

Mantener la confiabilidad del sistema durante la transición energética

El desafío: Cómo asegurar la estabilidad del sistema eléctrico chileno al avanzar hacia un futuro 100% renovable con menos generación síncrona

Chile avanza hacia una matriz dominada por energías renovables, pero el retiro de plantas convencionales está dejando al sistema sin los atributos esenciales de estabilidad necesarios para operar de manera segura.

Dos brechas críticas se destacan:

1. Disminución de la capacidad de cortocircuito (ESCR)

La fortaleza eléctrica del sistema disminuye cuando se retiran generadores síncronos. Estudios de Inodú y Wärtsilä muestran que ya en 2026 varias zonas del

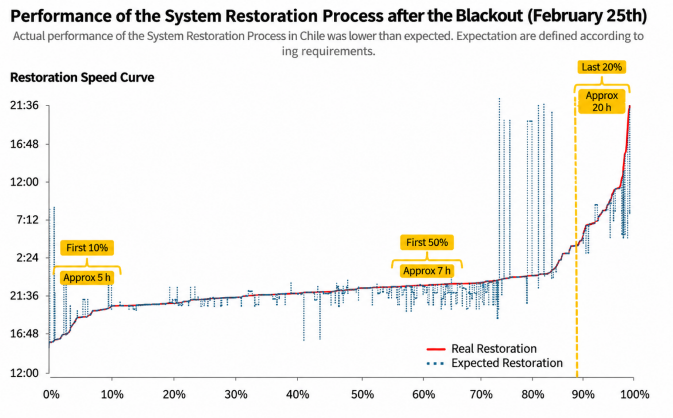
2. Falta de capacidad de black start y bajo desempeño

El apagón de febrero de 2025 demostró que las unidades actualmente designadas para iniciar rápidamente la recuperación del sistema no funcionaron como se esperaba: algunas tardaron

norte del sistema chileno caerán por debajo del nivel mínimo requerido de fortaleza del sistema (ESCR < 1,5) en muchos escenarios, incluso con plantas térmicas operando.

Esta situación se mantiene —y en realidad empeora— en 2030, a pesar de que en el estudio todas las nuevas plantas solares y de almacenamiento construidas después de 2025 están equipadas con funcionalidades de grid forming. Esto deja a la red cada vez más vulnerable a eventos de voltaje que pueden gatillar fallas y causar apagones.

Figure 1
Black Start Recovery Curve



hasta diez veces más de lo previsto en comenzar la restauración.

Además, hay varias zonas en Chile sin capacidad de black start, y otras donde esta capacidad será retirada, por lo que el sistema eléctrico chileno incumple sus propias regulaciones locales.

Existen diversas alternativas para abordar estas brechas, incluyendo condensadores síncronos, nueva capacidad de generación a gas firme y flexible equipada con condensadores síncronos, sistemas de almacenamiento (BESS) y plantas renovables, tales como las plantas solares con capacidades grid forming. Una planificación efectiva, una clara definición de requisitos técnicos y estándares operativos más exigentes también serán fundamentales para cerrar estas necesidades de manera sostenible.

La estabilidad en un sistema renovable debe lograrse a un costo razonable

Para que Chile opere con una matriz 100% renovable, no basta con instalar generación renovable: la red debe ser capaz de soportar su voltaje y frecuencia de manera segura en todas las circunstancias.

La falta de capacidad de cortocircuito y de un servicio confiable de black start limita directamente el crecimiento renovable, porque actualmente el sistema depende de unidades térmicas antiguas e inflexibles para mantener la estabilidad básica y recuperar el sistema tras fallas severas.

Mientras estos servicios no estén disponibles mediante medios alternativos, modernos y flexibles, el retiro de infraestructura térmica obsoleta debe retrasarse, lo que aumenta la congestión y limita la expansión renovable.

El siguiente paso de la transición energética

Chile ya demostró que puede liderar la incorporación de energías renovables.

El próximo desafío ya no es construir más generación renovable, sino asegurar que el sistema disponga de los servicios que permiten operarla de manera confiable, resiliente y eficiente.

