

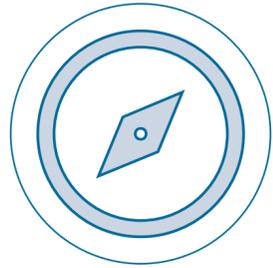


# **Control de Frecuencia y Reglas de Operación en Tiempo Real (OTR)**

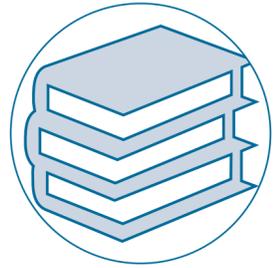
**Patricio Valenzuela**  
**Subgerente de Operación en Tiempo Real**

**Rodrigo Espinoza**  
**Subgerente de Estudio y Soporte Operacional**

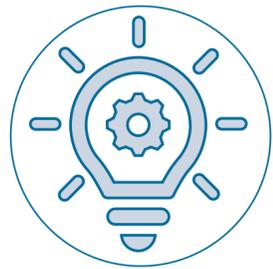
**Gerencia de Operación - diciembre 2019**



## Contexto



Aspectos Normativos  
SSCC



Conceptos y Aplicación  
en Tiempo Real



# Contexto: Normas y definiciones aplicables

- ❑ Ley General de Servicios Eléctricos (artículo 72°-7).
- ❑ Informe de Definición de Servicios Complementarios: **Res. Exta. CNE N°801/2018** del 18 diciembre 2018.
- ❑ Reglamento de Servicios Complementarios: **DS 113** del 27 marzo 2019.
- ❑ Informe de SSCC del Coordinador, versión noviembre. **No discrepada.**
- ❑ **Res. Exta. N°746/2019** del 2 de diciembre de 2019, aprueba versión preliminar de modificaciones al Informe de Definición de Servicios Complementarios.
- ❑ NT SSCC: **En consulta pública**

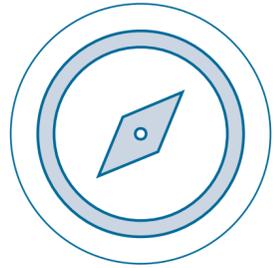
# Contexto : Mecanismos de Provisión SSCC



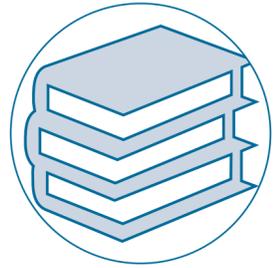
(\*) **Cortísimo Plazo**: prestación del servicio por **menos de 6 meses** y tiempo entre oferta y prestación de SSCC es menor a **15 días**

En el caso de **SC de Control de Frecuencia**, se realiza una **Co-Optimización** → **optimización conjunta** del nivel de colocación de **energía** para abastecer **demanda** y las **reservas** operacionales para **Control de Frecuencia**.

