

NTSyCS: Consideraciones normativas de robustez del Sistema Eléctrico Nacional



Comisión Nacional de Energía

15 de julio de 2025



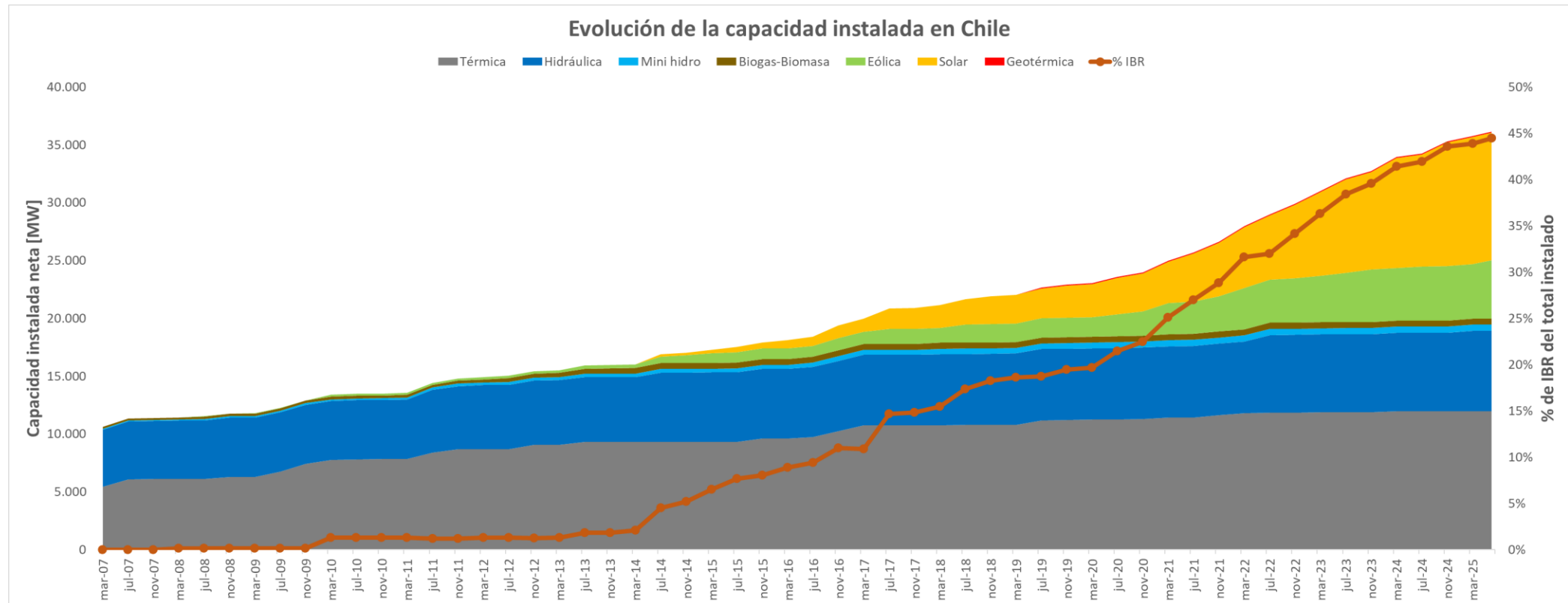


Agenda

- › Contexto
- › Experiencia internacional
- › Desafíos
- › Alcance normativo
- › Pilares del cambio normativo
- › Próximas Etapas

La composición de la matriz de generación eléctrica del SEN ha cambiado significativamente en los últimos años

