>.

<sup>a</sup>Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería / FCFM Universidad de Chile  
<sup>b</sup>SPEC

Mesas de Trabajo para la Elaboración del Reglamento de Potencia

5 de mayo 2021