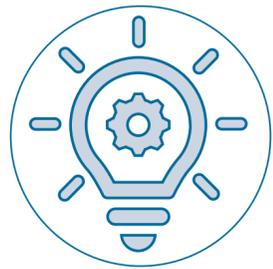




Contexto



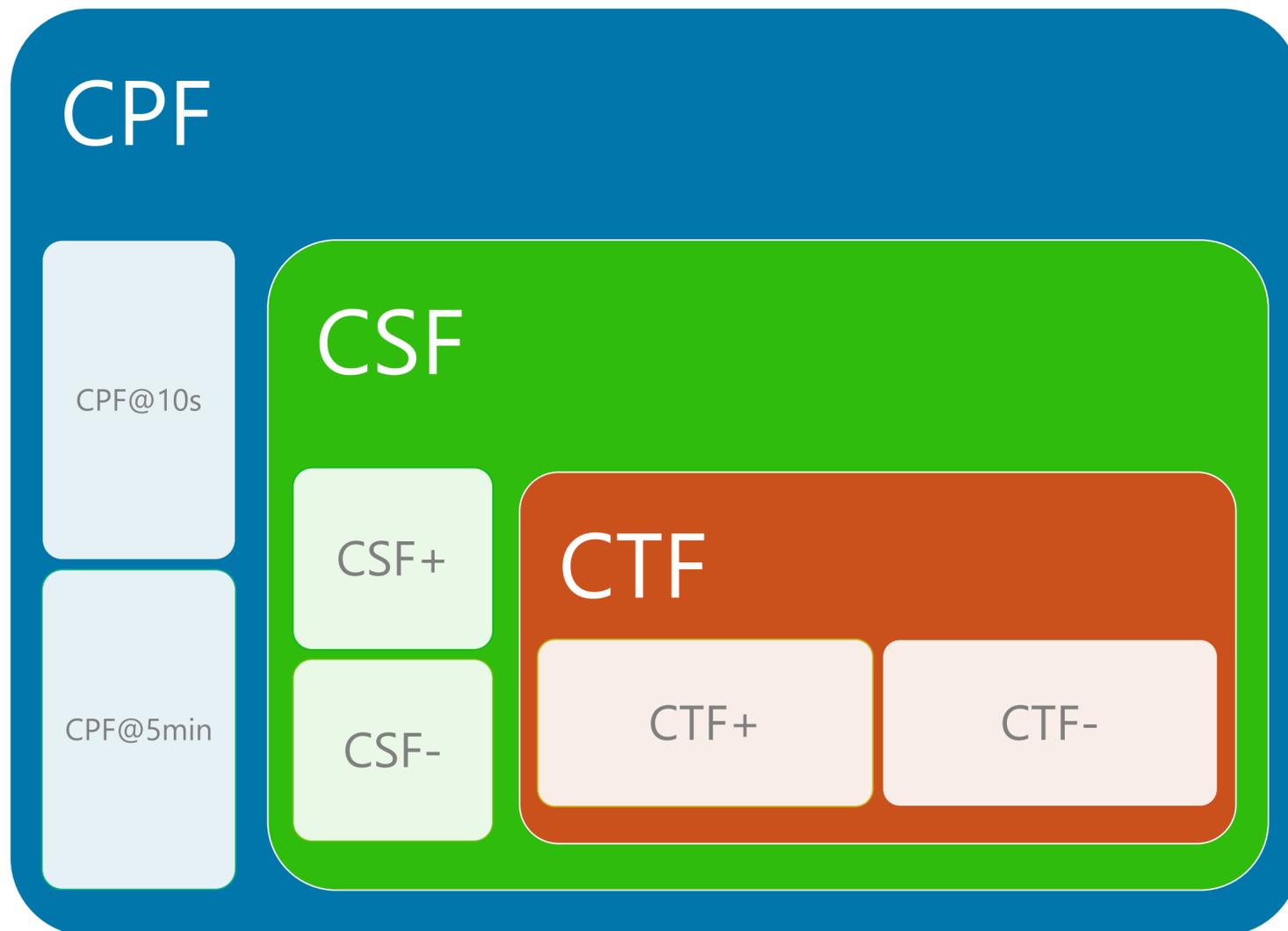
**Aspectos Normativos  
SSCC**



Conceptos y Aplicación  
en Tiempo Real



# Definiciones y marco normativo aplicable a SSCC de CF en la OTR: Res. Exta. CNE



## Res. Exta. CNE N°801/2018

### Remuneración:

- SSCC de CF para subir (+) pago por disponibilidad
- SSCC de CF para bajar (-) pago por activación

