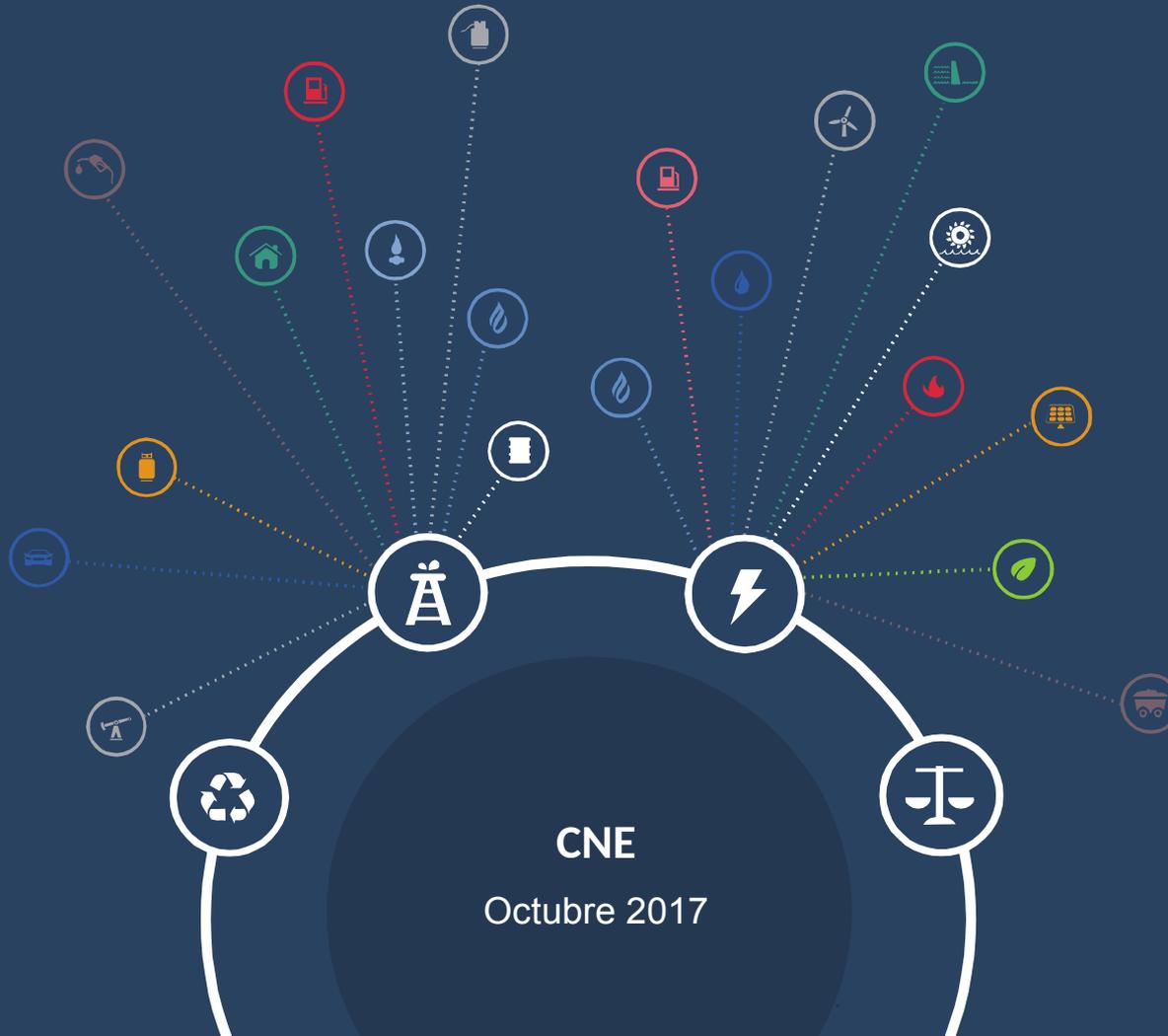


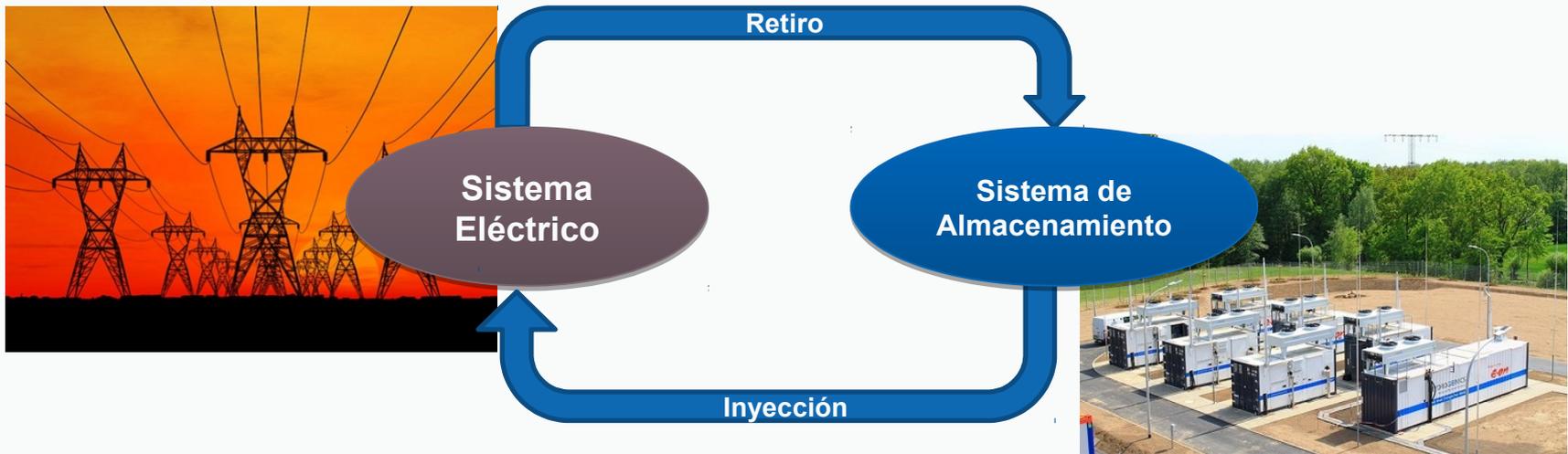
Congreso Bienal Internacional 2017 – Workshop

