



60 RAE

60º Reunión de Altos Ejecutivos de la CIER

60º Reunião dos Altos Executivos da CIER

Bloque 2: Seguridad de Abastecimiento y Resiliencia del Sistema: Incorporación de nuevas fuentes y almacenamiento.

Modera: Maria Nohemi Arboleda Arango

Gerente General XM S.A. E.S.P. - Presidente COCIER



La complejidad de los sistemas eléctricos modernos

se incrementa con la incorporación de nuevas tecnologías en generación y demanda que introducen mayor variabilidad e incertidumbre en la operación, además de nuevas dinámicas que impactan la operación del sistema y los mercados.

Sin una preparación adecuada en infraestructura, regulación, mercados y capacidades operativas, la adaptación al nuevo entorno tecnológico se ve limitada, lo que genera riesgos crecientes para el suministro eléctrico seguro, confiable y resiliente.



Vulnerabilidad de los sistemas eléctricos:

» Los sistemas eléctricos se enfrentan a vulnerabilidades **derivadas del agotamiento en la infraestructura, la creciente demanda de energía eléctrica** que exige mayor capacidad de transporte y generación y nuevas dinámicas de los equipos que se integran (IBR's y centros de datos), todo esto, **en un escenario con condiciones climáticas extremas** como consecuencia del cambio climático.

Eventos con afectación mayor a la demanda



» Aumento de la frecuencia de los eventos: Actualmente, a nivel mundial las fallas en el suministro de energía son más frecuentes, **lo que afecta la vida cotidiana, la economía y la seguridad energética de los países.**

*Eventos con afectación a más de 100 mil habitantes entre 2022 y 2025. Fuente: Construcción propia a partir de medios y agencias

Las causas de estos eventos, generalmente, corresponden a múltiples situaciones estructurales de los sistemas, que evidencian oportunidades de mejora en el diseño flexible y resiliente, para la incorporación efectiva de nuevas fuentes, almacenamiento, entre otros...

- **Redes congestionadas y obsoletas.** Falta de materialización de la expansión y modernización.
- **Deficiencias en la complementariedad de la matriz de generación.**
- **Bajos niveles de inercia y fortaleza de red** (falta planeación anticipada de nuevos requisitos de operación y nuevos equipos como compensadores síncronos).
- **Desempeño de inversores** (deficiencias o falta de exigencias de requisitos, códigos de redes no actualizados).
- **Falta de controlabilidad del sistema** (potencia activa y reactiva), esquemas remediales (EDAC, ERAG).



Diseño resiliente y flexible del sistema

(falta de redundancia en sistemas de protección, infraestructura poco flexible ante mantenimientos, fallas N-k, matriz complementaria y controlable, ciber resiliencia).

Convenciones

Fluctuaciones de tensión

Confiabilidad

Agotamiento de infraestructura

Clima

En el actual escenario de cambios, la planeación basada en criterios de flexibilidad y resiliencia es esencial para que el sistema energético mantenga y mejore los niveles de confiabilidad y seguridad en la atención de la demanda:

- 1
- 2
- 3

Incremento de la demanda de la mano de la electrificación del consumo de gas natural y la incorporación de nuevas cargas intensivas eléctricamente (**centros de datos**).

Altos volúmenes de integración de generación solar y eólica generan mayor dependencia de la generación hidráulica y térmica como proveedores de **flexibilidad y capacidad firme en el sistema**.

Incremento de la necesidad de capacidad de transporte, recursos flexibles y nuevos servicios para **mantener la operabilidad, seguridad y resiliencia en la operación**.



FLEXIBLE
Un sistema que pueda responder a las diferentes condiciones de cambio en el balance generación-demanda, en todas las escalas y horizontes de tiempo.



RESILIENTE
La capacidad de anticipar, prepararse y adaptarse rápidamente a las condiciones cambiantes y de soportar, responder y recuperarse de eventos.

La transformación hacia un futuro energético más flexible, resiliente y una red eléctrica más renovable, exige que los sistemas eléctricos se adapten rápidamente...

La articulación, integración de nuevas tecnologías y planeación y operación flexible y resiliente del sistema, claves del éxito en la transición energética.



Conversatorio:

Seguridad de Abastecimiento y Resiliencia del Sistema:
Incorporación de nuevas fuentes y almacenamiento.

Pregunta general

¿Desde la realidad técnica, económica y normativa del sistema eléctrico de su país, cuáles es el principal reto que la alta integración de fuentes renovables variables no convencionales plantea para la seguridad del abastecimiento, la flexibilidad y la resiliencia de su sistema eléctrico?