### Uso de las reservas de CTF (activación):

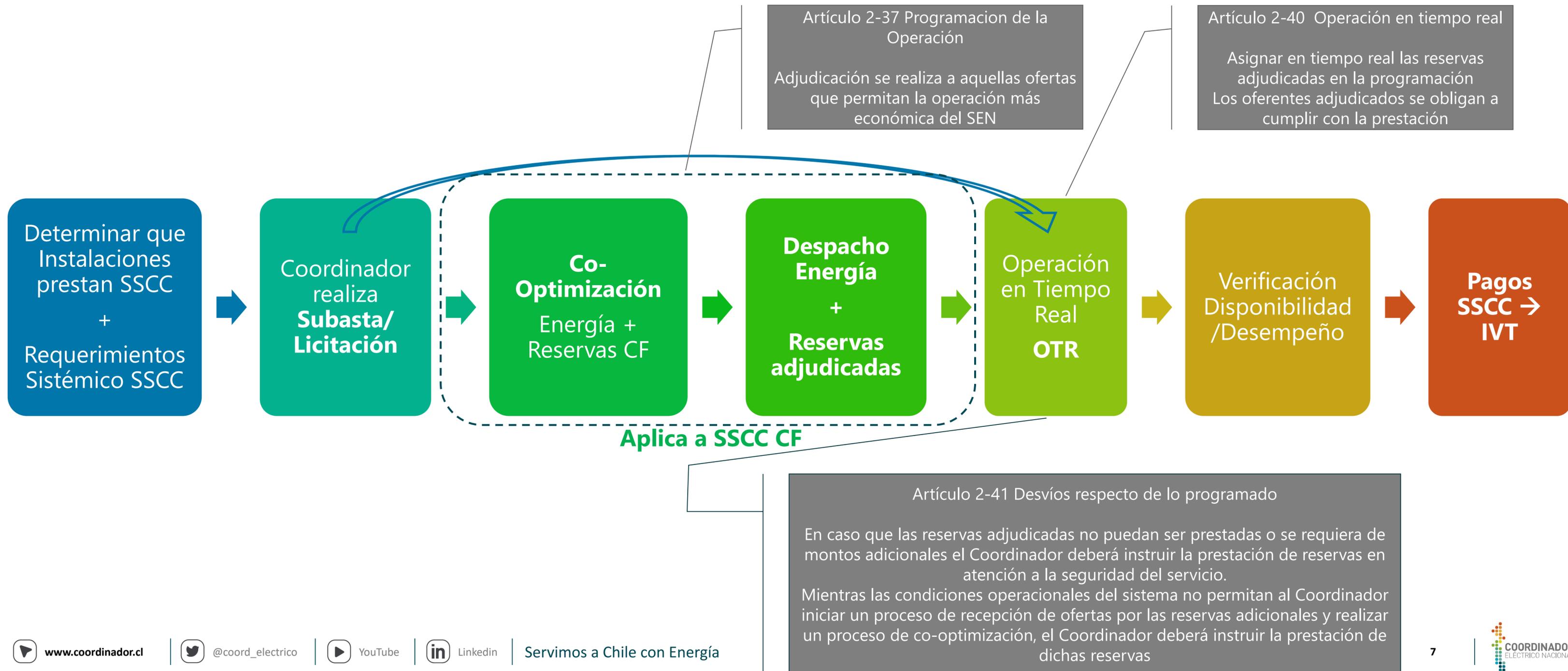
- CTF+ por orden creciente de costos variables
- CTF- por orden creciente de costos ofertas

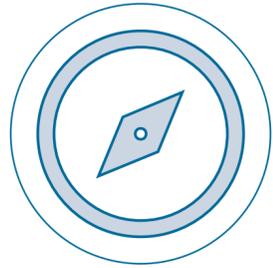
## Res. Exta. CNE N°746/2019

### Uso de las reservas de CSF (activación):

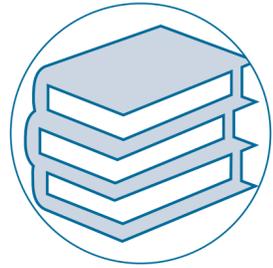
- Solo una vez que el error de área sea nulo,
- CSF+ por orden creciente de costos variables
- CSF- por orden creciente de costos ofertas