Almacenamiento de Energía y Flexibilidad en el Sistema Eléctrico

Comisión Nacional de Energía

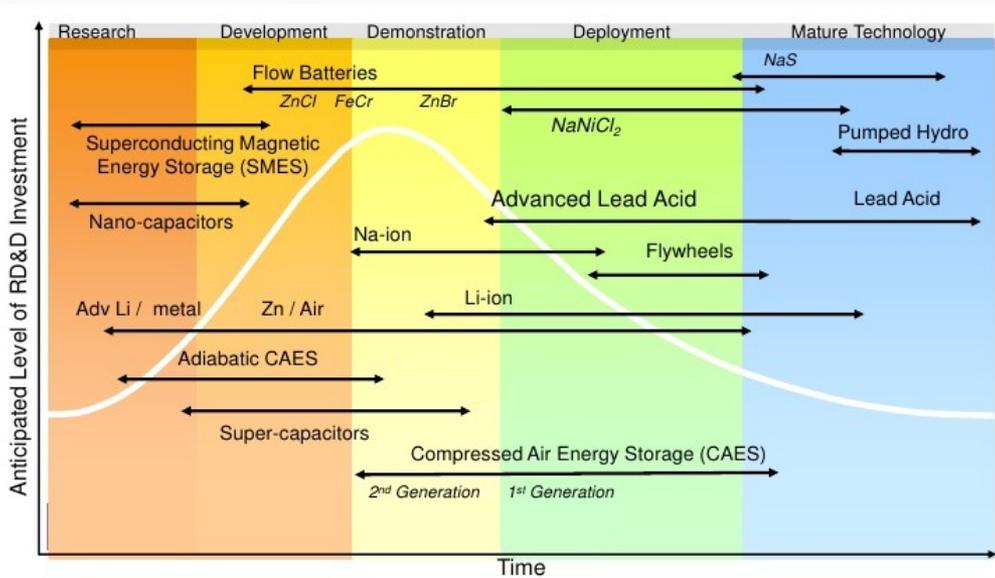


- Por primera vez la legislación chilena define los Sistemas de Almacenamiento (Ley 20.936/2016).
- Equipamiento tecnológico capaz de retirar energía desde el sistema eléctrico, transformarla en otro tipo de energía y almacenarla con el objetivo de, mediante una transformación inversa, inyectarla nuevamente al sistema, contribuyendo con la seguridad, suficiencia o eficiencia económica del sistema, según lo determine el reglamento.
- En principio no constituyen parte de los segmentos clásicos del sistema eléctrico.



