



PROCEDIMIENTO NORMATIVO DE MODIFICACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA DE

Seguridad y Calidad de Servicio

SESIÓN N°10

**Subdepartamento de Normativa y
Análisis Regulatorio
Departamento Eléctrico
Comisión Nacional de Energía**

19 de junio de 2025





Agenda

- › **Antecedentes Generales**
- › **Calendario de sesiones**
- › **Contexto**
- › **Soluciones actuales: experiencia nacional e internacional**
- › **Soluciones a considerar**
- › **Propuestas normativas**
 - › **Modificación NTSyCS: consideraciones de Robustez**
 - › **AT: Metodología de Estudio de Robustez del SEN**
 - › **AT: IBR**
- › **Pilares del cambio normativo**

Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio

Antecedentes Generales

Antecedentes Generales

➤ Sesión N°10:

- **Presidente de Comité:** Claudio Castillo.
- **Secretario de Actas:** María José Zavala.

➤ Informan su asistencia virtual a la sesión N°10:

- **María José Reveco** de Transelec S.A.
- **Daniella Bustos** de Compañía Transmisora la Cebada.
- **Felipe Escobar** de Acciona Energía.



Antecedentes Generales

➤ Invitados a sesión N°10:

- **Paulina Muñoz** de la Comisión Nacional de Energía (P)
- **Pablo Fernández** de la Comisión Nacional de Energía (P)
- **Hugo Morales** de Comisión Nacional de Energía (P)
- **Eduardo Zamora** de Transelec S.A. (P)
- **David Perrone** de Estudios Eléctricos (V)
- **Victor Velar** del Coordinador Eléctrico Nacional (V)
- **Javiera Menesses** de Colbún S.A. (P)
- **Mitchel Leon** de Atlas (V)
- **Franco Chiarella** de SMA (V)



Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio

Calendario Sesiones

Calendario de Sesiones

1ª sesión	Jun	27 Junio 2024
2ª sesión	Jul	25 Julio 2024
3ª sesión	Ago	22 Agosto 2024
4ª sesión	Sep	26 Septiembre 2024
5ª sesión	Oct	24 Octubre 2024
6ª sesión	Nov	21 Noviembre 2024
7ª sesión	Dic	19 Diciembre 2024
	Ene	Pausa Comité
	Feb	Pausa Comité
	Mar	Pausa Comité
8ª sesión	Abr	17 Abril 2025
9ª sesión	May	29 Mayo 2025
10ª sesión	Jun	19 Junio 2025
11ª sesión	Jul	24 Julio 2025

- ✓ **Décima sesión:** Se presentará las modificaciones normativas asociadas a la robustez de la red y el Anexo Técnico de instalaciones basadas en convertidores.
- ✓ **Onceava sesión:** Se discutirá sobre los límites entre requisitos sistémicos y Servicios Complementarios, así como los criterios de la prestación de los esquemas de desconexión y reducción. Se discutirá sobre los sistemas de detección y extinción de incendios en los sistemas de almacenamiento de energía.
- ✓ **Doceava sesión:** Por definir de ser necesario.

Se realizará, durante de la Consulta Pública, un webinar sobre la Modificación NTSyCS: Robustez y Anexo Técnico de Instalaciones Basadas en Convertidores.

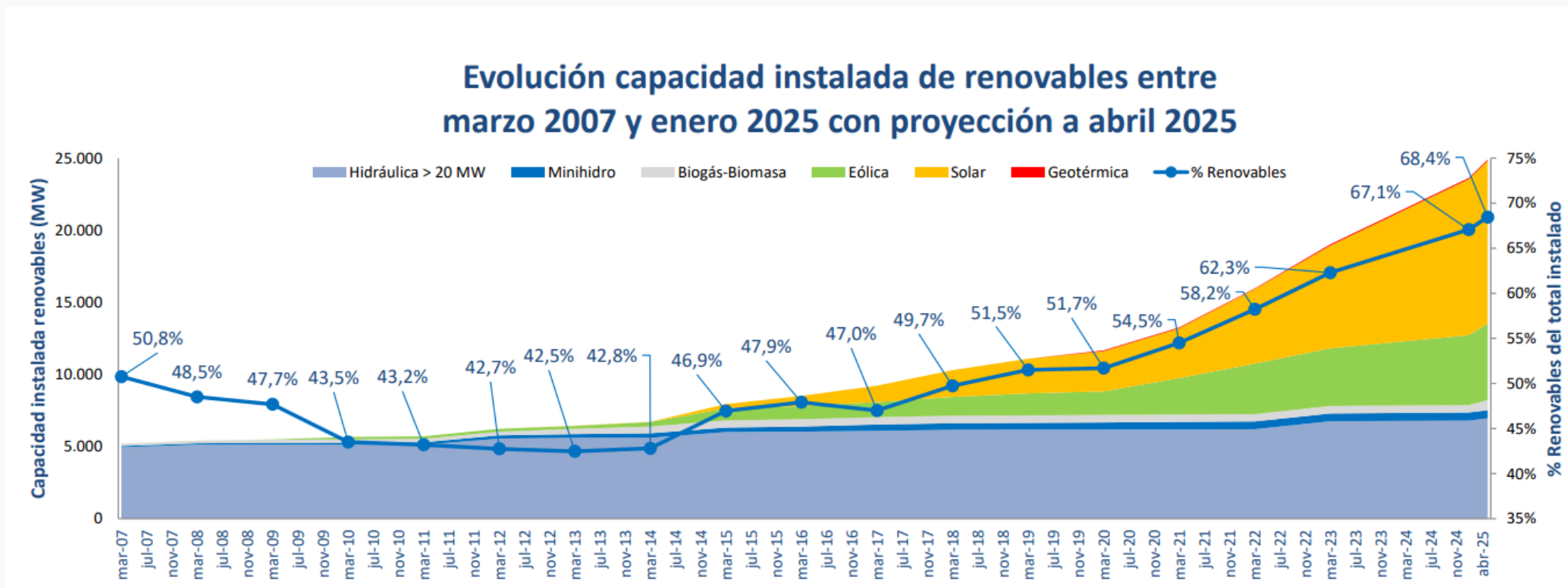


Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio

Contexto

Contexto: cambio hacía un Sistema renovable

El paradigma tradicional del Sistema Eléctrico Nacional dominado por generadores sincrónicos ha sufrido una transición a un sistema en base a energías renovables (ERV).