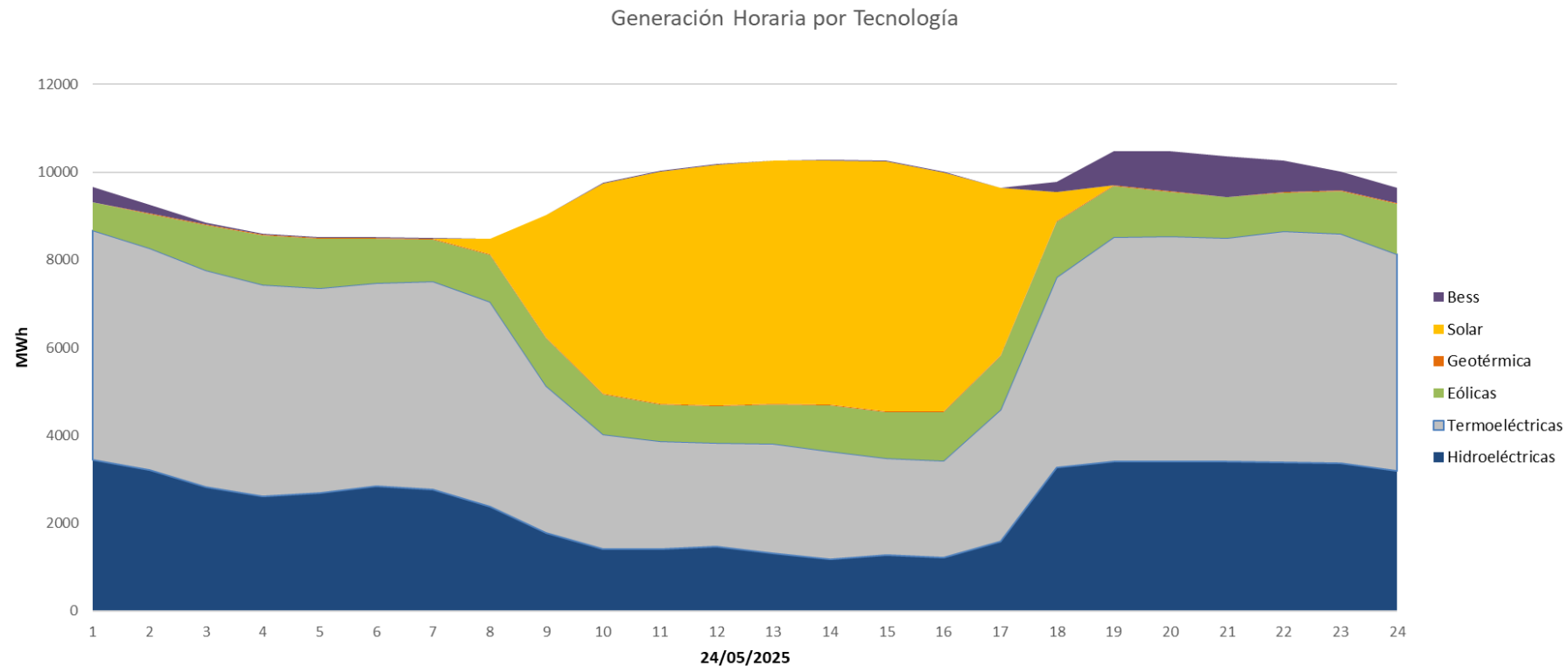
El paradigma tradicional del Sistema Eléctrico Nacional, históricamente dominado por generadores sincrónicos, ha experimentado una transición hacia un sistema basado en energías renovables (ERV).



Fuente: Comisión Nacional de Energía

La composición de la matriz de generación eléctrica del SEN ha cambiado significativamente en los últimos años

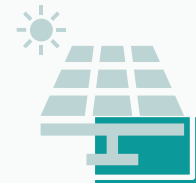
La alta penetración de energías renovables variables contribuye a la disminución de emisiones y promueve un sistema más sustentable, además de disminuir los costos de producción. Sin embargo, también presenta **desafíos operacionales** que deben ser abordados.



Fuente: Comisión Nacional de Energía

La nueva matriz de generación presenta desafíos operacionales que deben ser abordados sistémicamente

La alta penetración de recursos basado en inversores (IBR) representa un **desafío operacional**. Sin embargo, el desafío es “diferente” si se utiliza una tecnología u otra.



Grid Following

- Su modo de funcionamiento depende de una referencia externa de tensión y frecuencia para funcionar correctamente. **“Sigue a la red”**.
- Actualmente **los IBR instalados en el SEN son GFL**.

