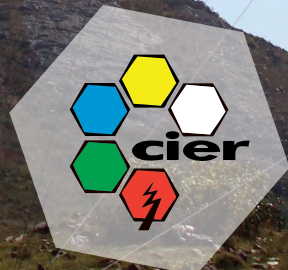


71
EDICIÓN

REVISTA CIER

Sin fronteras para la energía



NOTICIAS INSTITUCIONALES

6 Noticias Institucionales

- CIER participa del Seminario Internacional de Electricidad en Portugal
- Reunión de trabajo en la Subsecretaría de Energía Argentina
- Seminario internacional: gestión financiera estratégica en empresas de energía (GEFIES)
- Seminario internacional de Recursos Humanos: desafíos de las empresas eléctricas en la era de la energía inteligente
- Entrega de Premios CIER de Calidad - Satisfacción de Clientes 2016
- Con participación de importantes figuras del mundo energético regional finalizó el SIBER Chile 2016
- Becas para curso especial en Seguridad Laboral
- Taller de seguridad en el trabajo basada en liderazgo y comportamiento seguro
- Semana de la Energía Sostenible en Panamá

6



8



TRABAJOS TÉCNICOS

ÁREA CORPORATIVA

11 Certificación de competencias laborales en trabajos con tensión

Mario A. Ramos, Ingeniero Electricista, MBA, Subgerente LÍNEAS AT y TCT - EDENOR S.A - Argentina.

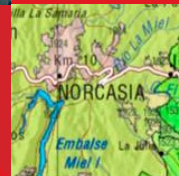
11



18 El aporte de la central hidroeléctrica Miel I a la conservación de la biodiversidad

Huber Alexander Vanegas V, Germán Ignacio Andrade P., Eugenio Valderrama E., Sebastián González C. - Colombia.

18



ARTÍCULOS DE INTERÉS

DISTRIBUCIÓN

25 La importancia de la Gestión de Activos en las empresas de Distribución de energía eléctrica- La norma ISO 55000 Parte II

Ing. Gabriel Ángel Gaudino - Coordinador Internacional del área Distribución de la CIER -

25

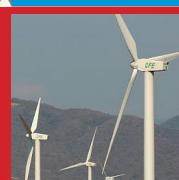


GENERACIÓN

28 Potencia Firme Eólica. Consideraciones regulatorias para el caso de Uruguay

Alejandro Perroni, Mario Vignolo - CLERK - Uruguay.

28

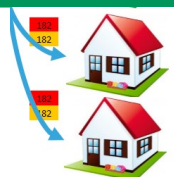


ENERGÍAS RENOVABLES

31 Hogares energéticamente sostenibles

Héctor Enrique Peña González, Andrés Felipe Jaramillo Salazar - EMCALI E.I.C.E. E.S.P. - Colombia

31



37 Estudio CDEC-SING proyecta escenario de integración ERNC a 2021

- CDEC-SING - Chile

37



Diciembre 2016

Presidente de la CIER:

Ing. Víctor Romero Solís (Paraguay)

Vicepresidente:

Ing. Jaime Astudillo (Ecuador)

Sr. Luis Pacheco Morgan (Costa Rica)

Director Ejecutivo:

Ing. Juan José Carrasco (Uruguay)

Redacción y Administración en Secretaría Ejecutiva de la CIER:

Blv Artigas 1040 Montevideo, Uruguay

Tel: (+598) 27090611*

Fax: (+598) 27083193

Correo Electrónico: secier@cier.org

Lic. Jessica Kaufman

Asistente de Comunicación y Relaciones Institucionales

jkaufman@cier.org

Web: www.cier.org

*Queda autorizada la reproducción total o parcial haciéndose mención de la fuente.



Potencia Firme Eólica.

Consideraciones regulatorias para el caso de Uruguay

Autores:

Alejandro Perroni, es contador público y director de CLERK. Fue gerente general de UTE y se desempeñó asimismo como presidente de la CIER.

Mario Vignolo, es doctor en ingeniería eléctrica y director de CLERK. Es Profesor Agregado de la Facultad de Ingeniería y se desempeñó como presidente del capítulo de potencia, instrumentación y medidas de IEEE.

DATOS DE LA EMPRESA

CLERK es una empresa consultora uruguaya orientada a la prestación de servicios y asesoramiento en el mercado energético regional. Instituto Costarricense de Electricidad

Todos los sistemas regulatorios, los del mercado eléctrico incluidos, requieren adaptaciones normativas que permitan continuar cumpliendo los objetivos de partida cuando se producen cambios importantes en el mercado. Estos cambios pueden estar, entre otras causas, originados en el comportamiento del consumidor y en la adopción por parte de las empresas de nuevas prácticas comerciales o de cambios tecnológicos.

Asimismo, estos cambios pueden ser graduales o generar disrupciones relevantes para el funcionamiento del sistema.