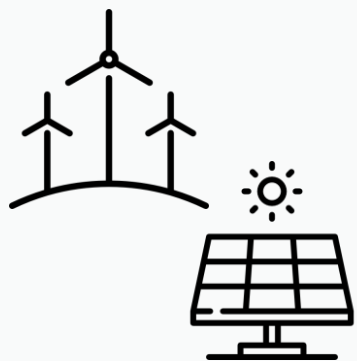


Fuente: Ministerio de Energía

Contexto: tipos de Instalaciones Basadas en Convertidores (IBR)

Grid Following

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



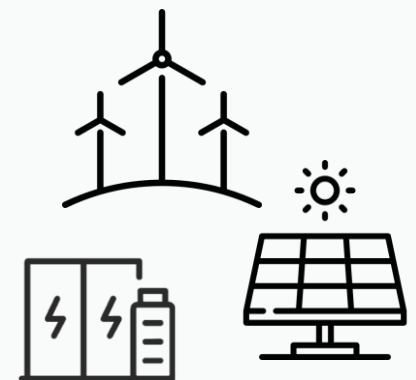
IBR GFL

- Robustez



Sistema Eléctrico
Nacional

+ Robustez



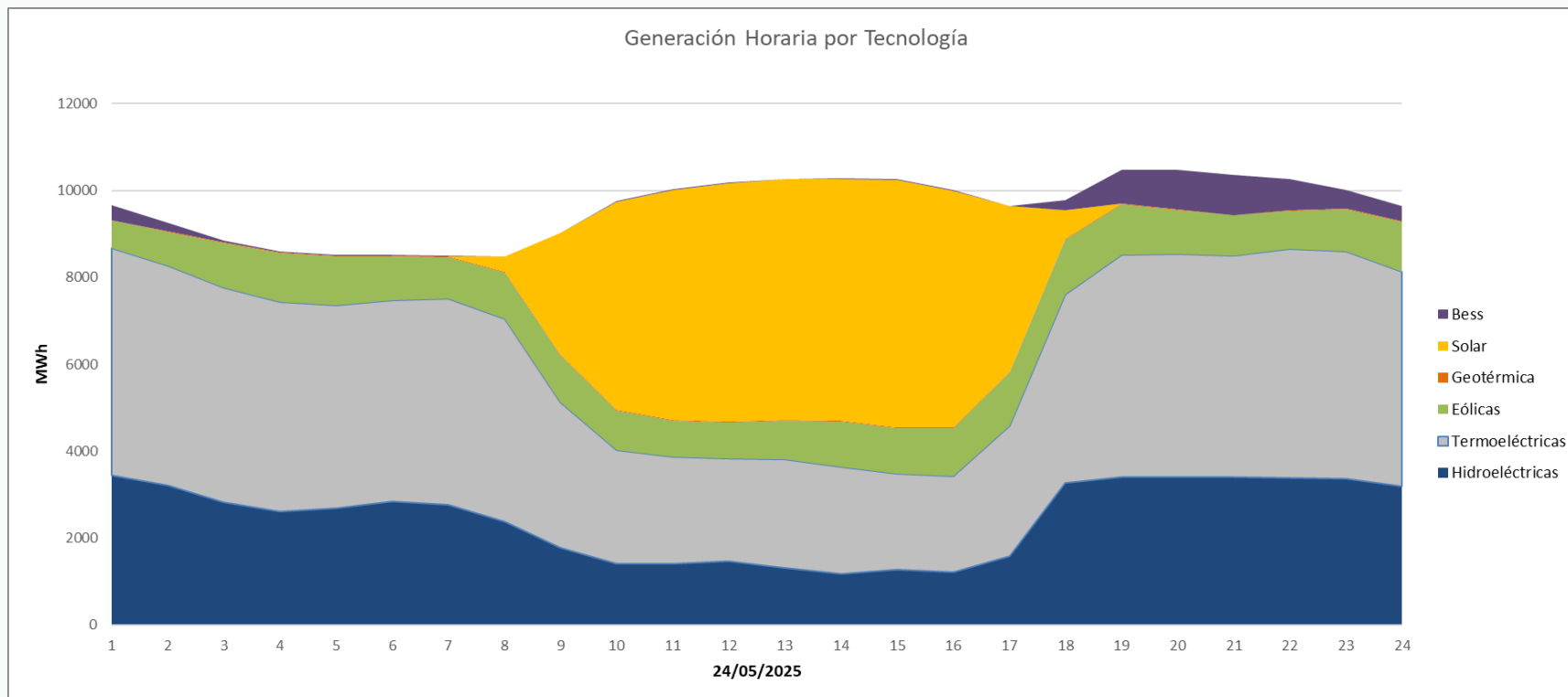
IBR GFM

Grid Forming

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

Contexto: consecuencias de una alta penetración de ERNC

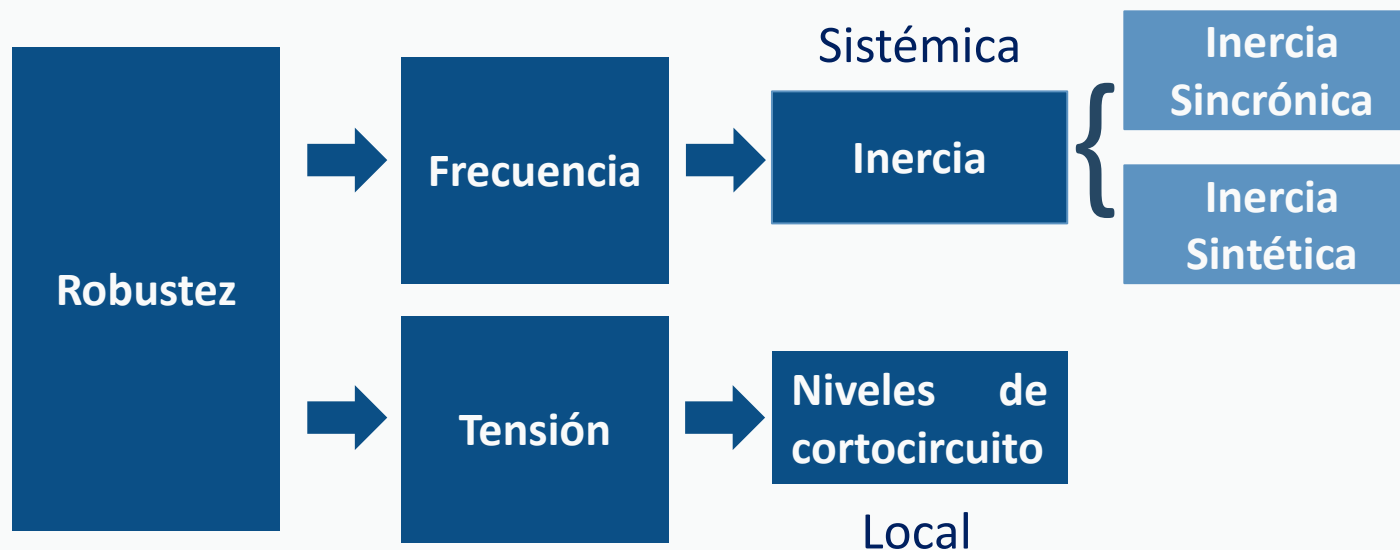
La alta penetración de energías renovables variables permite bajar las emisiones y tener un sistema más sustentable, además de disminuir los costos de producción, pero conlleva **desafíos operacionales** que se deben abordar.