Robustez



**Sistema
Eléctrico
Nacional**



Grid Forming

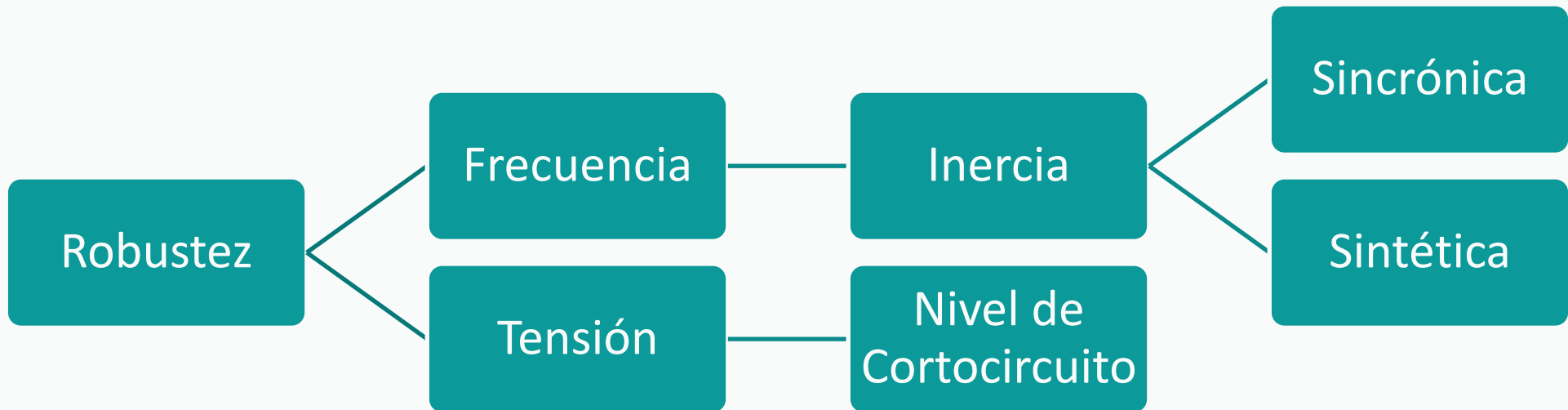
- Es un tipo de control de los convertidores capaces de **establecer un voltaje y frecuencia en la red. “Forma la red”**
- Aportan de forma positiva a la robustez del Sistema, **contribuyendo con inercia sintética y niveles de cortocircuito**.

Robustez



La nueva matriz de generación presenta desafíos operacionales que deben ser abordados sistémicamente

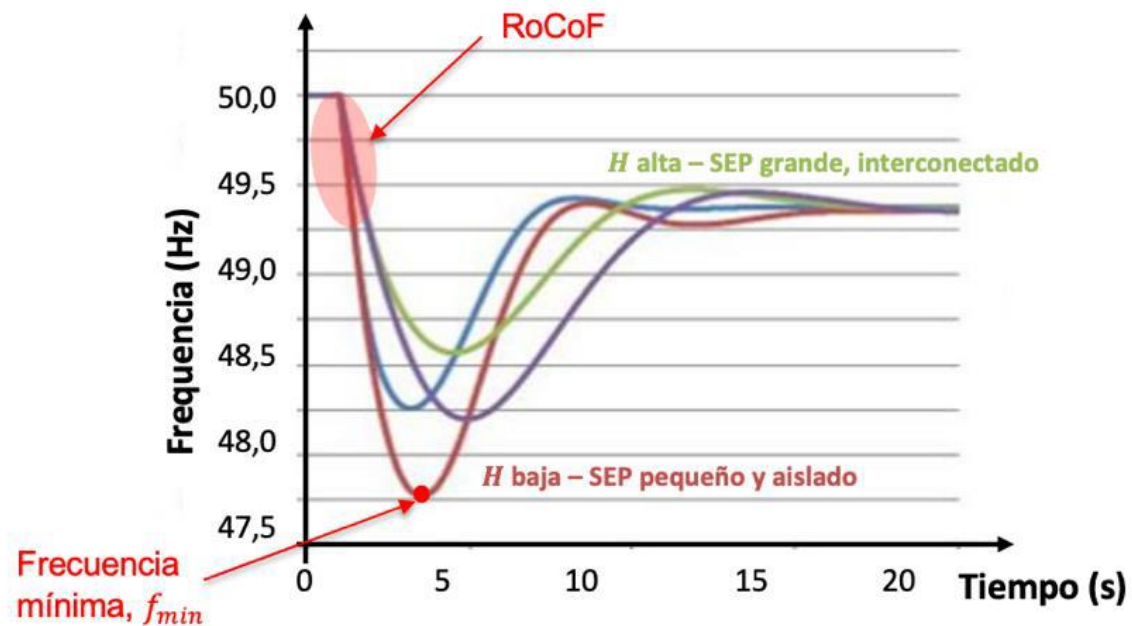
La robustez del Sistema Eléctrico dependerá de sus niveles **de Inercia y Nivel de Cortocircuito**, ya que una perturbación en la red puede tener efectos distintos según dichos niveles.