# Definiciones y marco normativo aplicable a SSCC de CF en la OTR: NT SSCC

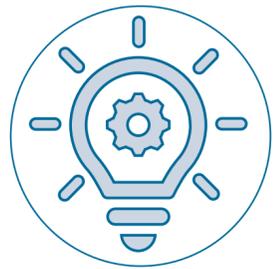




Contexto



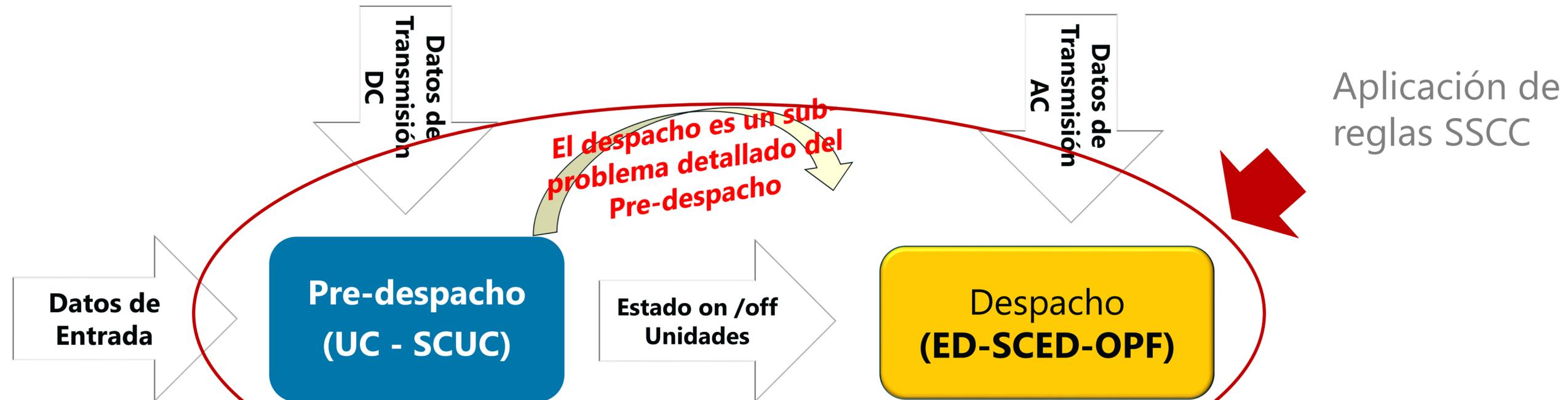
Aspectos Normativos  
SSCC



**Conceptos y Aplicación  
en Tiempo Real**



# Pre-Despacho versus Despacho



- Resuelve operación a mín. costo en un horizonte – varias etapas.
- Asignación horaria óptima de las unidades. Estado On – Off.
- Sujeto a restricciones de acoplamiento, propias de las unidades y transmisión (reservas para SSCC).
- Problema entero mixto.

- Problema estacionario, resuelve una sola etapa. Mayor precisión.
- Problema combinatorial fue resuelto (no depende del tiempo). Unidades “online” ya están decididas.
- Niveles óptimos instantáneos de generación y variables. (P, Q, V, Taps, etc.).
- Método: Programación lineal, no lineal.

# Mercados que interactúan

## Mercado de Energía

Suministro de energía horario para un horizonte determinado.

## Mercado de SSCC

Recursos para atender desviaciones de demanda neta o desbalances durante la operación en tiempo real.

Pre-despacho incluye ambos Mercados

- Considera los Costos Variables de unidades generadoras.
- Considera ofertas para los SSCC competitivos y valor techo en el caso de que estos SSCC no sean ofertados, o las ofertas sean declaradas desiertas o parcialmente desiertas.
- Costos variables para instrucción directa en el Re-programa intra-diario.

# Conceptos claves para aplicación de SSCC

Pre-depacho resuelve el mercado de Energía y de SSCC en un único proceso de co-optimización para el día N (horizonte de 24 horas).



Define estado on-off de las unidades que cubren la energía prevista y las restricciones de reserva, asegurando la disponibilidad de recursos de SSCC.

**Disponibilidad**



Recursos disponibles para cubrir la demanda de energía y requerimientos de reservas para SSCC, para cada hora del horizonte de programación.

**Activación**



Uso de los recursos de SSCC en la operación en tiempo real, de manera de cubrir desviaciones.

## Evento de disponibilidad

- Pérdida de reservas (CPF, CSF y CTF ), por restricción o indisponibilidad de unidades.
- Suspensión de limitaciones programadas.
- Condiciones de seguridad del SEN no previstas.
- Desvío permanente (> 1 hr)
- Desvió Intra-horario que agote reservas de CTF.
- Desacoples.

## Evento de Activación

- Activación del CPF y CSF (+-) producto de desviaciones de demanda neta o desbalances intra-horarios.
- Activación del CTF (+-) para recuperar las reservas utilizada por control de frecuencia, producto de desviaciones de demanda neta.



# Disponibilidad vs Activación

## Disponibilidad

### Evento de disponibilidad

- Desvío permanente (> 1 hr).
- Pérdida de reservas (CPF, CSF y CTF ), por restricción o indisponibilidad de unidades.
- Suspensión de limitaciones programadas.
- Condiciones de seguridad del SEN no previstas.
- Desvió Intra-horario que agote reservas de CTF.
- Desacoples.

## Activación

### Evento de Activación

- Activación del CPF y CSF (+-) producto de desviaciones de demanda neta o desbalances intra-horarios.
- Activación del CTF (+-) para recuperar las reservas utilizada por control de frecuencia, producto de desviaciones de demanda neta.