Fuente: elaboración propia

Un sistema eléctrico con altos niveles de energías renovables llevará a sistemas débiles y propensos a inestabilidad.

Contexto: Robustez



En el SEN tradicional el **desempeño dinámico** o “Robustez” ha mantenido un comportamiento estable. Sin embargo, dada la escasez del recurso, la robustez ya no es un “servicio sistémico”, debiendo **ser entregada y correctamente reconocida**.

Contexto: Inercia

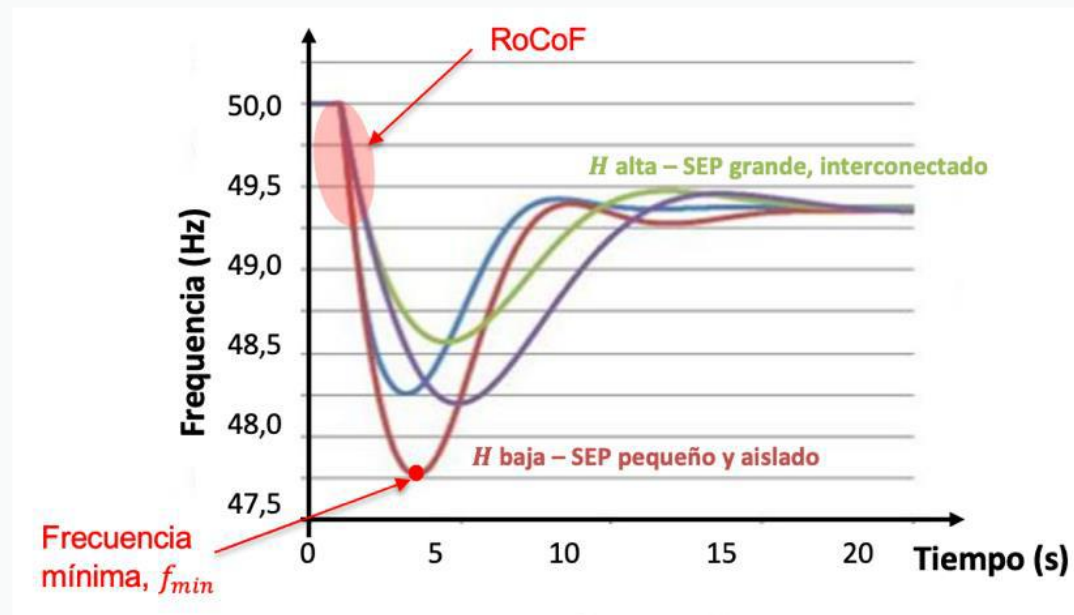
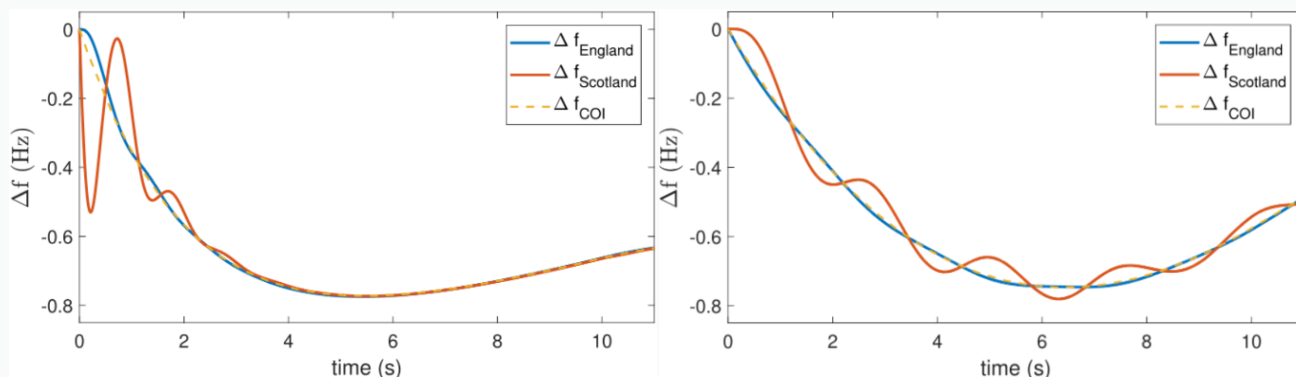
Inercia

Inercia
Sincrónica

Inercia
Sintética

La inercia sistémica, como la conocemos, puede ser aportada tanto por la inercia sincrónica (masas rotatorias), como por la **inercia sintética de un IBR GFM**.

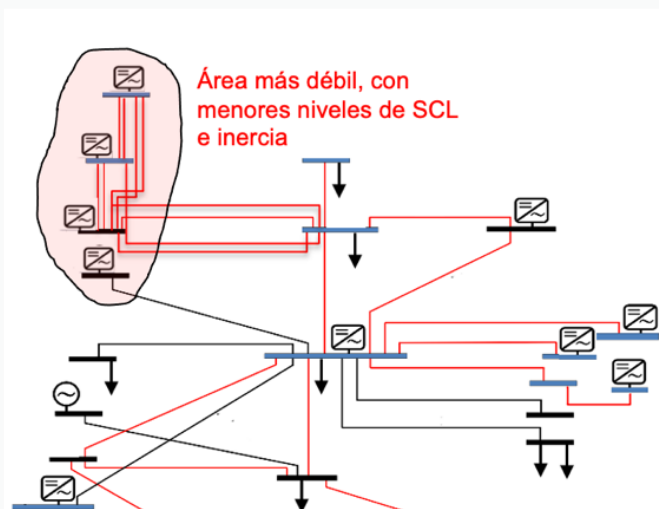
- Nuevos desafíos



El desempeño dinámico de la frecuencia del sistema **no sólo** dependerá de su inercia total sino también de su distribución espacial.