En el sistema eléctrico del Uruguay se ha producido un cambio muy importante, ha pasado de ser un sistema hidrotérmico tradicional, donde la potencia en 2008 se dividía en 32 % térmica, 65% hidráulica y solo 3% de renovables no convencionales, a un sistema que a fines de 2015 tenía un 32% térmica, un 40% hidráulica y un 28% de energías renovables no convencionales.

Particularmente, las muy importantes cantidades de energía eólica (840 MW de potencia instalada a fines de 2015 y aproximadamente 1400 MW para fines de 2016, para una demanda pico de 1.800 MW) han cambiado la fisonomía del sistema: desde la formación de precios y la cantidad de actores involucrados, hasta la gestión de despacho.

Si bien en Uruguay el proceso fue de alto impacto y en período corto de implantación, este proceso se ha desarrollado o se está desarrollando en muchos países de la región y el mundo.

En paralelo con este cambio en la infraestructura, deben realizarse los cambios de reglas necesarios para que los principios de competencia, optimización de las inversiones y trato equitativo de los agentes, entre otros, se sigan manteniendo.

En particular, es necesario re evaluar los requerimientos de potencia firme del sistema, y su consecuencia en los requerimientos de potencia firme para los contratos entre agentes productores o comercializadores y demandantes, de forma de asegurar la garantía de suministro de los consumidores en el ámbito de los establecido por el Decreto N° 360/02 (Reglamento del Mercado Mayorista de Energía Eléctrica).

Esta reglamentación establece reglas para determinar la potencia firme de origen térmico y la potencia firme de origen hidráulico. La potencia térmica es básicamente la potencia de placa de la máquina por su coeficiente de disponibilidad; en cambio la hidráulica establece una base de cálculo que contempla el impacto de aleatoriedad de los aportes hidrológicos (i.e. la energía firme hidroeléctrica mensual es la que resulta de la serie de generación hidroeléctrica durante el período firme para una probabilidad de excedencia del 95%, siendo la potencia firme el cociente entre dicha energía firme y el número de horas del período firme de dicho mes)

Sobre esta base, que ya establece valores de potencia firme para fuentes aleatorias, se debe construir la regla para incorporar las fuentes con niveles importantes de potencia instalada: solar fotovoltaica y eólica.

Desde diversos ángulos se puede asegurar que las energías renovables no convencionales aportan potencia y/o energía firme al abastecimiento de la demanda de un sistema eléctrico:

- Su incorporación a la oferta permite desplazar la instalación de potencia térmica (a la que se le reconoce mayores niveles de firmeza en todo sistema eléctrico).
- La misma aporta generación en momentos críticos del sistema eléctrico (definido como aporte en semanas de mayor demanda, u horas del día críticas, por ejemplo).
- Si no se la considerara, se estaría incorporando al sistema más potencia firme de la requerida, y por tanto generando una importante sobre-inversión.
- Ninguna tecnología tiene firmeza 100%, con distintos grados, el contar con la generación disponible en el momento requerido está sujeta a probabilidad.

- Los sistemas eléctricos, y en particular el de Uruguay, reconocen el aporte de una fuente con altos niveles de aleatoriedad como la hidráulica.

El análisis debe incluir la revisión de regulación comparada; el impacto de la incorporación de las energías renovables no convencionales en el funcionamiento del sistema y la interdependencia entre las distintas tecnologías.

Entre los criterios utilizados en otros sistemas regulatorios, podemos destacar:

- Valor de la capacidad constante, utilizada en muchos mercados de Estados Unidos.
- Fórmulas analíticas para el cálculo del crédito de capacidad de la potencia eólica (por e.g. Voorspools y D'haeseleer)¹.
- Cálculo equivalente al que utiliza la reglamentación del Uruguay para la energía hidráulica (Artículo 222, del Decreto N° 360/02, Reglamento del Mercado Mayorista de Energía Eléctrica).
- Potencia firme equivalente (EFC, Equivalent Firm Capacity o sus variantes: ECC, Equivalent Conventional Capacity, o ELCC, Equivalent Load Carrying Capability). La capacidad de cada tecnología de reemplazar en el sistema generación térmica o incrementar la demanda, manteniendo la misma probabilidad de falla (o LOLP, Loss of Load Probability)².

Como cualquier otro cambio regulatorio, las modificaciones que se introduzcan, deben cumplir algunos principios básicos:

- La solución adoptada debe ser equitativa para todas las tecnologías de generación. No puede haber sesgo para una tecnología en particular.
- La solución debe permitir que se tienda hacia el óptimo del sistema. No deben existir incentivos para incorporar ni más ni menos potencia que la requerida.
- La solución que se adopte para el conjunto del sistema: seguro de garantía de suministro, reserva nacional, etc., debe ser congruente luego con las exigencias del requerimiento de potencia que se exijan a los contratos que libremente se pacten entre generadores y/o comercializadores con la demanda.
- La solución debe tener estabilidad en el tiempo, y un mecanismo claro y transparente de actualización.