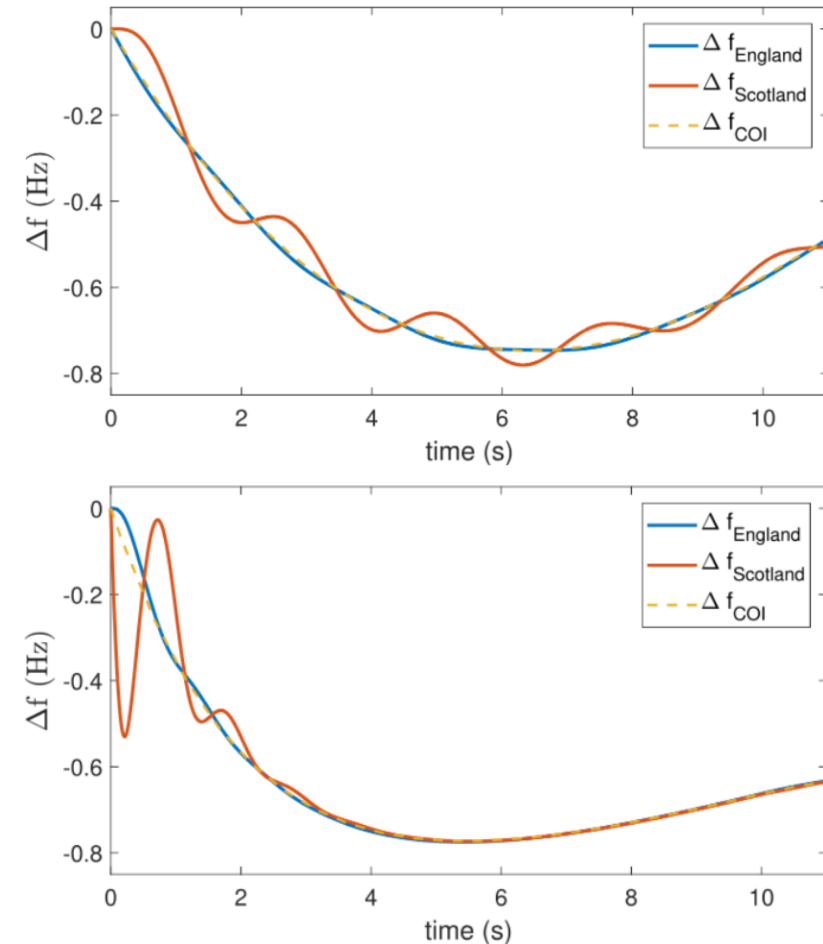
El atributo de Inercia tiene **característica sistémicas**, mientras que el nivel de cortocircuito responde a **factores locales**.

La nueva matriz de generación presenta desafíos operacionales que deben ser abordados sistémicamente

Las perturbaciones en el sistema eléctrico pueden tener implicancias distintas entre una zona y otra. Para controlar las oscilaciones, es fundamental que el sistema eléctrico cuente con recursos disponibles.