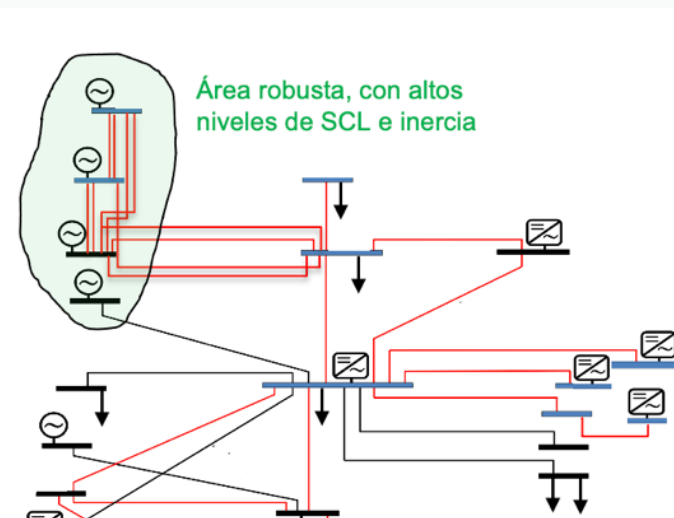
Contexto: Fortaleza de la red

La Fortaleza de la Red es la capacidad del sistema eléctrico de **mantener los niveles de tensión estables ante perturbaciones.**



Factores que afectan:

- Distancia eléctrica a fuentes de generación
- Nivel de Enmallamiento
- Tipo de generación (sincrónica, IBR GFL, IBR GFM)



La Fortaleza de la Red varía de un área o subsistema a otro, dependiendo de su ubicación, tipo de generación cercana y su configuración de la red, es decir, **tiene una naturaleza local**

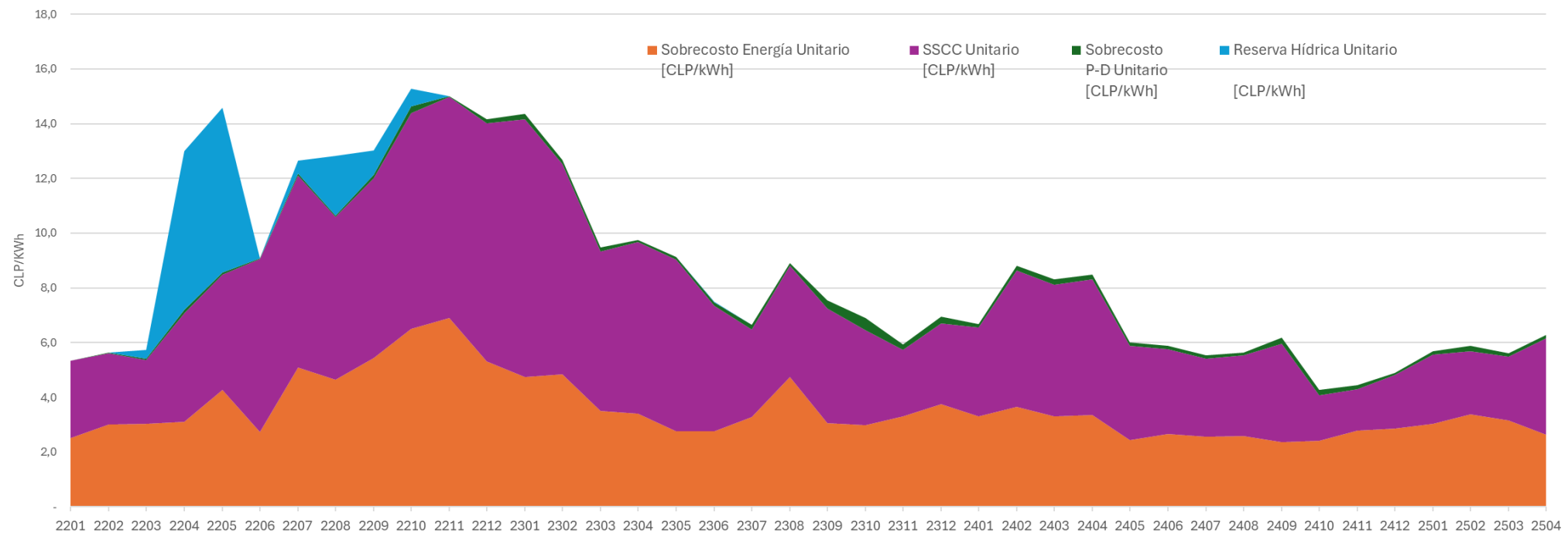
Soluciones actuales: Chile



Despacho forzado de centrales sincrónicas

- Aumento de pagos laterales
- No da señales económicas que reconozcan atributos de flexibilidad
- No da señales de localización

Evolución Pagos Laterales



Fuente: elaboración propia

Soluciones actuales: Chile

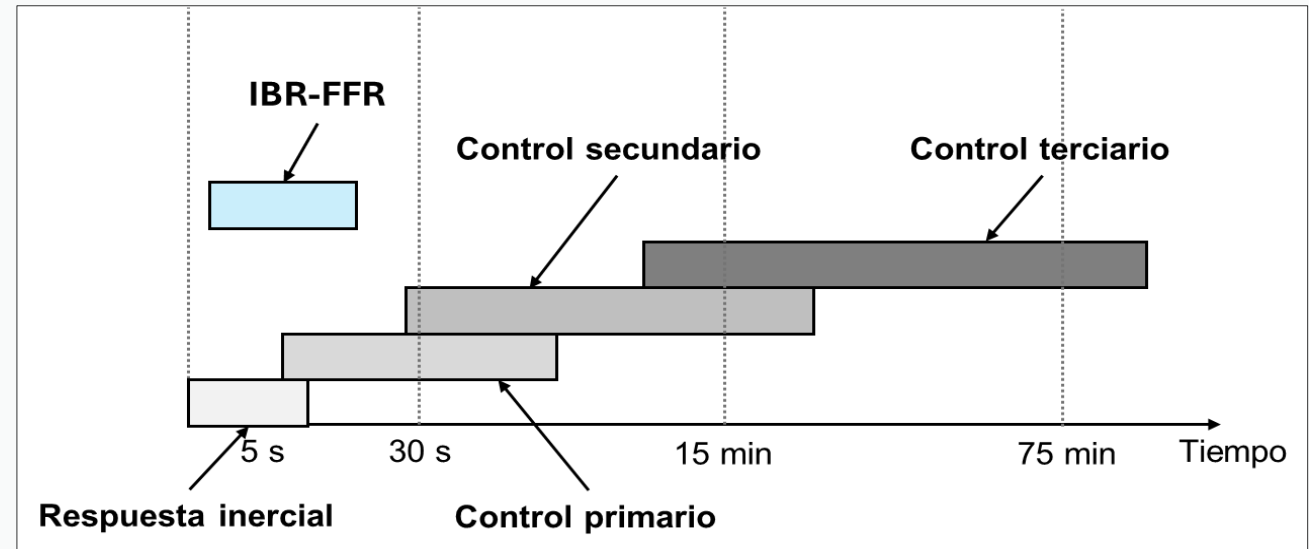
Mercado de Servicios Complementarios

Licitación de Control de Tensión (2023-2024)



Barra	Potencia de cortocircuito [MVA]	CCSS equivalente [MVar]
Ana María 220 kV	2774	426
Nueva Chuquicamata 220 kV	543	82
Likanantai 220 kV	1773	266
Illapa 220 kV	1728	259

Controles de Frecuencia



Soluciones actuales: experiencia internacional

Robustez-Frecuencia:

Se fijan valores **mínimos de inercia y tasas máximas de RoCof**

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.