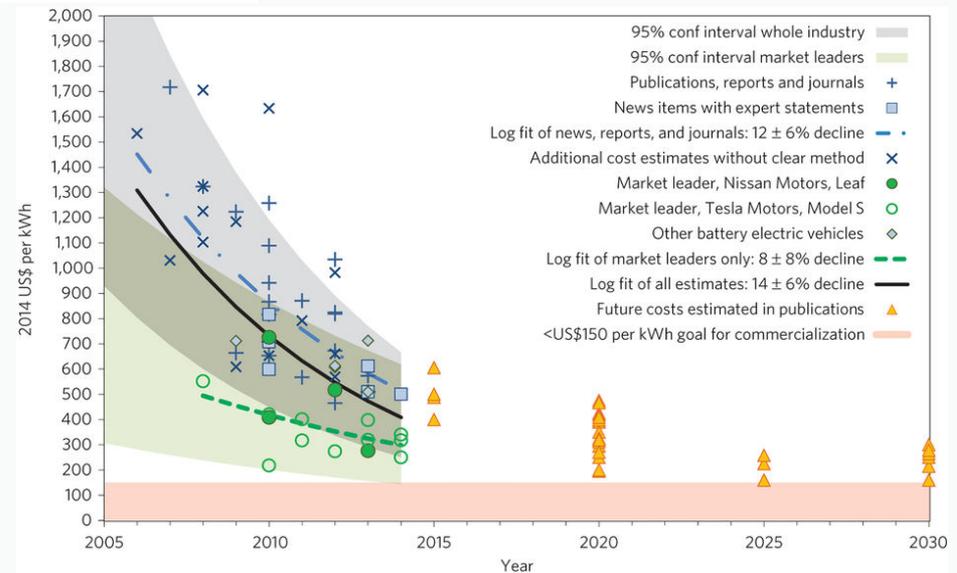


Costos y Desarrollo Tecnológico

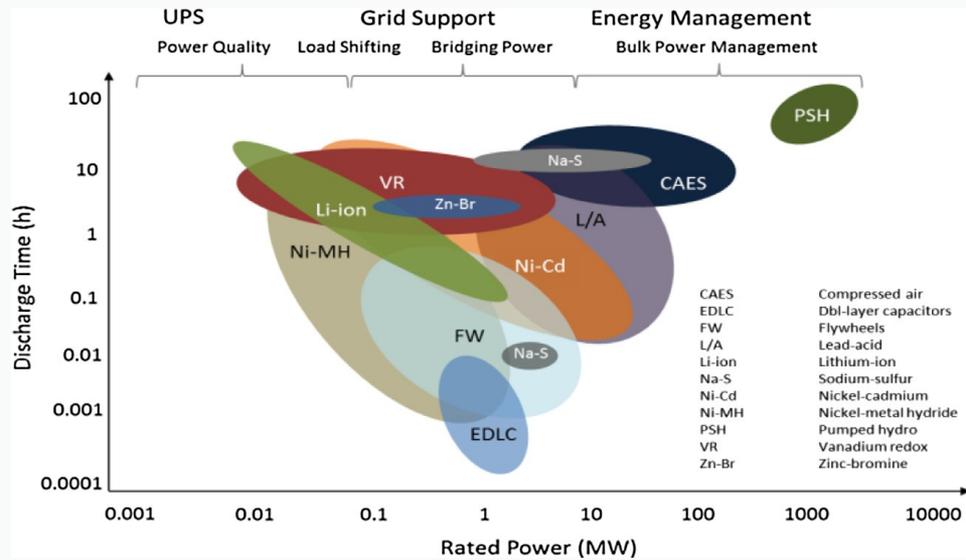


Emerging energy generation and storage technology
Electric Power Research Institute, United States

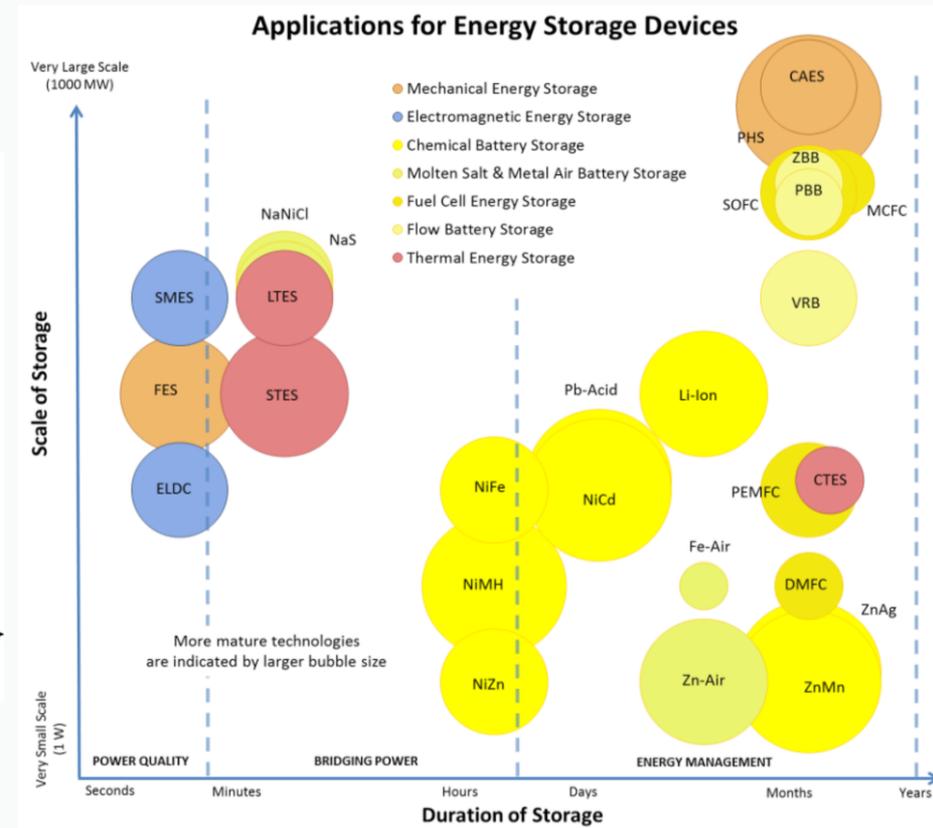
Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles
Björn Nykvist & Måns Nilsson, 2015



Aplicaciones de los Sistemas de Almacenamiento



Fuente: Energy storage technology comparison considering rated power, discharge time and suitable applications, Institute for Energy and Transport, Netherlands, 2016.



Fuente: A Numerical and Graphical Review of Energy Storage Technologies, Institute for Energy Systems, University of Edinburgh, 2016.