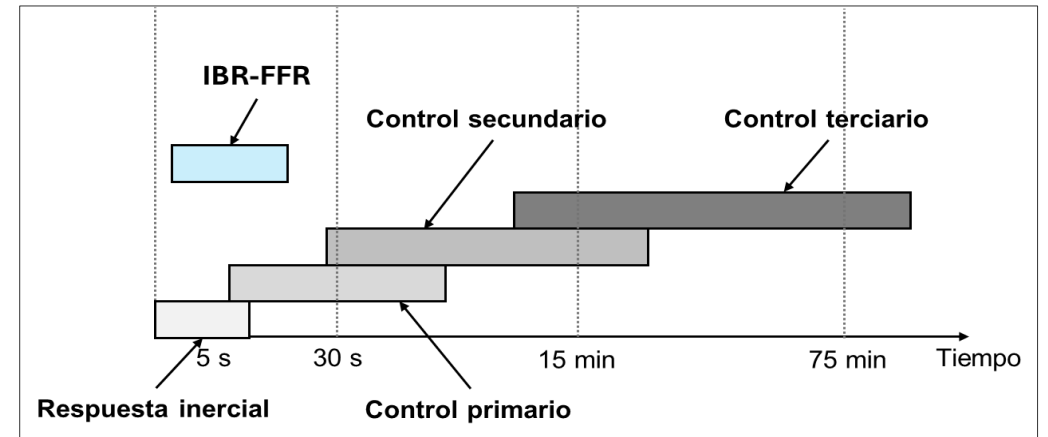
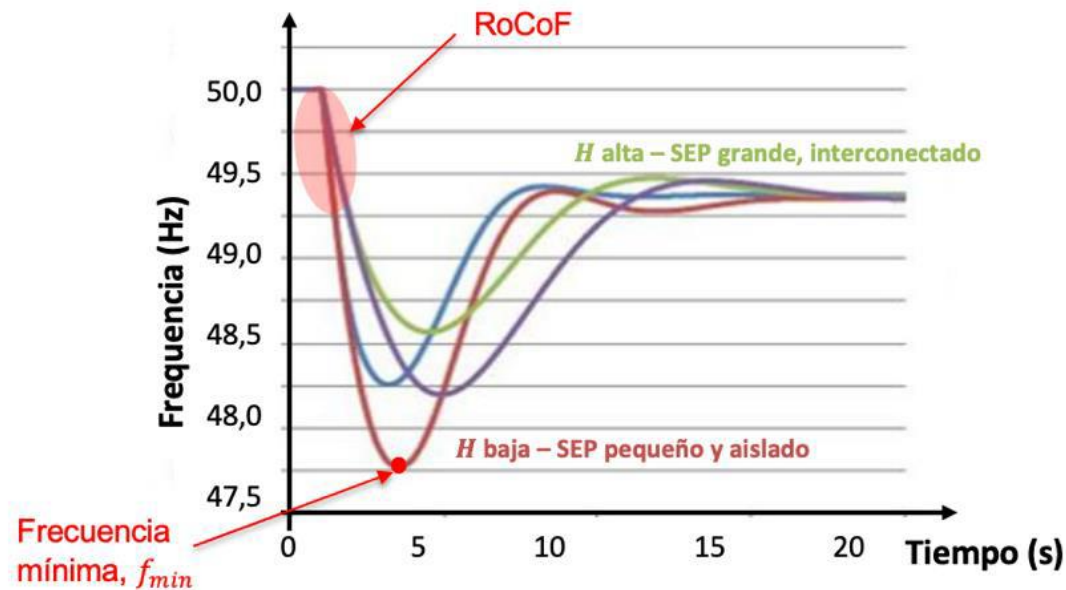