Soluciones actuales: experiencia internacional

Robustez-Tensión o Fortaleza de la red

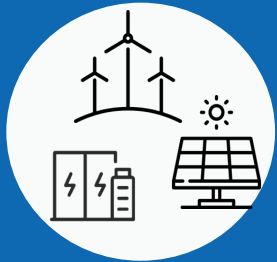
Internacionalmente se establecen **valores mínimos de fortaleza de red para la conexión de IBR GFL** y definiendo **exigencias mínimas de diseño para tecnologías GFM**.

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	En zonas con redes débiles se requiere modelación EMT	1 año	1 año	Se establecen restricciones operativas

Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio

Propuesta Normativa

Soluciones a considerar



Nuevas exigencias a las IBR

IBR GFM

Nuevas exigencias de diseño

IBR GFL

Se elevan las exigencias



Soluciones desde la Planificación

- Más Enmallamiento o FACTS
- La planificación considerará el concepto de Robustez



Reconocer atributos

- Incentivar incorporación de infraestructura
- Reconocer adecuadamente a los agentes dichos atributos

Propuesta Normativa

← Modificación NTSyCS	AT IBR →
Incluir a su alcance los Sistemas de Almacenamiento de Energía.	Especificaciones técnicas para IBR GFM
Se incluyen exigencias de Robustez del sistema eléctrico	Ampliación de las exigencias a los IBR GFL
Nuevo estudio de Robustez del SEN incluido un nuevo Anexo Técnico con su metodología	Solicitud Información técnica para IBR
Definición de zonas del Sistema y su categorización como “Débil” o “Fuerte”	Estudios específicos de conexión para <i>Grid Forming</i>

Modificación NTSyCS y publicación AT IBR

Modificación NTSyCS

Incluir a su alcance los Sistemas de Almacenamiento de Energía.

Se incluyen exigencias de Robustez del sistema eléctrico

Nuevo estudio de Robustez del SEN incluido un nuevo Anexo Técnico con su metodología

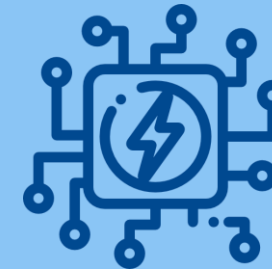
Definición de zonas del Sistema y su categorización como “Débil” o “Fuerte”



Modificación NTSyCS



Trabajo
junto a
Consultor



Fortaleza
de la Red



SAE



AT Instalaciones Basadas en Convertidores



Especificaciones técnicas



Estudios EMT

AT IBR

Especificaciones técnicas para IBR GFM

Ampliación de las exigencias a los IBR GFL

Solicitud Información técnica para IBR GFM

Estudios específicos de conexión para *Grid Forming*

Propuesta Normativa

Modificación NTSyCS



NORMA TÉCNICA DE SEGURIDAD Y CALIDAD DE SERVICIO

*Junio 2025
Santiago de Chile*

Nuevo AT IBR



NORMA TÉCNICA DE SEGURIDAD Y CALIDAD DEL SERVICIO

**ANEXO TÉCNICO DE EXIGENCIAS MÍNIMAS DE INSTALACIONES
BASADAS EN CONVERTIDORES QUE SE CONECTEN AL SISTEMA**

*Junio de 2025
Santiago, Chile*

Nuevo AT Estudio de Robustez



NORMA TÉCNICA DE SEGURIDAD Y CALIDAD DEL SERVICIO

**ANEXO TECNICO DE METODOLOGÍA PARA
DETERMINAR REQUERIMIENTOS DE
ROBUSTEZ**

*Junio de 2025
Santiago, Chile*

Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio

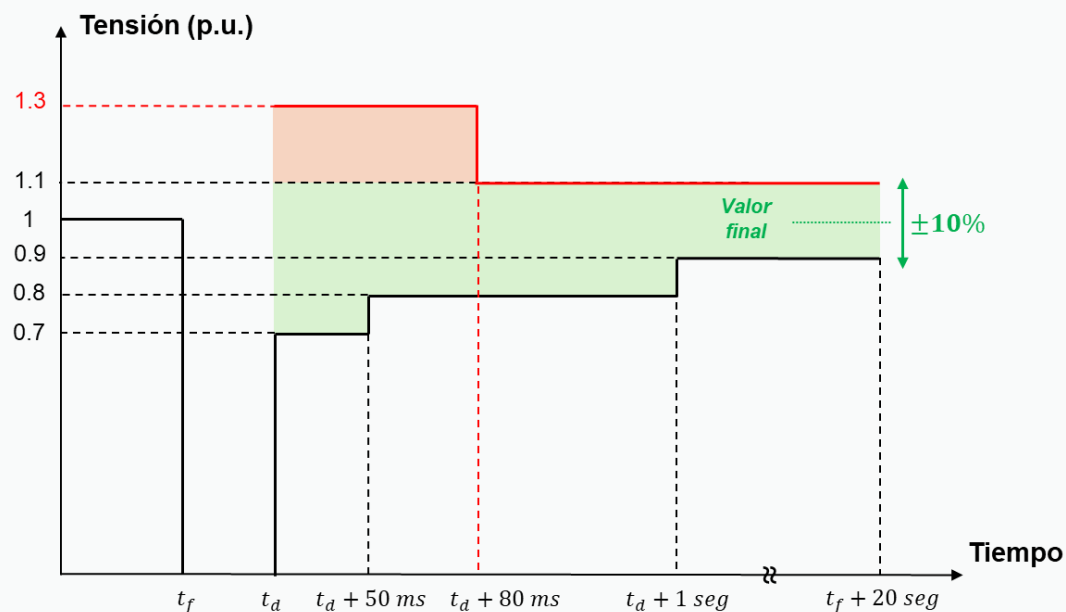
Repaso de Artículos

Artículo 5-31 de la NTSyCS

Para aquellos estándares de recuperación dinámica del Sistema,

“En Estado Normal y frente a la ocurrencia de una Contingencia Simple, el SI deberá mantenerse transitoriamente estable, utilizando los recursos de control y protección que estén disponibles, sin riesgo de pérdida de sincronismo, **inestabilidad de tensión o frecuencia**, disgregación en islas eléctricas **o inestabilidad desencadenada por convertidores**. “

Artículo 5-34 de la NTSyCS



El artículo regula la recuperación dinámica de la tensión tras una falla o contingencia. Sin embargo, **no se establece un umbral de sobretensión.**

Se propone incluir un nuevo inciso, indicando:

“La tensión en las barras del ST no deberá exceder un **1,3 pu por un tiempo superior a 80 ms**, contando desde el instante de despeje de falla.”