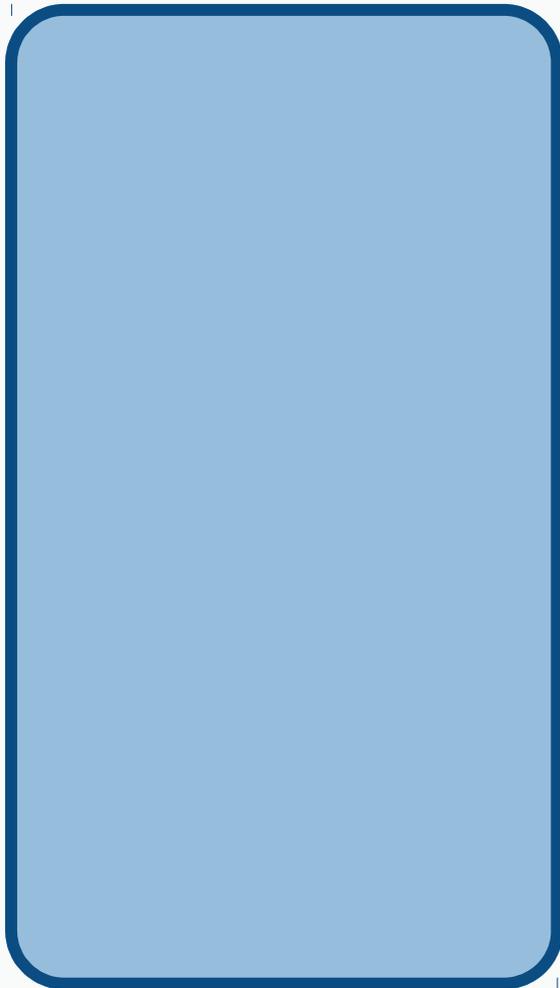
Integración de Sistemas de Almacenamiento en el Sistema Eléctrico Nacional

- Desarrollo Regulatorio 2017.

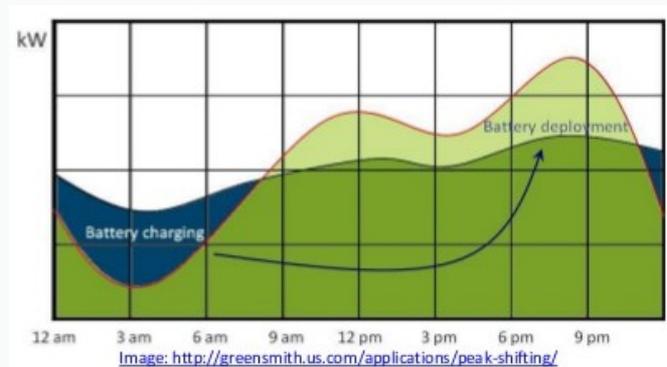
- Instalaciones sujetas a la coordinación.
- Habilitación para participar en balances de transferencias de energía y potencia.
- Habilitación para efectuar retiros para almacenamiento. No efectúan retiros para comercialización con clientes libres o distribuidoras.
- Coordinador puede instruir el cambio en el modo de operación para preservar la seguridad del sistema.
- Los retiros para el proceso de almacenamiento no pueden destinarse a la comercialización con distribuidoras o clientes libres.
- Los retiros para el proceso de almacenamiento no están sujetos a cargos asociados a clientes finales:
 - Acreditación del cumplimiento de obligación ERNC (Artículo 150°, LGSE).
 - Pago de clientes finales por uso de los sistemas de transmisión.
 - Asignación de ajuste por precio estabilizado a PMGD/PMG.
 - Prorratas de asignación de certificados emitidos producto de inyección de energía licitada y efectivamente inyectada (inciso tercero, Artículo 150°, LGSE).
 - Pago de clientes finales por Servicios Complementarios.

Integración de Sistemas de Almacenamiento en el Sistema Eléctrico Nacional

- Desarrollo Regulatorio 2017.



- Modelo de negocio basado en la gestión temporal de la energía eléctrica, obteniendo el beneficio económico de las diferencias del CMg de la energía entre distintos instantes.

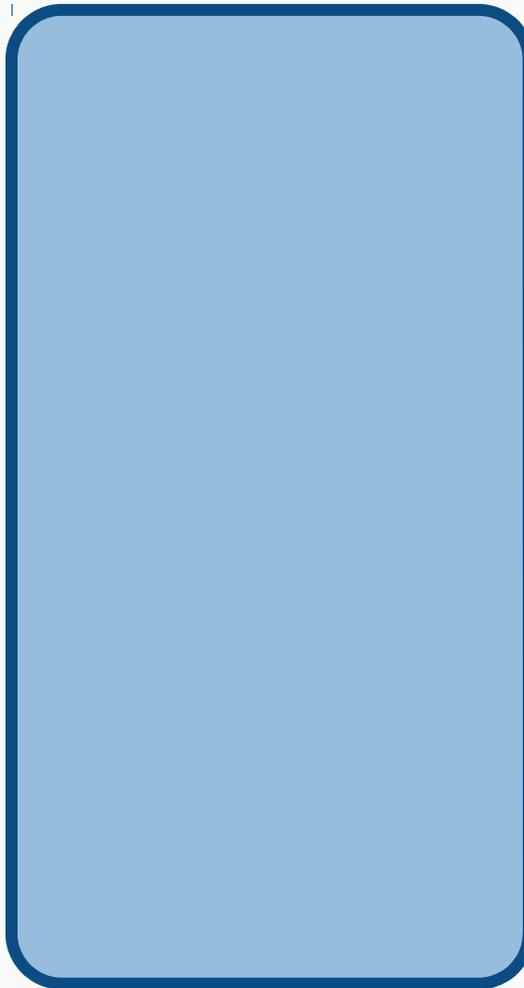


- Opción de establecer contratos con generadores para mejorar los factores de planta o de coincidencia entre generación y retiros de la empresa generadora.
- Participación en los balances de transferencias de energía y potencia.
- Alternativas para la programación de los retiros para almacenamiento:
 - Centralizado, definido por el Coordinador para minimizar el costo total de operación del sistema, preservando la seguridad.
 - Descentralizado, definido por el propietario u operador, con incentivos para alinearse a un programa eficiente definido por el Coordinador.