La discusión ya no es tecnológica. Existen múltiples alternativas capaces de aportar fortaleza de red, capacidad de recuperación y otros servicios esenciales para la estabilidad del sistema.

La pregunta central es cómo diseñar mecanismos de contratación y operación que permitan entregar estos servicios de forma eficiente y al menor costo para los consumidores.

En este contexto, resulta relevante evaluar mecanismos de mercado y procesos de contratación que permitan abordar múltiples necesidades del sistema de manera coordinada y optimizada.

La recomendación: avanzar hacia una licitación combinada para fortaleza de cortocircuito y black start

El estudio conjunto de Wärtsilä e Inodú identifica brechas de fortaleza de red y de capacidad de black start, y propone avanzar hacia una licitación combinada como mecanismo para abordarlas de manera coordinada. El proceso debiera ser único, competitivo y neutral en tecnología, con requisitos de desempeño definidos a partir de las necesidades del sistema.

La magnitud, la localización y el momento de contratación deben determinarse mediante los análisis técnicos y la planificación correspondientes, considerando la evolución esperada del sistema eléctrico chileno.

Una licitación combinada permitiría comparar soluciones capaces de aportar uno o ambos servicios y seleccionar la combinación que entregue mayor valor al sistema. La contratación coordinada puede capturar sinergias entre prestaciones, evitar decisiones fragmentadas y reducir la dependencia de operación térmica forzada, siempre que el diseño de la licitación valore explícitamente el desempeño y el aporte sistémico de cada alternativa.

Bien diseñada, esta licitación podría fortalecer la red, mejorar la capacidad de recuperación después de una falla y aumentar la resiliencia necesaria para operar con una mayor participación renovable. La experiencia del apagón de 2025 refuerza la necesidad de revisar cómo se planifican, verifican y contratan las capacidades críticas para la restauración del sistema.

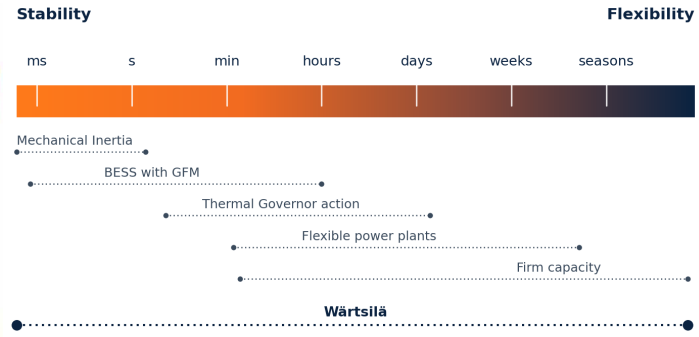


Figure 2
Stability vs. Flexibility

Impacto para Chile: Infraestructura que habilita el siguiente paso de la transición

Una licitación combinada, respaldada por estudios técnicos y una definición clara de necesidades, puede generar beneficios relevantes para Chile:

- Facilitar el retiro seguro de plantas a carbón, sustituyendo de forma planificada los servicios de estabilidad que hoy aportan por su condición síncrona.
- Reducir costos sistémicos al disminuir la necesidad de operación forzada en mínimo técnico y los pagos asociados, sujeto al resultado de la evaluación económica.
- Aumentar el aprovechamiento de energías renovables al reducir vertimientos asociados a restricciones operativas y necesidades de estabilidad.

Resolver estos déficits no es externo a la agenda renovable: es el habilitador que permitirá a Chile avanzar más rápido hacia un sistema moderno, competitivo, limpio y seguro.

Mensaje final

La evolución hacia una matriz eléctrica con altas penetraciones renovables exige que la regulación, la contratación y la operación del sistema evolucionen conjuntamente.

Resolver los desafíos de fortaleza de red y recuperación del sistema no es una condición externa a la agenda renovable; es un habilitador fundamental para acelerar el retiro de infraestructura obsoleta, reducir costos sistémicos y aumentar la integración de energías renovables.

El futuro no depende únicamente de incorporar más renovables, sino de optimizar cómo el sistema contrata y opera los servicios que hacen posible esa transición.