Se transforma en evento de disponibilidad

### Acción ante evento de disponibilidad

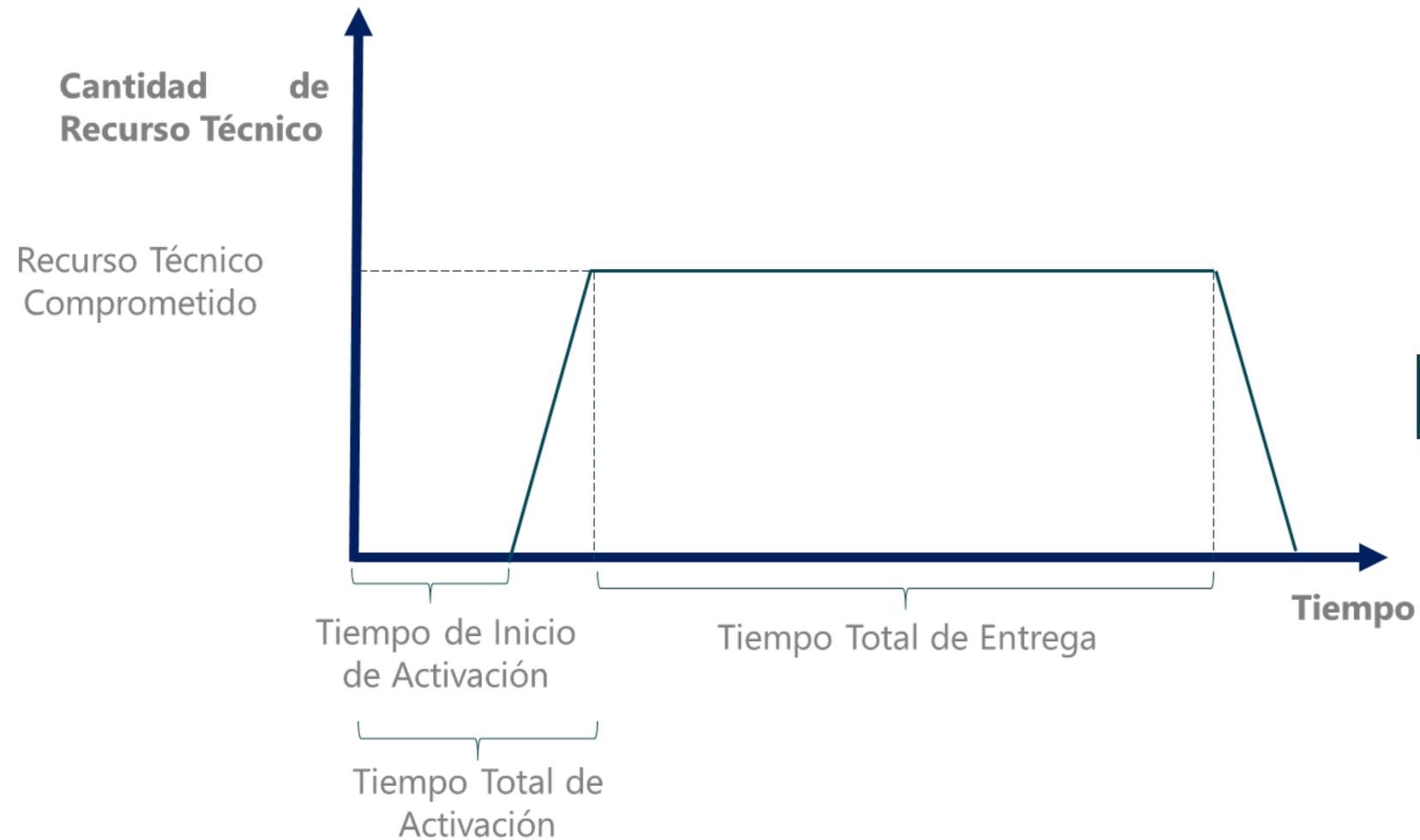
Ante cambios en la disponibilidad de alguno de los recursos previstos en la PCP, **se debe realizar un re-programa para adaptar el parque generador a la nueva condición** respetando los requerimientos mínimos de reservas (actualmente reprograma vía política de operación).

### Acción ante evento de Activación

- Ante activación de CPF/CSF, que agote las reserva a valores por debajo del requerimiento mínimo por un tiempo **igual o superior de 5 minutos, se debe utilizar el CTF**, para recuperar los márgenes de reserva perdidos, lo que solo puede ser utilizado **por máximo una hora (Tiempo Total de Entrega)**.
- En el caso de que la Reserva de CTF sea insuficiente para atender el evento intra-horario, se deberá realizar un Despacho Económico **utilizando reserva en giro disponible**.
- Si el evento se prevé durará más de una hora, se debe realizar un re-programa para adaptar el parque generador a la nueva condición, **lo que debe ocurrir a más tardar en una hora (Tiempo Total de Entrega)**