Fuente: Comisión Nacional de Energía



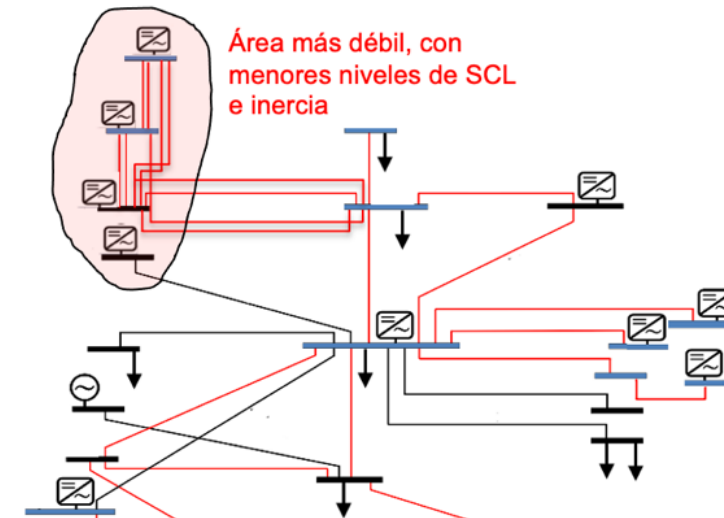
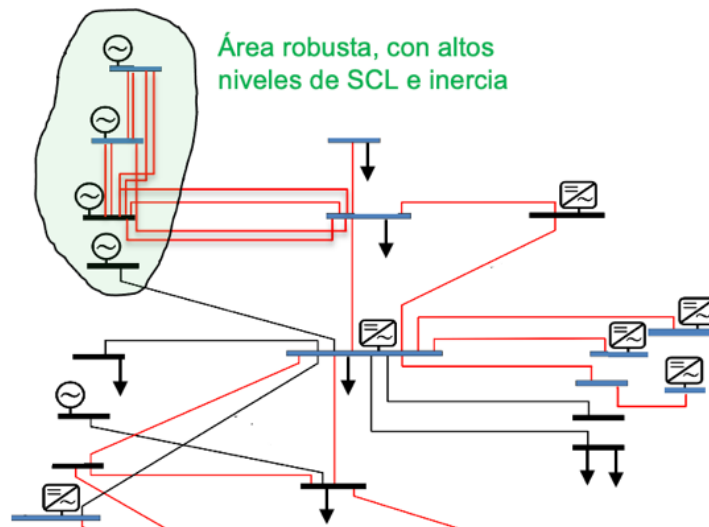
La nueva matriz de generación presenta desafíos operacionales que deben ser abordados sistémicamente

La exigencia del sistema variará según la **composición de la matriz de generación** y la **topología**, en el caso de la tensión. Las oscilaciones deberán ser compensadas con los **recursos disponibles** en el sistema.



La nueva matriz de generación presenta desafíos operacionales que deben ser abordados sistémicamente

La fortaleza de la red se puede medir a través del nivel de cortocircuito (SCL) en una barra. Este parámetro es de carácter local y, a mayor valor de SCL, mayor será la fortaleza en dicho punto. En una barra con un SCL alto o “fuerte”, la tensión no experimentará grandes variaciones ante pequeñas perturbaciones.



La solución al desafío de “robustecer” el Sistema Eléctrico ha sido abordado internacionalmente de diferentes maneras

| País | Operador | RoCoF (Hz/s) | Inercia Mínima (GVAs) |
|-----------------|---------------|--------------|-----------------------|
| Gran Bretaña | National Grid | 0.125→0.5 | 135 |
| Estados Unidos | ERCOT | - | 100 |
| Irlanda | EirGrid | 0.5→1 | 23 |
| Chile | CEN | 2* | 20* |
| Australia | AEMO | 1→3 | 36.2 |
| Países Nórdicos | Nordic grid | 2→2.5 | 120 |

* La restricción de piso inercial en Chile corresponde a una **restricción operacional** que impuso el Coordinador, dada la evaluación de las reservas de potencia en el Informe de SSCC. Asimismo, la restricción del RoCoF es una exigencia de diseño para las unidades generadoras y no una exigencia a la operación.

La solución al desafío de “robustecer” el Sistema Eléctrico ha sido abordado internacionalmente de diferentes maneras

La experiencia comparada indica que, en algunos países, se establecen valores mínimos de fortaleza de red para la conexión de IBR GFL, así como exigencias mínimas de diseño para las tecnologías GFM.

