



# Alternativas de localización de ERNC para reducir riesgos en la seguridad de suministro

Seminario Internacional CIGRE – Gestión de Riesgos en la Operación y  
Planificación



Dirección Planificación y Desarrollo  
Departamento de Investigación y Desarrollo SING  
Diciembre 2015

# MOTIVACIÓN

# Motivación: Gestión de riesgos

## Riesgo

- ✓ Cualquier evento futuro e incierto que puede o no, obstaculizar el logro de los objetivos estratégicos.

## Identificación del Riesgo

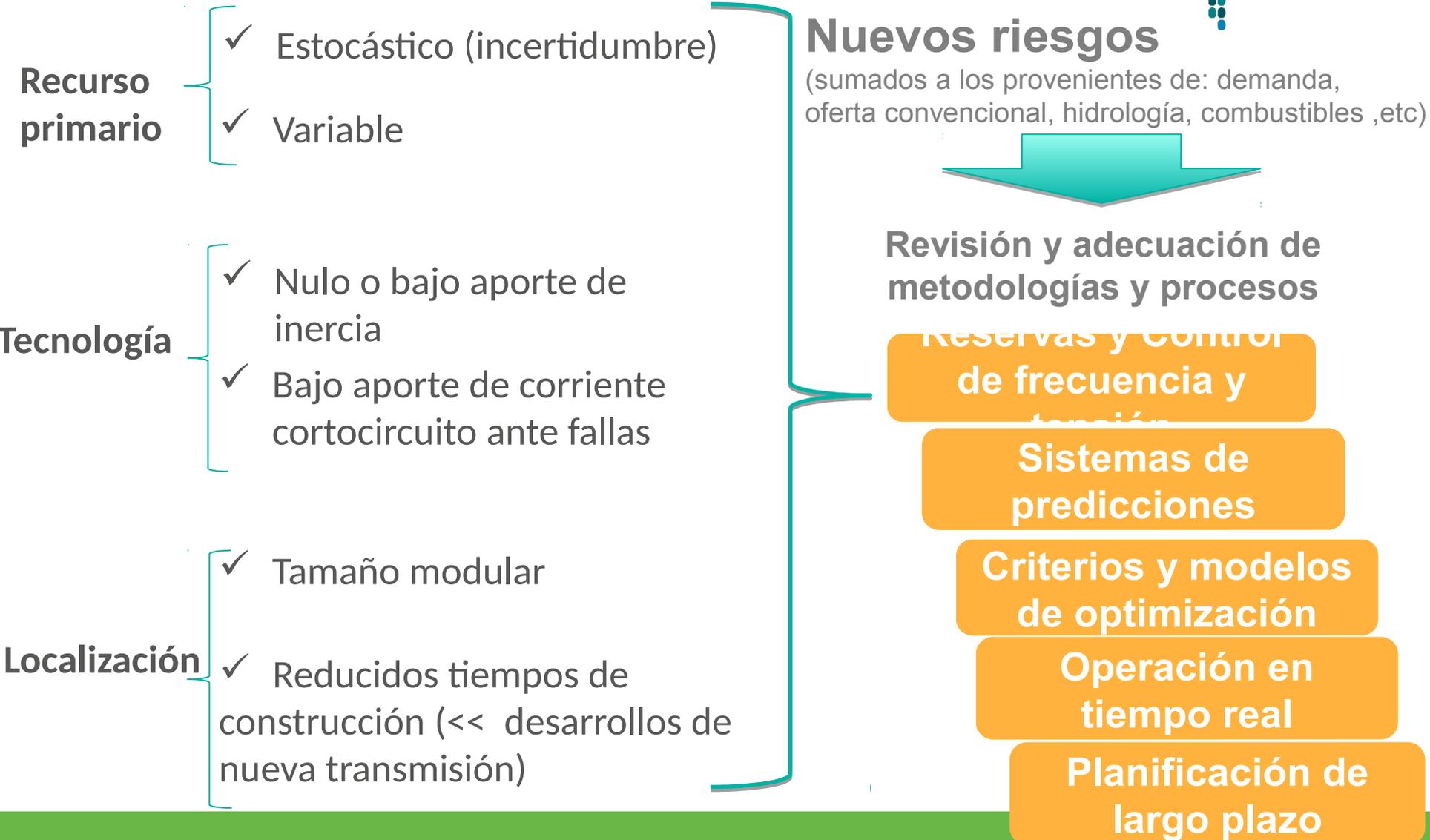
- ✓ Se representa a través de la estimación de la probabilidad e impacto, en caso que este se materialice.  
¿Qué puede pasar?

¿Cómo y por qué puede suceder?