# Tiempos de actuación para Control de Frecuencia

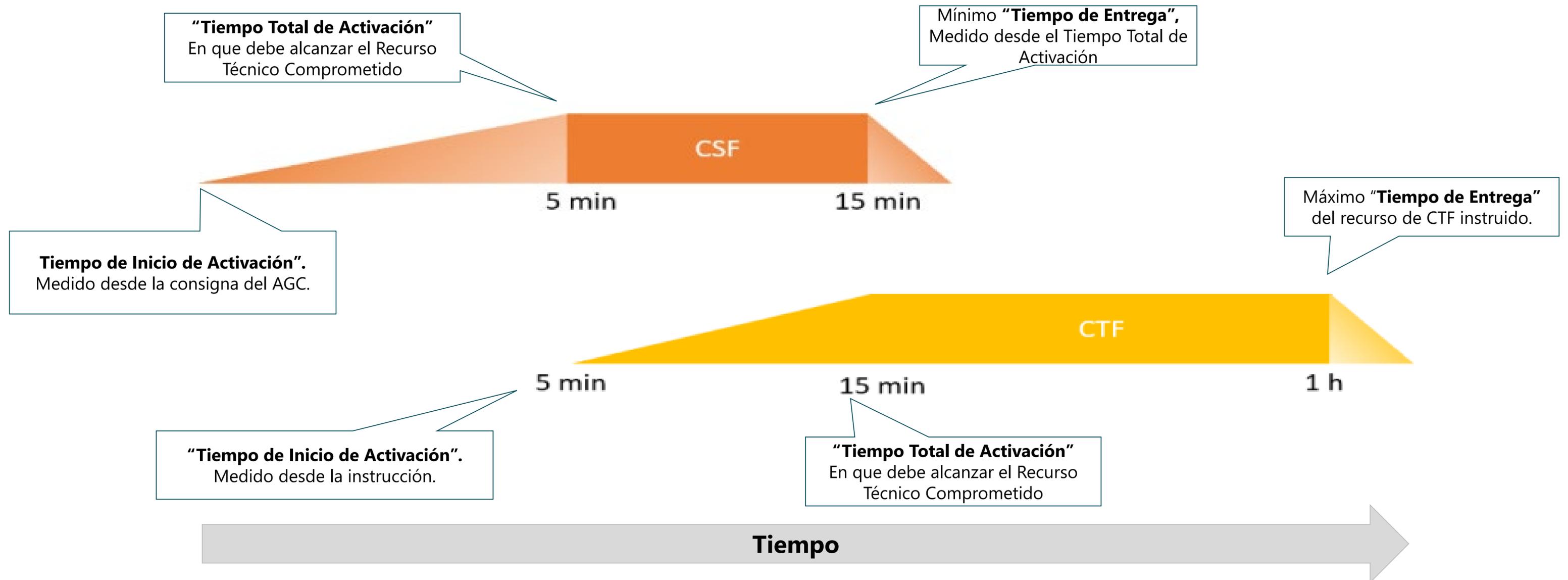


**Tiempo de inicio de activación:** tiempo que transcurre desde que se instruye el servicio hasta que comienza a generar.

**Tiempo total de Activación:** tiempo que transcurre desde que se instruye el servicio hasta alcanzar el Recurso Técnico Comprometido.

**Tiempo Total de Entrega:** tiempo de entrega del Recurso Técnico Comprometido.

# Tiempos de actuación de SSCC subastables



# Evento de Disponibilidad y Activación

Unidad que opera en AGC y se limita por pérdida de un molino



**Es un evento de disponibilidad**

*¿Qué pasa con el compromiso de respetar la reserva adjudicada?*



## Acciones vía Re-programa:

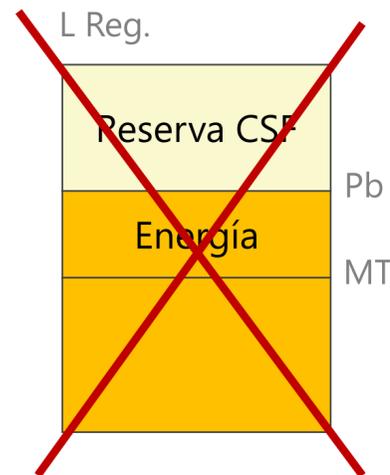
- Considerar rango que queda disponibles para suplir Energía. La unidad no puede mantener su reserva para CSF.
- Reserva para CSF faltante debe ser cubierta vía Instrucción Directa. Mientras se efectúa el Re-programa, se podría hacer un Despacho Económico para utilizar Reserva en Giro disponible.

Unidad que opera en AGC falla y sale de servicio.



**Es un evento de disponibilidad**

*¿Qué recupero primero, la energía o los recursos de SSCC?*



## Orden secuencial de actuación vía Re-programa:

- Se recupera disponibilidad para suplir energía vía Política de Operación
- Se recupera las reservas de SSCC vía Instrucción Directa (costos de oportunidad)