- Alternativas para la programación de la inyección del Sistema de Almacenamiento:
 - Según costo variable que represente el valor de la energía retirada para almacenar, y las pérdidas incurridas en el proceso durante una cierta ventana de tiempo.
 - Colocación de la energía almacenada en un determinado horizonte de tiempo según un costo de oportunidad asignado a la energía almacenada.
- Alternativas para la programación de los retiros es decidida por el propietario.
- Alternativas para la programación de la inyección es decidida por el Coordinador.
- Reconocimiento de aporte a la suficiencia según cantidad de horas en que se hubiese podido operar según niveles de carga informados.
- Consideración de retiros para almacenamiento como retiro de potencia asignados al propietario u operador del Sistema de Almacenamiento en aquellos casos de desajuste respecto de la programación eficiente determinada por el Coordinador.

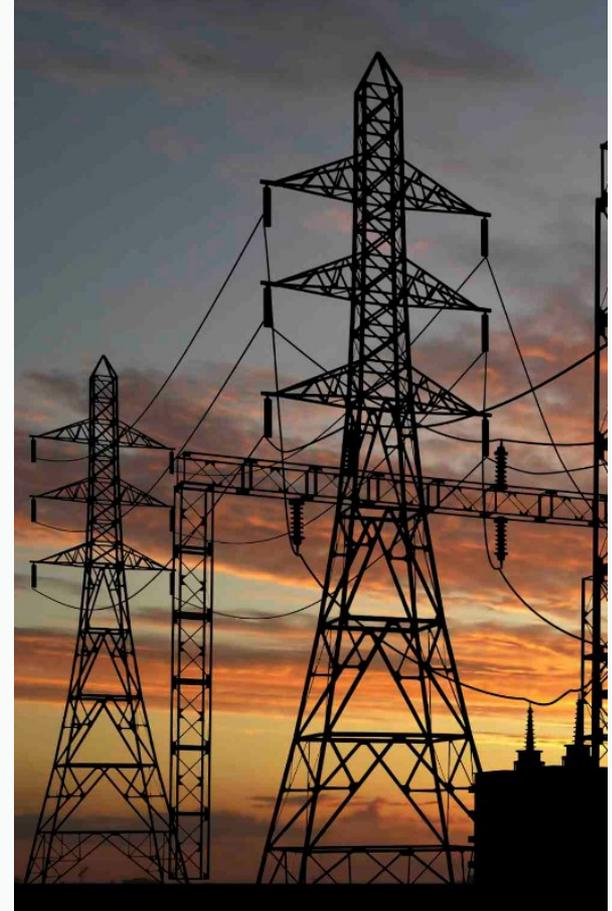
Integración de Sistemas de Almacenamiento en el Sistema Eléctrico Nacional

- Desarrollo Regulatorio 2017.



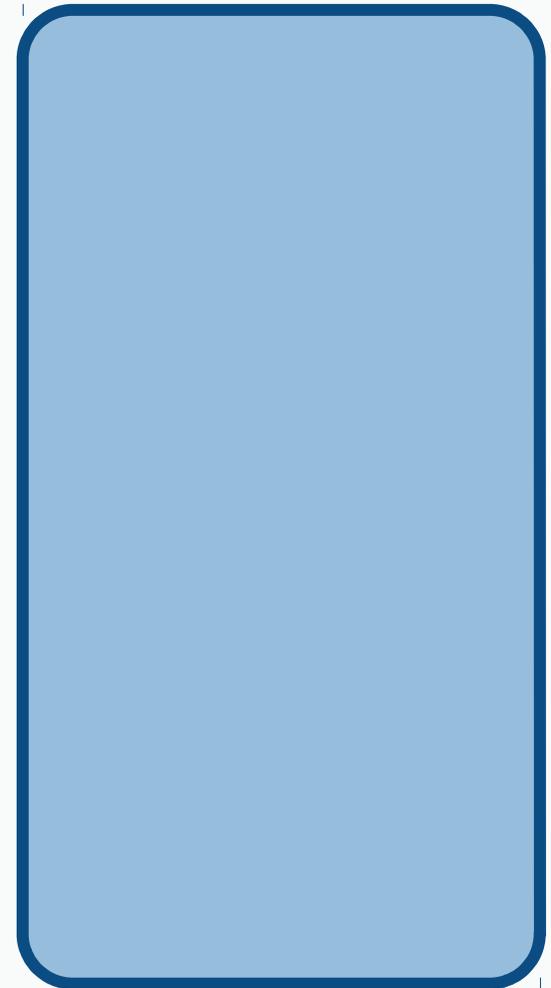
Integración como soporte a la Transmisión

- Alternativa al desarrollo de la transmisión de acuerdo a criterios técnicos y económicos definidos en la planificación de la transmisión.
- Operación centralizada, determinada por el Coordinador para minimizar el costo total de operación, preservación la seguridad en el sistema.
- No participan en los balances de transferencias por sus inyecciones y retiros.
- Los saldos que produzca su operación son asignados a los generadores a prorrata de sus retiros físicos.
- Empresas generadoras deben traspasar montos recaudados a los titulares del Sistema de Almacenamiento.
- Estos saldos serán considerados en la determinación del Cargo Único de Transmisión.