Asimismo, es necesario incorporar al análisis la interdependencia entre las diferentes tecnologías. En particular, la incorporación de fuentes con variaciones de potencia importantes en períodos cortos de tiempo (diez-minutales, horarios, diarios) como la energía eólica; requieren del soporte de la capacidad de almacenamiento y potencia

rotante que, en el sistema uruguayo, por ejemplo, brindan las centrales hidroeléctricas.

Es así que, con diferentes metodologías de cálculo, el aporte a la energía firme del sistema del conjunto hidráulica-eólica, es mayor que la calculada para cada tecnología de manera independiente. Esta característica hace que, además de que la solución del problema debe realizarse con una visión global, es necesario definir criterios para repartir este beneficio adicional de la sinergia entre las tecnologías.

Si bien se podría avanzar, utilizando los criterios regulatorios existentes para la energía hidráulica, entendemos que dado los cambios que ha experimentado el sistema eléctrico, y la necesidad de determinar para el futuro mecanismos de medición de la potencia del sistema que resulten, adaptados al modelo claros y transparentes; es necesario cambiar la metodología utilizada en esta nueva realidad.

En particular, entendemos que el criterio conceptual que más se adapta a las necesidades de los sistemas, que cumple los principios básicos enunciados; y que es un modelo que resulta perdurable en el tiempo y permite incorporar en el futuro otras tecnologías, es el de la potencia térmica equivalente o alguna variante del mismo, que podría combinar además diferentes ventanas temporales y/o eventos o escenarios particulares del sistema que puedan condicionar la garantía de suministro.

A continuación, se resume un posible procedimiento de cálculo para este método en el caso de Uruguay:

- Se modela el sistema para que, en un año y demanda determinada, el mismo en ninguna circunstancia tenga una falla que supere un valor definido. Debe establecerse la oferta de tecnologías de acuerdo a un plan de expansión acordado y sus coeficientes de disponibilidad.
- Se calcula inicialmente cuanta potencia térmica sería necesaria para abastecer la demanda si solo debiera cubrirse con térmica. El valor resultante es la Potencia Térmica Individual Total (PTIT) del Sistema.
- Luego se modela el sistema incorporando como única tecnología renovable la hidráulica, en las cantidades establecidas en la oferta planificada. Con esta oferta se calcula la potencia térmica necesaria para abastecer la demanda en las condiciones fijadas. La diferencia entre la PTIT y este valor determina la Potencia Firme Hidráulica Individual (PFHI).
- Del mismo modo se modela el sistema como si la única energía renovable fuera la energía eólica (en las cantidades establecidas en la oferta planificada). Se determina cuánto de la PTIT desplaza. Este valor será la PFEI (Potencia Firme Eólica Individual).
- Se calcula de la misma forma la PFFI (Potencia Firme Fotovoltaica Individual).

¹ Sergio Botero B. et al, "Metodologías prácticas para el cálculo de la capacidad en mercados eléctricos de la energía eólica", Universidad Nacional de Colombia, Revista Energética N° 39, 2008. ISSN 0120-9833.

² COWI, "Integration of large amounts of wind energy in Uruguay", IDB Project A034902-001, 2014.

- Luego se realiza el mismo cálculo para el conjunto de las energías renovables de manera conjunta (hidro+eólica+fotovoltaica) y así se obtiene la PFC (Potencia Firme Conjunta).
- Dado que la PFC es mayor que la suma de las PFI, hay que repartir la diferencia entre las distintas tecnologías.
- La diferencia entre la PFC y las potencias individuales puede ser atribuible a la sinergia entre las tecnologías y especialmente al rol del almacenamiento hidráulico; y su capacidad de tener potencia rotante.
- Este reparto podría hacerse proporcional a las potencias firmes individuales o generar algún adicional por efecto del almacenamiento.
- Para cada tecnología se sumará la potencia individual más la cuota parte del aumento conjunto, determinando así la Potencia Final de Cada Tecnología.
- La potencia final de cada renovable se divide por el total de la oferta de esa tecnología obteniendo el % que luego se aplicará a la potencia de chapa de cada máquina.
- El valor calculado puede ser luego ajustado en función de la disponibilidad histórica de cada una de las máquinas.
- Luego se puede adicionar a las renovables el aporte de otros almacenamientos o tecnologías que disminuyan la cantidad de térmica necesaria en el sistema. De esta manera se puede acompañar las reglas con el desarrollo del sistema.
- El ajuste de los valores se puede hacer concomitantemente con las revisiones tarifarias establecidas en el Reglamento.

En conclusión, los sistemas eléctricos están cambiando y las reglas de mercado deben adecuarse a los mismos. En el caso de mercados donde la garantía de suministro está basada en la potencia firme asociada a los contratos, su cálculo debe considerar los aportes de todas las tecnologías disponibles, incluyendo las renovables no tradicionales.

Pese a que los métodos encontrados en la bibliografía son diversos, solo aquellos que permitan un tratamiento equitativo para las diferentes tecnologías, sean claros, transparentes y estables en el tiempo, deberían ser considerados. En particular, entendemos que las metodologías asociadas a la potencia térmica equivalente, tienen las características adecuadas.