# Evento de Disponibilidad y Activación

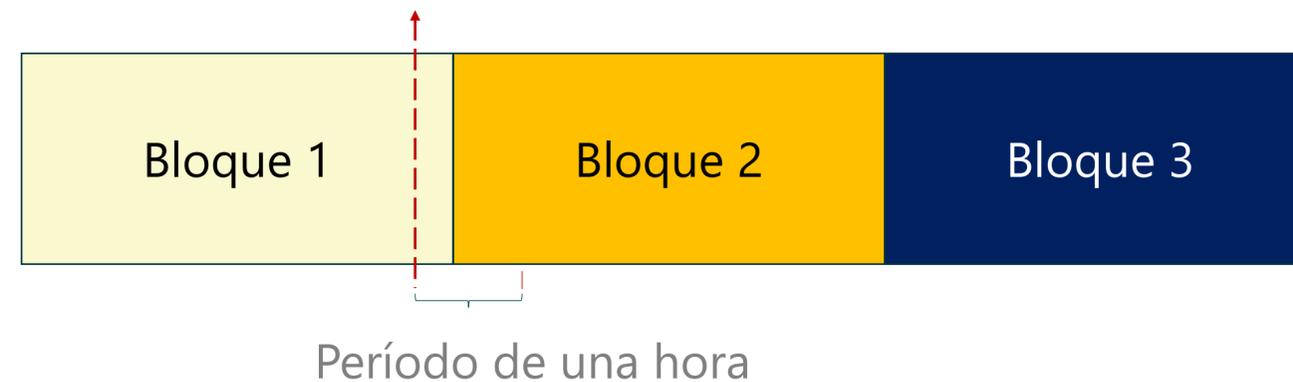
El CTF se activa justo minutos antes de cambiar a siguiente hora u bloque de ofertas.



**Es un evento de Activación**

*¿Qué criterio se aplica, si en el siguiente bloque cambian las unidades adjudicadas y por lo tanto se tiene un listado distinto de prioridades de unidades que prestan el servicio de CTF?*

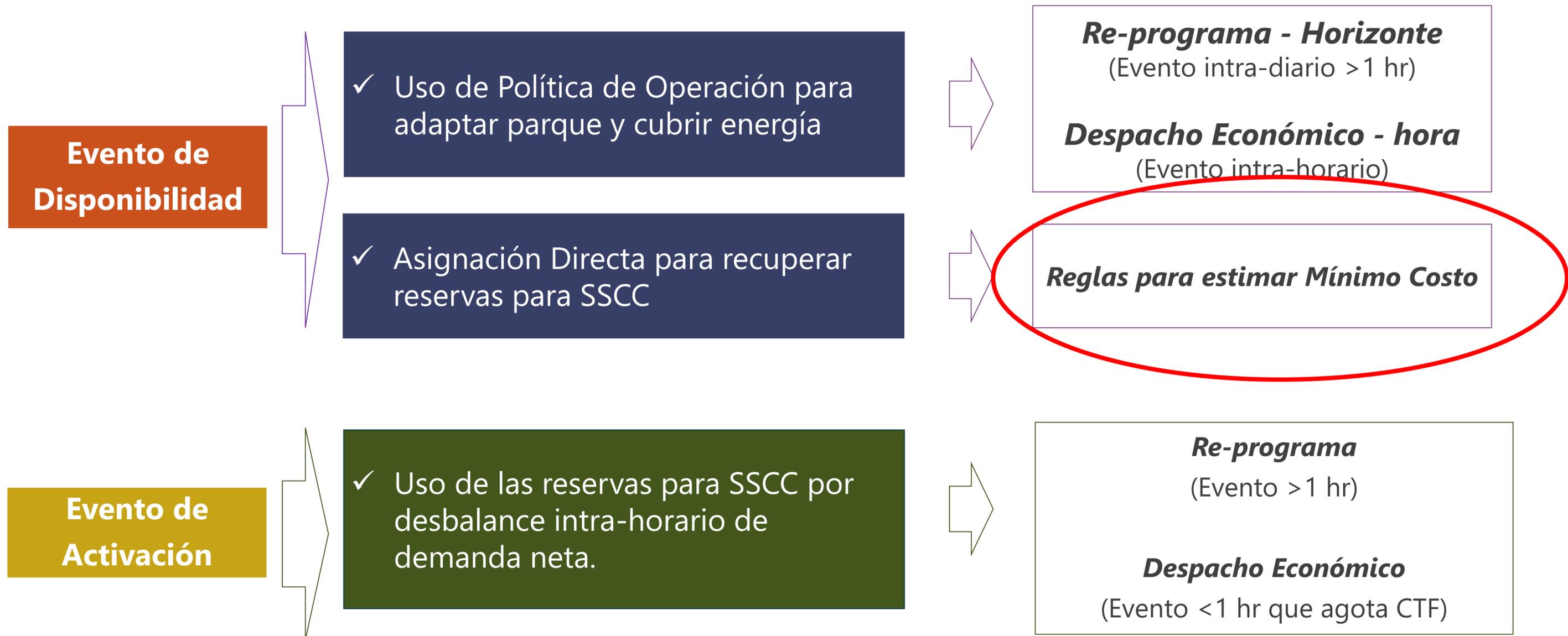
Evento de activación de CTF



- De ser necesario, se debe mantener la activación por el período máximo de una hora aun cuando se pase a la otra hora o bloque.
- Para efectos de registro y remuneración se considerará el bloque donde se inició la activación.