Preguntas Específicas

Heiner Zumbado Espinoza – Costa Rica

- 1** Coopeguanacaste ha desarrollado proyectos de generación renovable (solar, eólica, hidroelectricidad) e incluso proyectos de biomasa con residuos sólidos. ¿Qué desafíos han enfrentado para que esos proyectos contribuyan no sólo a generación renovable, sino también a la robustez y estabilidad del sistema eléctrico (por ejemplo, en términos de control, respaldo, variabilidad, interconexión)?

- 2** La integración de generación distribuida crece, lo que genera retos para los operadores del sistema de potencia en términos de variabilidad, estabilidad y disponibilidad de servicios esenciales, como el EDAC. ¿Como se espera integrar al sistema de forma segura y coordinada la generación distribuida, que papel jugaran las baterías en los sistemas de distribución y como se podrían aprovechar para el intercambio de productos y servicios con el sistema de potencia?

Preguntas Específicas

Bernardita Espinoza - Chile



1 El Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) tiene el reto de coordinar la operación del sistema eléctrico nacional chileno, en un entorno cada vez más desafiante de renovables, conexión de baterías, flexibilidad, etc.

¿Cuáles han sido las claves para desplegar el almacenamiento a gran escala en Chile y por qué la hibridación se está tornando atractiva para los inversores? Y ¿Qué otras tecnologías están desplegando para mejorar la resiliencia de la red eléctrica?

¿Cuáles son los principales riesgos que identifican hoy en términos de seguridad de abastecimiento y resiliencia y qué herramientas o protocolos están aplicando para mitigarlos?

2 Las interconexiones han sido resaltadas como clave para operar un sistema con alta integración de generación solar y eólica, ya que permiten administrar los desbalances, explotar la complementariedad y fortalecer la red. ¿Considera que la integración eléctrica con otros países de la región podría ser clave para la seguridad y resiliencia del sistema chileno? ¿Cómo ve el avance de los planes de integración con estos sistemas?

Preguntas Específicas

José Alem - Uruguay

- 1** Uruguay ha alcanzado niveles muy elevados de generación eléctrica a partir de fuentes renovables, lo cual es un logro sobresaliente desde el punto de vista de la sostenibilidad. En este contexto, ¿cómo está UTE evaluando y adaptando su modelo de respaldo energético, almacenamiento o flexibilidad operativa para asegurar que la seguridad del abastecimiento y la firmeza del sistema no se vean comprometidas ante una mayor penetración de renovables variables?

- 2** Es claro que Uruguay posee fuertes interconexiones con otros sistemas, ¿Cuál ha sido el rol de las interconexiones con Argentina y Brasil en la rápida expansión de renovables que ha tenido Uruguay? ¿Qué aportan estas interconexiones a la seguridad y resiliencia de la red eléctrica? ¿Cuáles serían las principales recomendaciones en cuenta al desarrollo de interconexiones internacionales para otros países de la región?

Preguntas Específicas

Gonzalo Casaravilla - Uruguay

1 La represa y complejo hidroeléctrico del Salto Grande constituyen un activo estratégico tanto para Uruguay como para Argentina, y aportan una parte significativa de la generación uruguaya.

¿Cómo ha valorado la Comisión Técnica Mixta la resiliencia del complejo frente al cambio climático, variabilidad hidrológica, envejecimiento de los equipos y la posibilidad de complementar esa infraestructura con fuentes variables o almacenamiento?

2 La coordinación entre los sistemas de Uruguay y Argentina es un factor crítico tanto para la operación diaria como para la gestión de eventos extraordinarios. ¿Qué mecanismos considera más efectivos para fortalecer esa coordinación binacional para maximizar el aporte a la seguridad y resiliencia de ambos sistemas eléctricos interconectados?

Preguntas Específicas

Francisco Escudero - Paraguay



- 1** ¿Han considerado fortalecer la incorporación de otras fuentes renovables (solar, biomasa, eólica, entre otras) para aumentar la resiliencia ante sequías y variaciones hidrológicas, y aprovechar mejor la energía para el desarrollo interno?

- 2** ¿Qué vulnerabilidades han identificado al depender casi que 100% de esta fuente de generación hidroeléctrica en Paraguay?

Pregunta general final

Dado que el consumidor final ha comenzado a tener un rol más activo, ¿Cómo considera que deben adaptarse el marco regulatorio, el modelo de negocio y las plataformas tecnológicas para integrar estos nuevos actores sin comprometer la seguridad y la resiliencia del sistema eléctrico nacional?