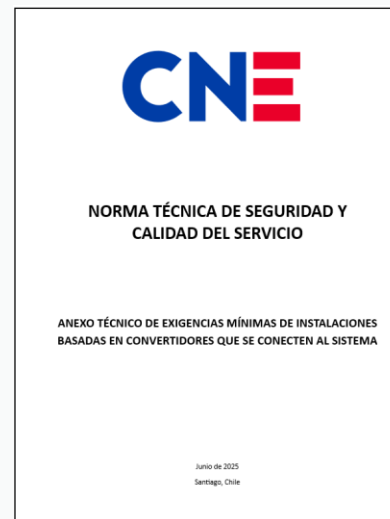
| País | Requerimientos de modelación | Periodicidad de cálculo | Horizonte de modelación | Implicancias de un indicador desfavorable |
|------------------------|--|---|-------------------------|---|
| España | En zonas con redes débiles se requiere modelación EMT | 2 años | 2 años | Determina la capacidad disponible de la red, elementos de estabilidad estática y dinámica |
| Australia | En primera instancia, modelación simplificada RMS, si afecta significativamente el sistema, modelación EMT | 1 año o ante modificación significativa | 1 año | Los proyectos deben realizar refuerzos en la red para conectarse |
| Estados Unidos (ERCOT) | En zonas con redes débiles se requiere modelación EMT | 1 año | 1 año | Se establecen restricciones operativas |

Solución nacional en el marco de la regulación vigente: Establecer exigencias a nivel normativo

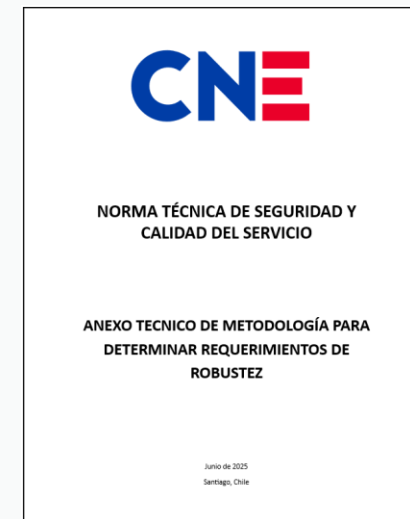
Se ajusta la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio (NTSyCS) a efectos de incorporar normativamente conceptos como robustez, red débil, red fuerte, exigencias a los IBR, entre otros elementos.



Establece los conceptos asociados a Robustez del Sistema Eléctrico Nacional.



Establece las exigencias asociadas a las instalaciones basadas en convertidores.



Establece la metodología para determinar la Robustez del SEN.

Solución nacional en el marco de la regulación vigente: Establecer exigencias normativas

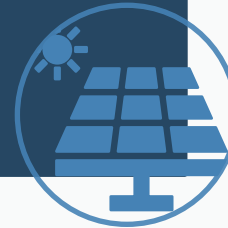
- Incluye en el alcance los Sistemas de Almacenamiento de Energía
- Se incluyen exigencias de Robustez de la Red
- Nuevo estudio de Robustez del SEN incluido un nuevo Anexo Técnico con su metodología
- Definición de zonas del Sistema y su categorización como “Débil” o “Fuerte”

NTSyCS



- Especificaciones técnicas para IBR GFM
- Ampliación de las exigencias a los IBR GFL
- Entrega de modelos de simulación para evaluar su impacto en el Sistema Eléctrico
- Estudios específicos de conexión para *Grid Forming* y *Grid Following*