Exigencias a los IBR GFL

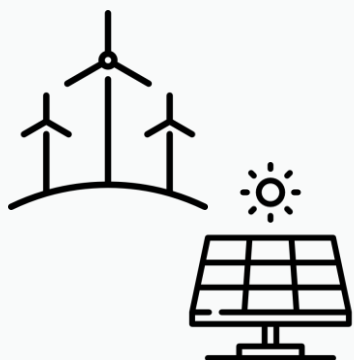
Controlador de Tensión IBR GFL

Se aumentan las exigencias al Controlador de Tensión de los IBR GFL.

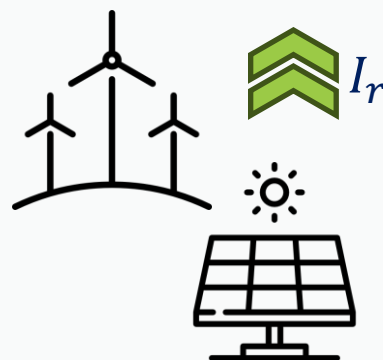
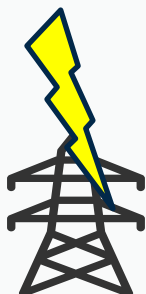
Requerimiento	Valor propuesto
Tiempo de reacción	< 200 ms
Tiempo de subida	< 1 s
Tiempo de asentamiento	< 200 ms
Banda de asentamiento	±5% del valor final
Sobreoscilación	< 5%
Estatismo Permanente	2 a 10%
Modos de control	Control de tensión, control de potencia reactiva y control de factor de potencia

Exigencias a los IBR GFL

Controlador de Tensión IBR GFL



Operación Normal



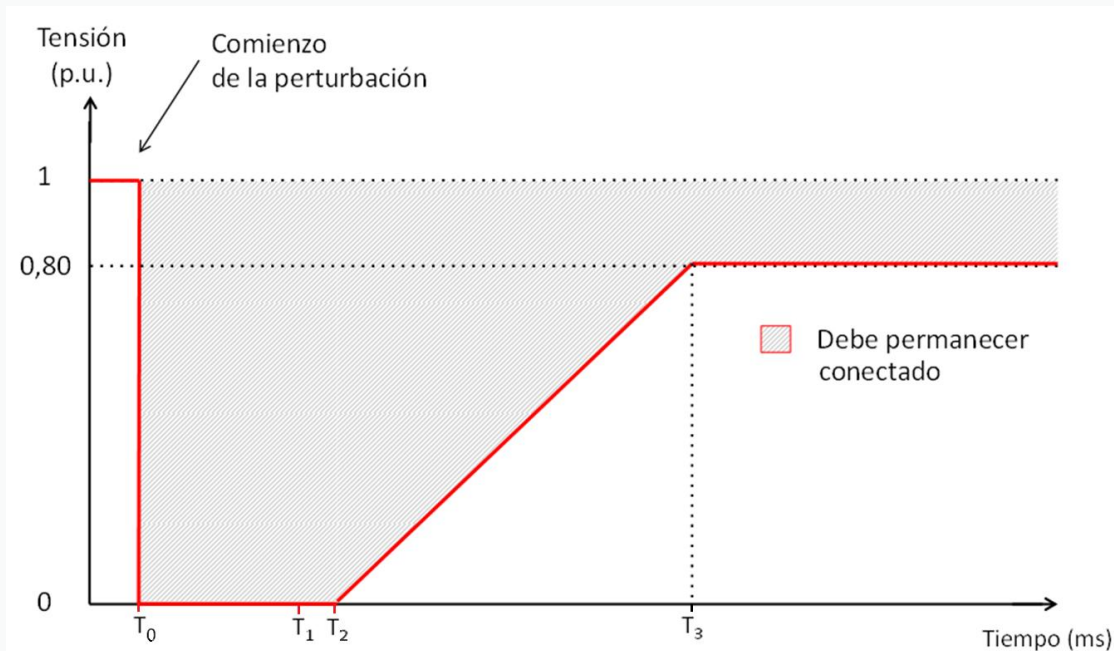
Operación ante fallas

En caso de descensos en la tensión de más de un 0,9 pu el IBR GFL deberá desactivar su control en condiciones normales y **activar un control en modo falla**, cumpliendo lo siguiente:

Requerimiento	Valor propuesto
Tiempo de activación	< 50 ms desde la detección de falla
Tiempo de asentamiento	< 80 ms
Banda de asentamiento	±10% del valor final

Exigencias a los IBR GFL

Artículo 3-8 de la NTSyCS -> AT IBR



Ante una perturbación que provoque una caída de tensión, un IBR GFL deberán priorizar la inyección de corriente reactiva a la red, **lo cual puede provocar problemas de sobretensión una vez despejada la falla.**

Se propone incluir, en el artículo, un nuevo párrafo indicando que el Coordinador podrá instruir a determinados IBR GFL la **priorización de inyección de corriente activa.**

Exigencias a los IBR GFL

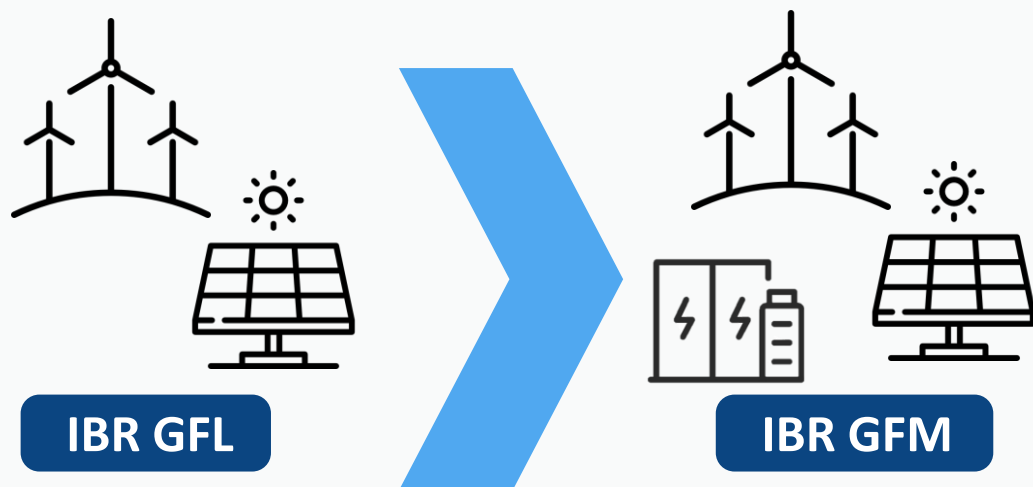
Controlador de Frecuencia/Potencia IBR GFL

Requerimiento	Valor propuesto
Tiempo de reacción	< 1 s
Tiempo de subida	< 4 s
Tiempo de asentamiento	< 10 s
Banda de asentamiento	±5% del valor final
Estatismo Permanente	2 a 5%
Banda muerta	±30 [mHz]

Se aumentan las exigencias al Controlador de Frecuencia/Potencia de los IBR GFL.