Integración de Sistemas de Almacenamiento en el Sistema Eléctrico Nacional

- Desarrollo Regulatorio 2017.

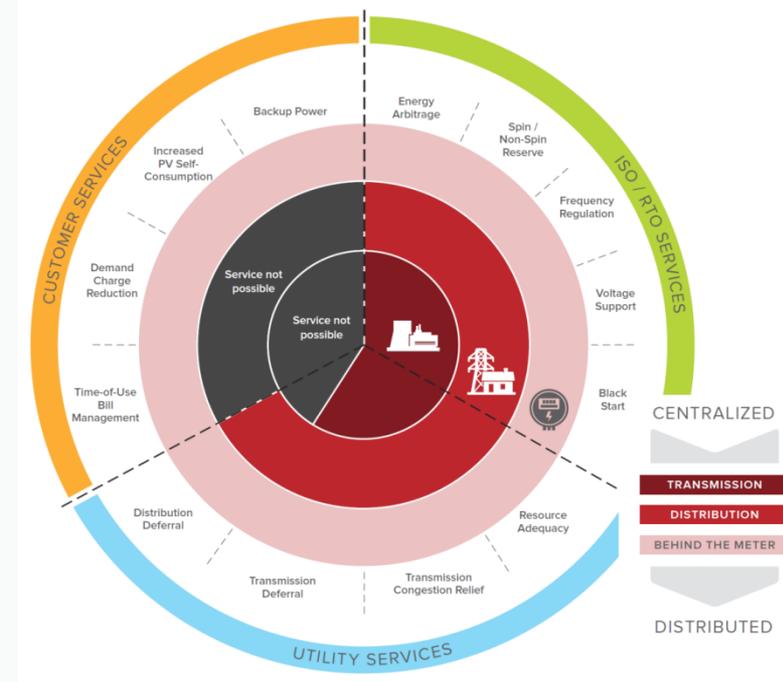
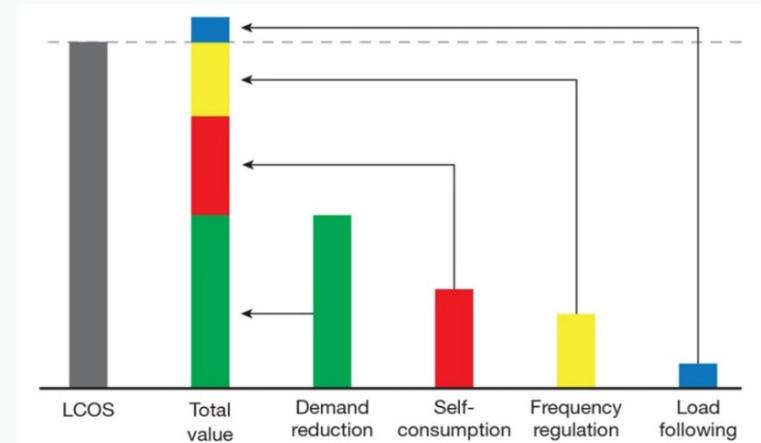


- Operación centralizada y determinada por el Coordinador en función de la operación segura del sistema eléctrico. Esta operación es prioritaria respecto del arbitraje de precios de energía.
- Resguardo a la correcta remuneración de SSCC y participación en distintos mecanismos de materialización.
- Prestación de SSCC mediante **licitaciones**: no participan en balances de transferencias de energía. Generadores reconocen inyecciones y retiros a prorrata de sus retiros físicos. No se afecta el pago por la prestación del SSCC. Los saldos operacionales de la prestación son un complemento del pago por el SSCC y las diferencias son reconocidas en el cálculo del cargo por SSCC.
- Prestación de SSCC mediante **subastas**: participan en balances de transferencias de energía asumiendo los saldos por sus inyecciones y retiros valorizados.
- Retiros realizados para prestación de SSCC no se consideran en balances de transferencias de potencia. Inyecciones de Sistemas de Almacenamiento que sólo presten SSCC no participan en balances de transferencias de potencia de acuerdo a incompatibilidades que señale el Coordinador.