AT IBR



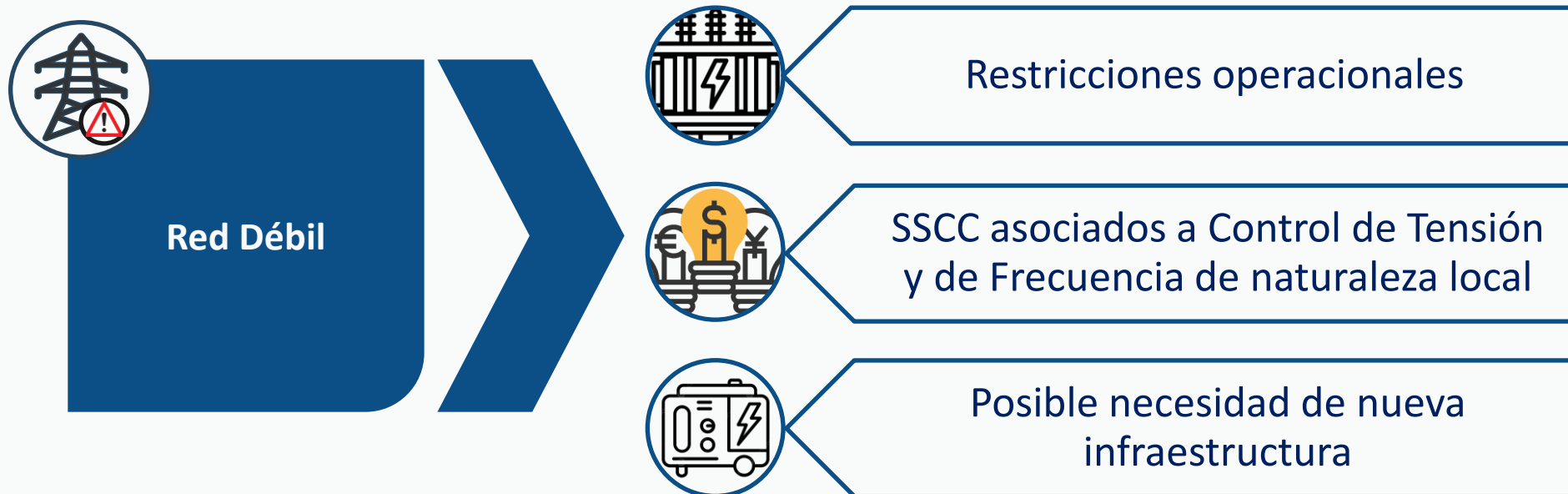
- Establece metodología para desarrollar el Estudio de Robustez del SEN
- Establece metodología para definir AfC y AtC
- Asigna a las áreas la calificación Red Débil o Red Fuerte
- Establece criterios operativos asociados a la Robustez del SEN
- Establece ajustes de parámetros de las instalaciones

AT Estudio



El Estudio de Robustez del SEN debe evaluar el desempeño del sistema en el corto y mediano plazo

El estudio establece una serie de requisitos adicionales para tecnologías IBR, especialmente en las **zonas** clasificadas como **débiles**. Asimismo, define las **condiciones operativas** para operar dentro de una **zona segura**.



El proyecto normativo define el concepto de Robustez, lo que permite robustecer el sistema

La incorporación del concepto de Robustez no solo responde a un aspecto normativo, sino que también facilita el fortalecimiento del sistema a través de otros instrumentos.



Próximas Etapas del procedimiento normativo



CONSULTA PÚBLICA DE LA MODIFICACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA DE SEGURIDAD Y CALIDAD DE SERVICIO Y NUEVOS ANEXOS TÉCNICOS, DE CONFORMIDAD CON EL PROCEDIMIENTO NORMATIVO INICIADO MEDIANTE LA RESOLUCIÓN EXENTA CNE N° 654 DE 29 DE DICIEMBRE DE 2023




De acuerdo con lo señalado en el artículo 72°-19 de la Ley General de Servicios Eléctricos; en los artículos 32° y 33° del Reglamento para la dictación de normas técnicas que rijan los aspectos técnicos, de seguridad, coordinación, calidad, información y económicos del funcionamiento del sector eléctrico, aprobado por decreto supremo N° 11 de 2017, del Ministerio de Energía; y en la resolución exenta CNE N° 654 de 29 de diciembre de 2023, mediante la cual se dio inicio al procedimiento normativo de modificación de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, la Comisión Nacional de Energía somete a consulta pública el borrador de la modificación de dicha norma técnica, el Anexo Técnico de Metodología para Determinar Requerimientos de Robustez y el Anexo Técnico de Exigencias Mínimas de Instalaciones Basadas en Convertidores que se Conectan al Sistema Eléctrico Nacional.

El plazo de la referida consulta pública se extenderá por treinta (30) días corridos, contados desde su publicación en el Diario Oficial, período durante el cual el borrador de la modificación de la norma técnica señalada, los anexos técnicos indicados, y el formato para realizar las observaciones por parte de los interesados se encontrarán disponibles en el sitio electrónico de la Comisión Nacional de Energía, www.cne.cl, accediendo a través de la siguiente ruta: Normativas / Electricidad / Consulta Pública.

COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA

**Consulta Pública
(30 días corridos)**

**Hasta el 1 de
Agosto 2025**



NTSyCS: Consideraciones normativas de robustez del Sistema Eléctrico Nacional



Comisión Nacional de Energía

15 de julio de 2025