Exigencias a los IBR GFL

Conversión a una IBR GFM



En el caso de que un IBR GFL pretenda realizar la conversión a un IBR GFM. Se deberá realizar mediante una solicitud de Modificación Relevante, cumpliendo las exigencias para dicha tecnología.

El Coordinador deberá validar los modelos y pruebas de la instalación.

Exigencias a los IBR

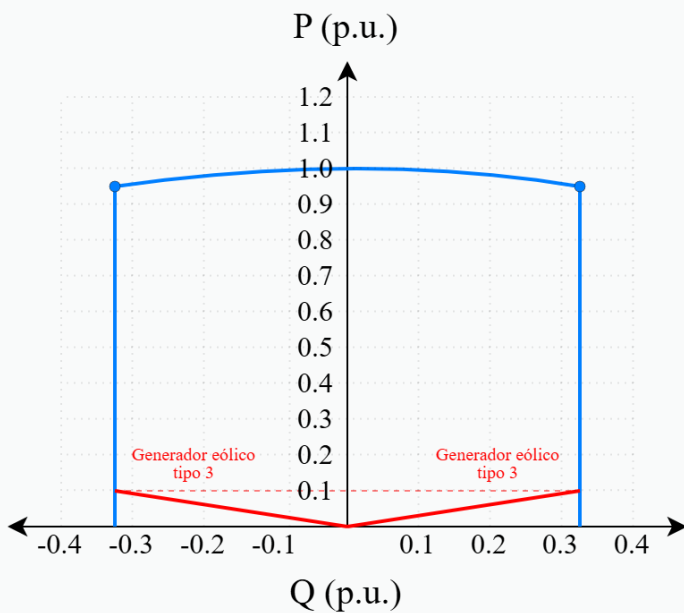
Modelos EMT

Los IBR deberán presentar modelos para realizar simulaciones y análisis de transitorios electromagnéticos. Los modelos deberán ser tipo OEM, es decir del fabricante original.

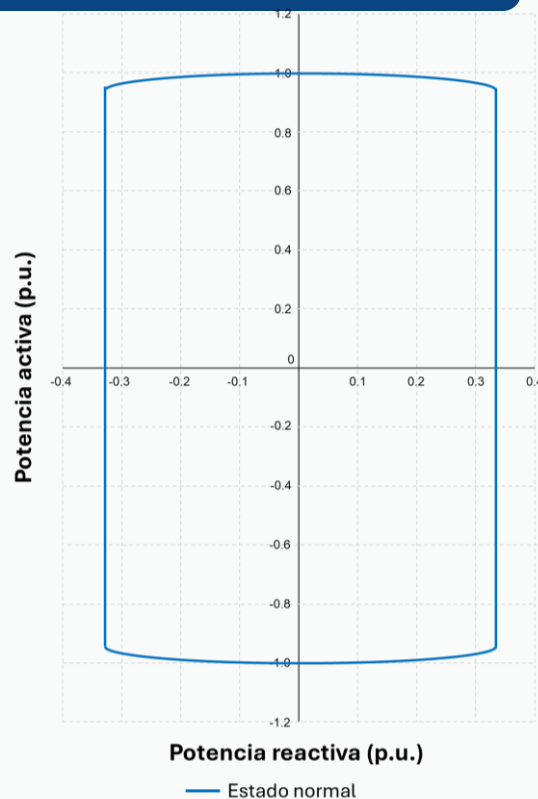
Se incluirá un artículo transitorio tanto para el plazo de envío de los modelos EMT de las instalaciones existentes como para la validación de estos.

Exigencias a los IBR

Artículo 3-9 de la NTSyCS



Centrales IBR



BESS

Se actualizan las exigencias del Diagrama PQ de los IBR, incluyendo uno para las Centrales IBR y los Sistemas de Almacenamiento de Energía.

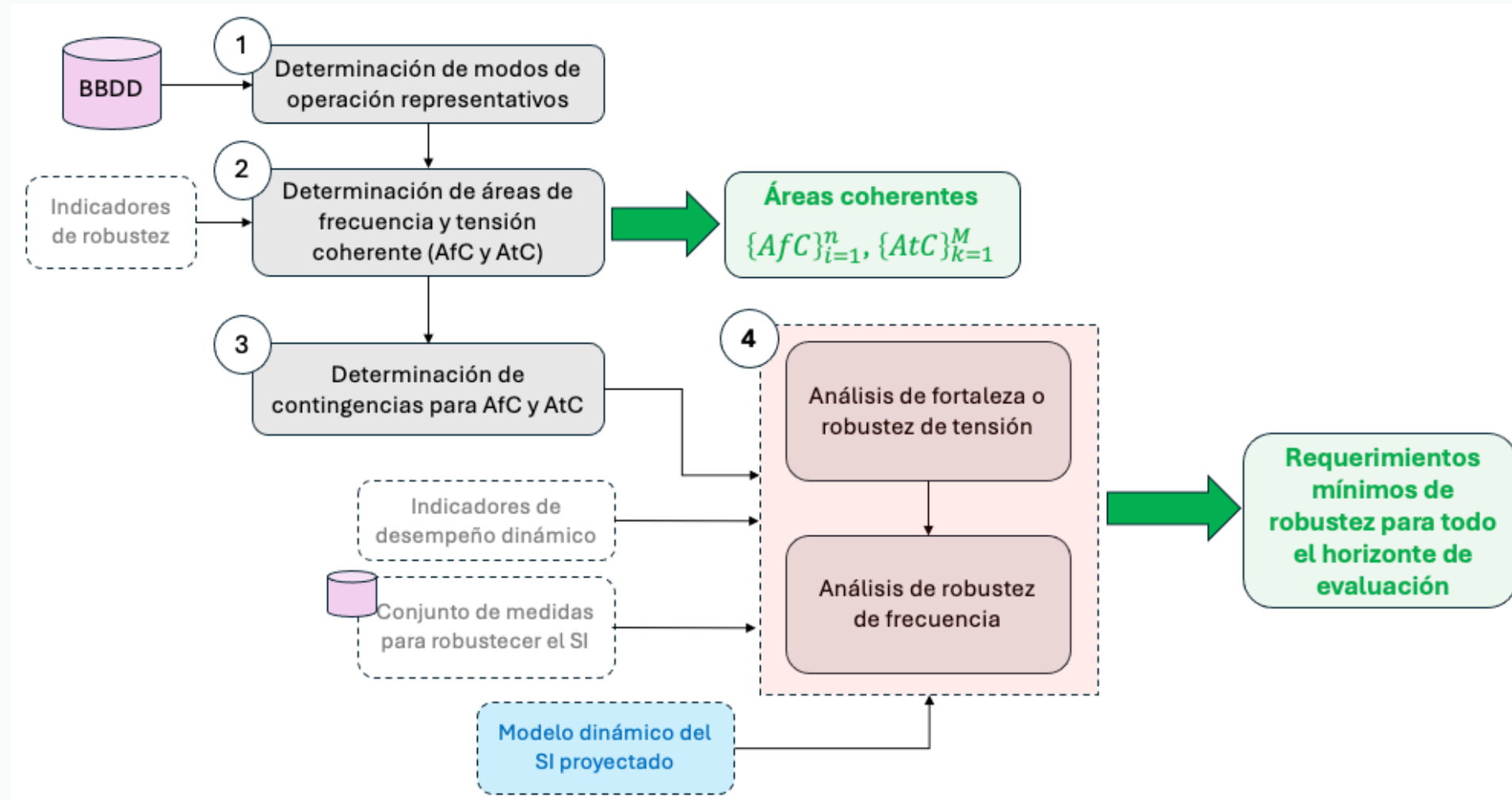
¿Cuál es el plazo que estiman conveniente para su implementación, considerando los parques eólicos tipo 1 y 2?

Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio

AT: Metodología para el Estudio de Robustez del SEN

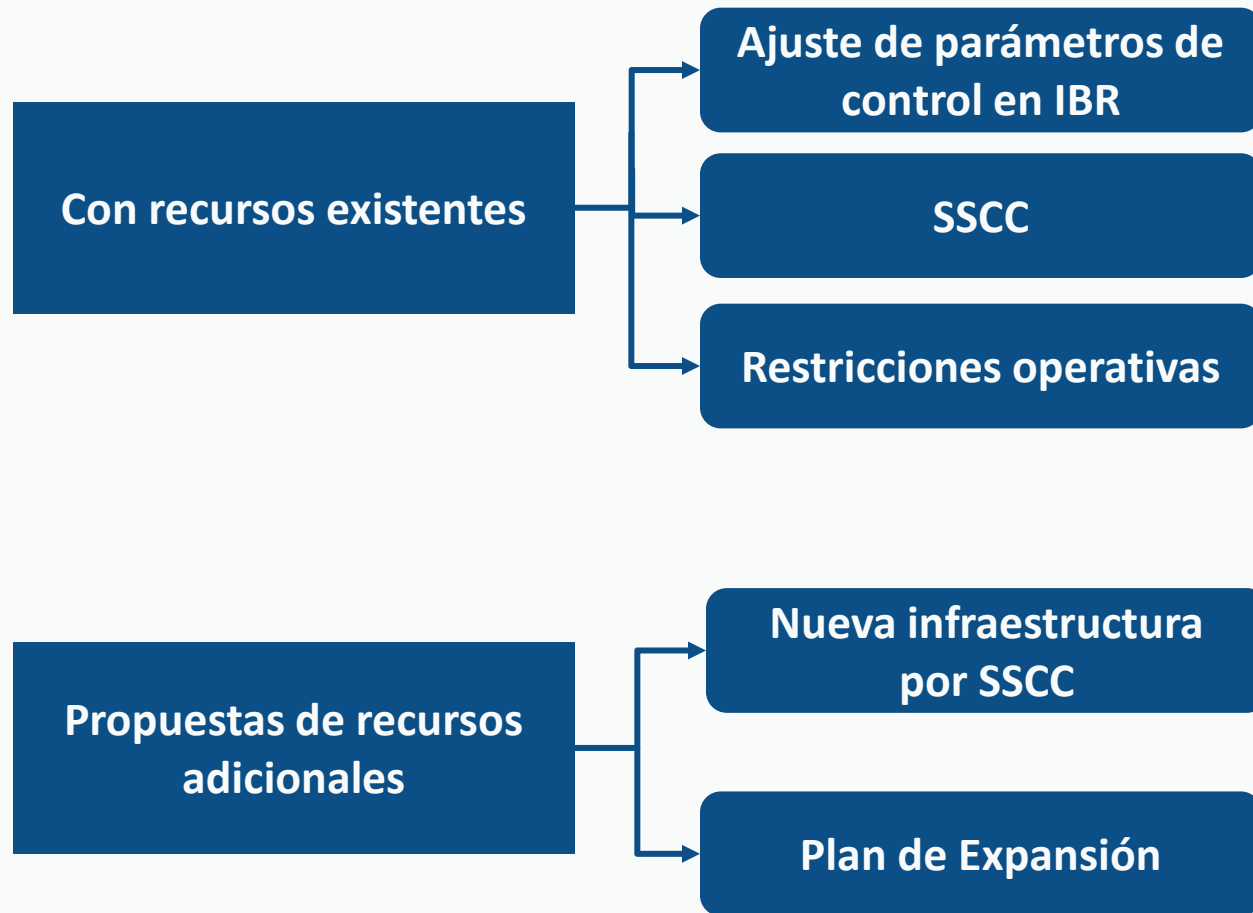
AT: Estudio de Requerimientos de Robustez del SEN

Objetivo del estudio: Identificar los requerimientos mínimos de Robustez que debe contar el SI para garantizar los estándares de SyCS.



AT: Estudio de Requerimientos de Robustez del SEN

Medidas para robustecer el SI



Consideración	Descripción
Periodicidad	Anual
Horizonte de modelación	3 años
Publicación	Durante abril
Actualización	Si, frente a cambios relevantes
Observabilidad	Debe considerar un periodo de 10 días hábiles

Para la primera versión del estudio, se considerará un artículo transitorio que fijará los plazos y alcances del mismo.

AT: Estudio de Requerimientos de Robustez del SEN

Ejemplo:

Área de Tensión Coherente	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Zona 1	✓	✓	✓	✗
Zona 2	✗	✗	✓	✓
Zona 3	✗	✗	✗	✗

La Zona 2 y 3 serían catalogadas como Redes Débiles para el año T_1 de aplicación del estudio.

Adicionalmente, el estudio puede **plantear medidas para robustecer el SI** transitorias (restricciones operativas) y de mediano plazo (requerimiento de nueva infraestructura) de acuerdo con lo establecido en la regulación de SSCC.

Resultados del Estudio de Robustez del SEN

A raíz de los resultados del Estudio, estos **derivan en requisitos adicionales para tecnologías IBR en zonas que sean catalogadas como débiles**, esto con el principio de no degradar la Red, dando así una señal de localización.



Pilares del cambio normativo