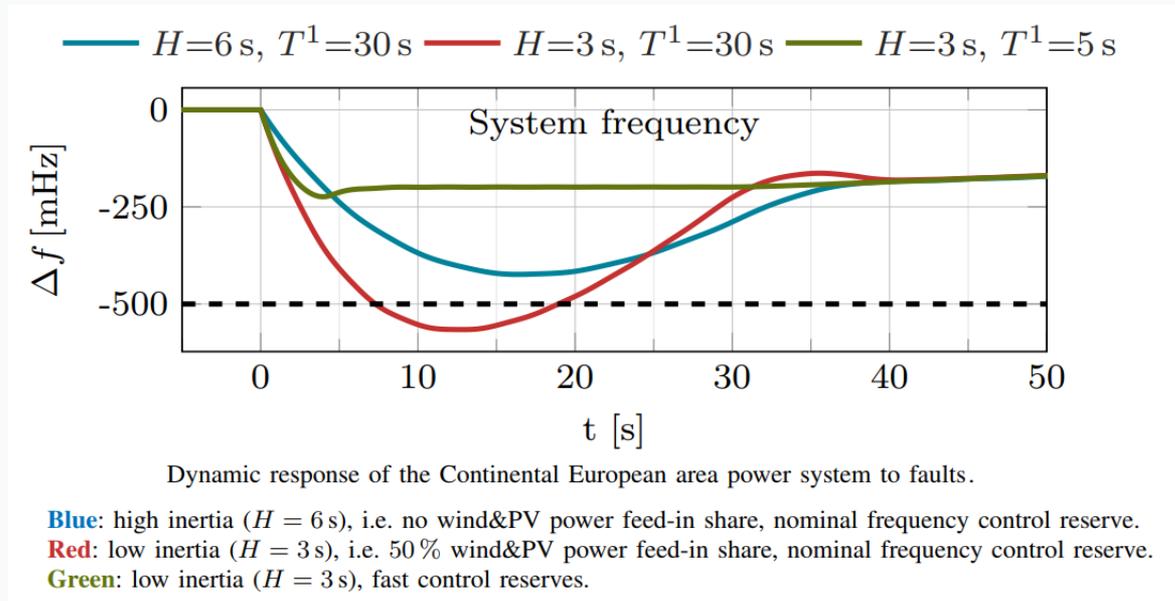
Integración para provisión de SSCC

Prestación Múltiple de Servicios Complementarios

- Coordinador debe establecer en las bases de licitación la compatibilidad entre el SSCC complementario licitado y la prestación de otros servicios.
- Coordinador debe analizar incompatibilidades entre prestación de SSCC subastados y la provisión de otros servicios en el sistema eléctrico.
- Resguardo a la correcta remuneración de SSCC evitando el doble pago por servicios.
- Prestación de distintos SSCC por parte de una misma infraestructura, en forma simultánea o no, cuando la tecnología lo permita, sin comprometer el cumplimiento de los requerimientos de ninguno de los servicios por separado.



Control Rápido de Frecuencia



Impact of Low Rotational Inertia on Power System Stability and Operation
(Power Systems Laboratory, ETH Zurich, 2014)

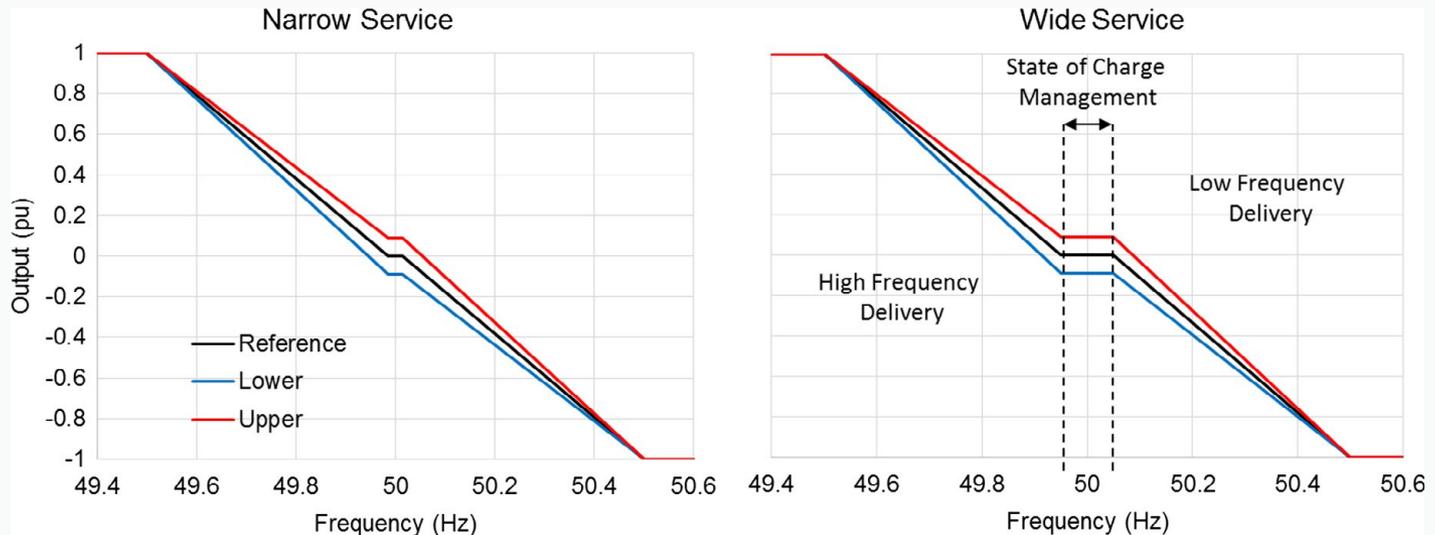
- Es el tiempo durante el cual las máquinas pueden suministrar su potencia nominal solamente con su energía inercial almacenada (típicamente entre 2 y 10 segundos).
- T^1 es el tiempo de respuesta del control primario de frecuencia.