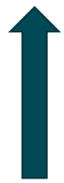
# Evento de Disponibilidad y Activación



# Aplicación de instrucción directa

## Formulación para determinar asignación directa

$$CT_{CSF} = \text{Mínimo} (CT_{CSF1}, CT_{CSF2})$$



$CT_{CSF2}$ : costo asociado a la reserva CSF cuando la unidad es Infra-marginal ( $CMg > CV$ )

$$CT_{CSF2} = \text{CostoOperación} = (CMg - CV) \cdot Res(+)\cdot HOpe$$

$CT_{CSF1}$ : costo asociado a la reserva CSF cuando la unidad es Supra-marginal ( $CV > CMg$ )

$$CT_{CSF1} = \text{CostoOperación} = (CV - CMg) \cdot Res(-)\cdot HOpe$$

### Donde:

Costo de Operación = Costo de Operación en [USD].

$CV$  = Costo Variable o de Oportunidad [USD/MWh].

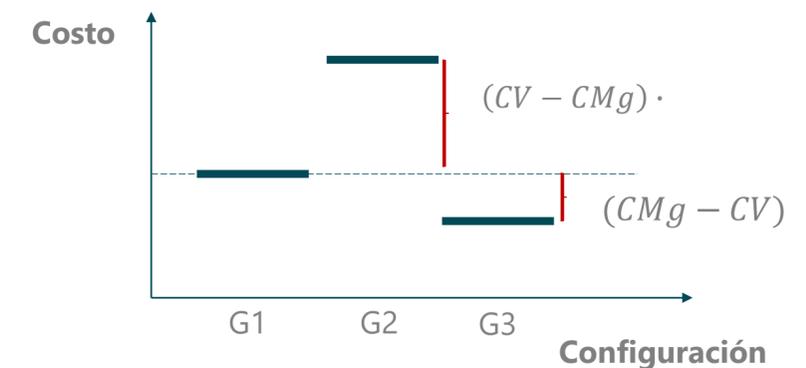
$CMg$  = Costo Marginal considerado en la evaluación [USD/MWh].

$Res(-)$ : Reserva para bajar de la configuración en [MW].

$Res(+)$ : Reserva para subir de la configuración en [MW].

$HOpe$  = Horas de operación que se prevén para la prestación del servicio [h].

**Nota:** tanto para  $Res(-)$  como  $Res(+)$ , la configuración queda en un punto de operación para cumplir con los requerimientos de reserva de subida y/o bajada.



# Resumen de Reglas para Aplicación de CTF

- El **CTF** deberá ser activado solo *para efectos de recuperar la reserva para CF*, por un **Tiempo de Entrega** máximo de una hora, ante un Evento de Activación.
- En presencia de un **Evento de Activación** no se debe utilizar reserva en giro que este disponible, en su lugar se debe primero utilizar las reservas para CTF. Sólo en el caso que las reservas para CTF se vean agotada se podría realizar un Despacho Económico y utilizar las reserva en giro disponible.
- En el caso de ocurrir un **Evento de Disponibilidad** (menor o mayor disponibilidad), se requerirá realizar un Re-programa (mercado de energía). **Mientras se ejecuta el Re-programa**, se podrá utilizar la generación en giro disponible **mediante un Despacho Económico**. En el Caso que dicha reserva en giro no sea suficiente, se podrá activar el CTF sólo para efectos de permitir la realización del reprograma y su posterior ejecución, lo que debe ocurrir en el tiempo máximo de una hora.
- Si la **activación del CTF** ocurre minutos antes de pasar al siguiente bloque, se deberá respetar esa activación por el período máximo de una hora solo de ser requerido.
- Cuando se produzca la activación del CTF, independientemente si la situación obedece a la necesidad de apoyar **un Evento de Disponibilidad o un Evento de Activación**, el CDC deberá contar con la información necesaria para evitar que esta activación de CTF permanezca más de una hora; de lo contrario afectará al costo marginal de energía. **RELEVANTE CONTAR CON INFORMACION Y PRONÓSTICO TEMPRANO DE RECUPERACION DE LOS EVENTOS.**



Gracias