Control Rápido de Frecuencia

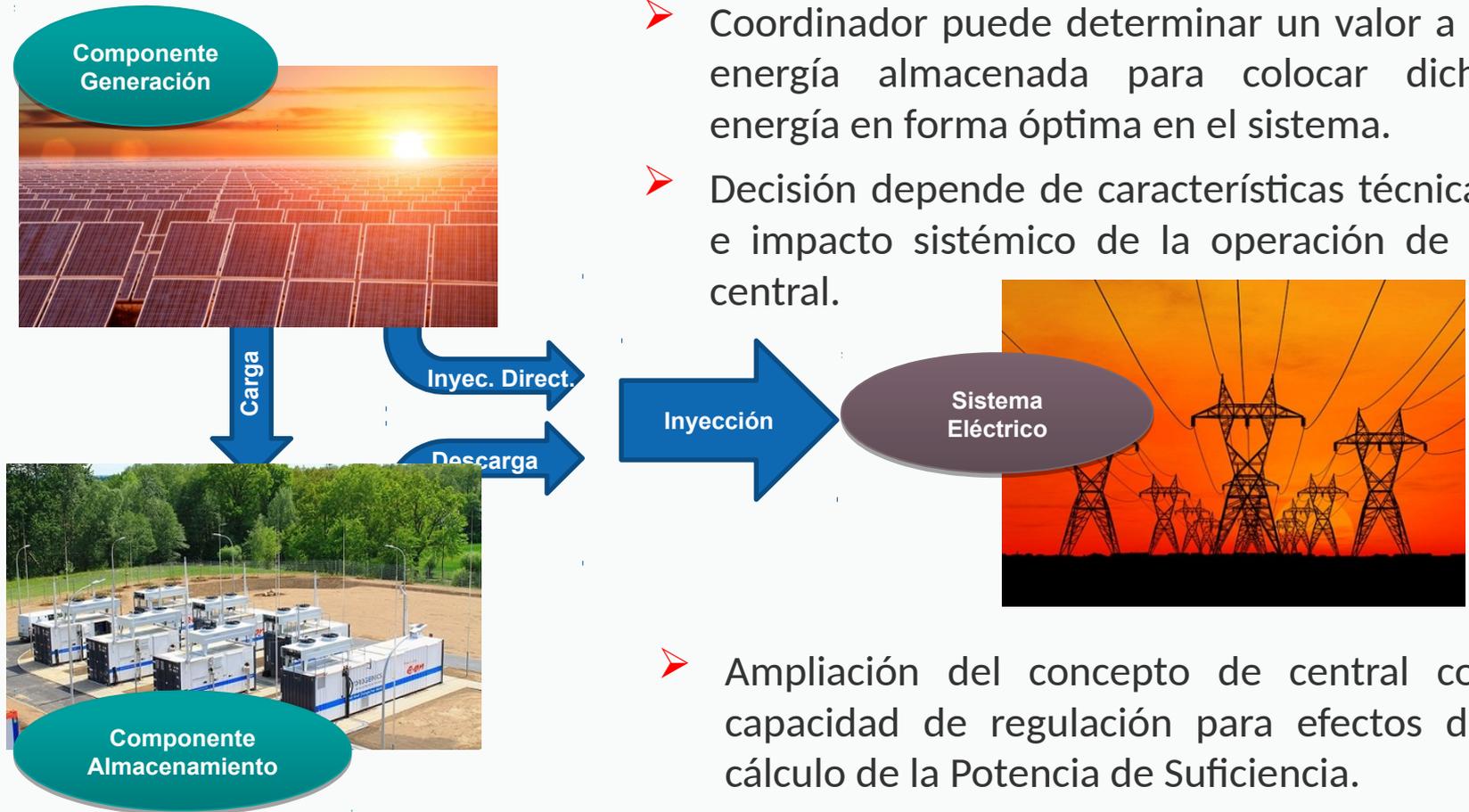
- Reducción de la proporción de generadores que proveen inercia rotacional. (Ejemplo: La red de Reino Unido espera perder entre el 15 y 20% de su inercia para el 2020, y hasta un 40% para el 2025.)
- Control rápido de frecuencia es provisto típicamente por nuevas tecnologías competitivas.
- Mecanismos de materialización pueden entregar señales de largo plazo para nueva infraestructura (Ejemplo: Bancos de Baterías, Volantes de Inercia).
- Servicio debe responder con un 100% de potencia en menos de 1 segundo, de acuerdo a los requerimientos de pérdida inercial del sistema.
- Servicio es bidireccional: debe responder a aumentos y disminuciones de frecuencia.
- Servicio es provisto en forma sostenida, en términos de mantener un 100% de la potencia, durante un horizonte de tiempo.
- Posibles diferencias de diseño en la respuesta rápida para condiciones pre-falla y post-falla.

Control Rápido de Frecuencia

- Estándares de disponibilidad operacional para el pago por la prestación del Servicio.
- Definición de banda muerta de frecuencia a partir de la que se activa el Servicio. El umbral de banda muerta se fija de acuerdo a los requerimientos del sistema ($\pm 0,05$ [Hz] a $\pm 0,1$ [Hz]).
- Definición de niveles de tolerancia a variaciones en la potencia dentro de banda muerta.
- Dentro de la banda muerta y de la envolvente que define se permite la gestión del Estado de Carga (SoC).



Centrales Renovables con Capacidad de Almacenamiento



- Ampliación del concepto de central con capacidad de regulación para efectos del cálculo de la Potencia de Suficiencia.

Opciones de Integración de Sistemas de Almacenamiento



Soporte a Sistemas de Distribución



Respuesta de Demanda



Generación Residencial Y Distribuida



Sistemas Aislados Y Microrredes



Electromovilidad



Resiliencia del Sistema Eléctrico

CNE