## Tratamiento del Riesgo

- ✓ Eliminar
- ✓ Prevenir
- ✓ Protegerse
- ✓ Transferir

# Motivación: Características centrales ERNC



# Motivación – Enfoque estratégico

## Conocimiento ERNC

Generar conocimiento fundamental asociado a la operación del SING, en presencia de ERNC, articulando redes de colaboración con investigadores y operadores nacionales e internacionales

## Operación segura y Económica

Determinar restricciones técnicas, identificando brechas y desarrollar soluciones técnicas operacionalmente factibles

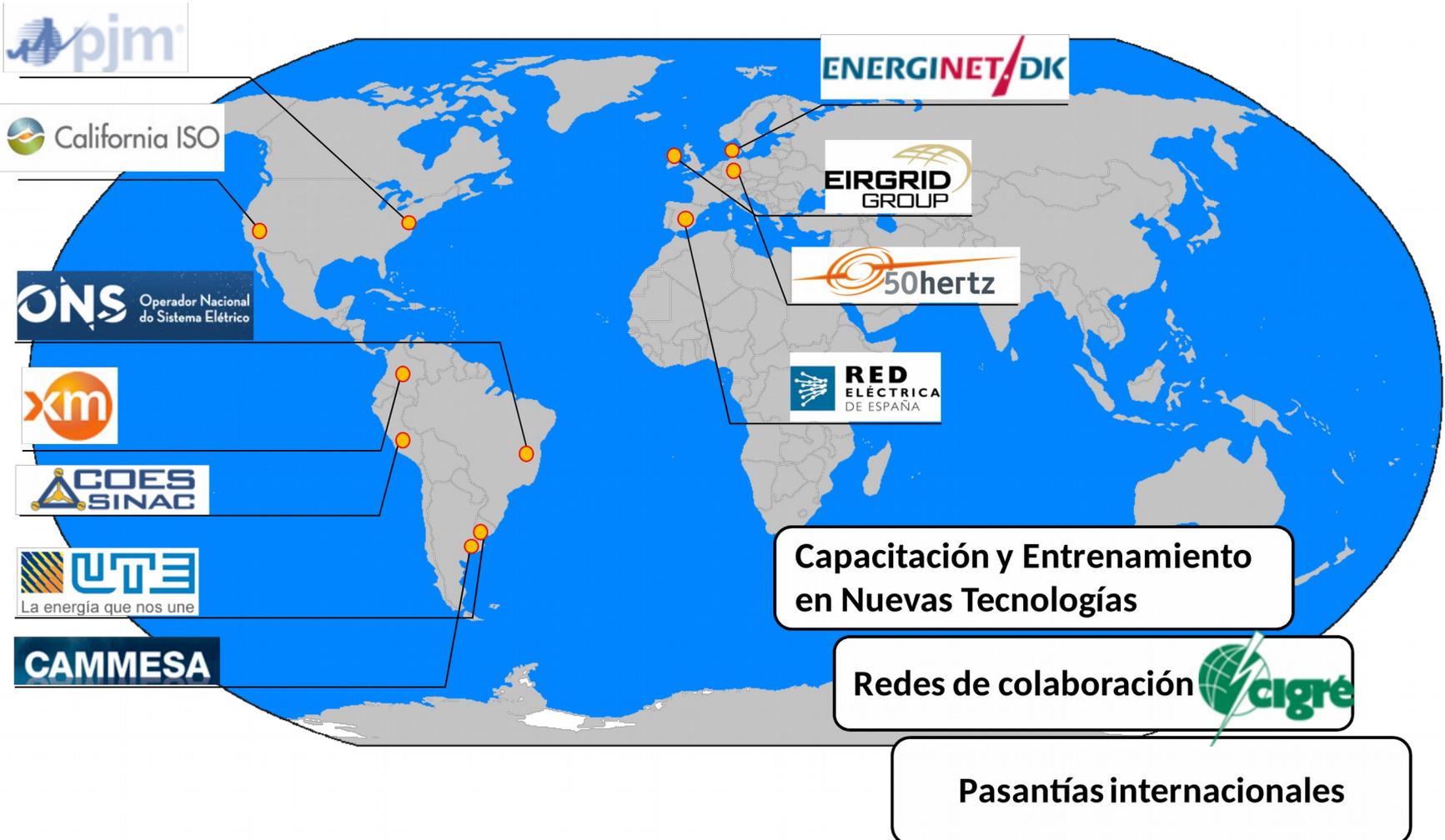
## Normativa

Contribuir a la preparación del marco regulatorio y establecer Procedimientos que den seguridad y eficiencia a la operación y a la forma de decisiones de los actores del sistema

### **Involucramiento y compromiso de los stakeholders**

Involucrar de forma adecuada (tiempo y ámbito) a stakeholders relevantes en la integración de las ERNC al SING. Al mismo tiempo, identificar e involucrar las competencias necesarias para su desarrollo, y generar nuevas capacidades en las Direcciones y otros stakeholders

# Motivación – Enfoque estratégico: Conocimiento ERNC



# Motivación – Enfoque estratégico: Normativo

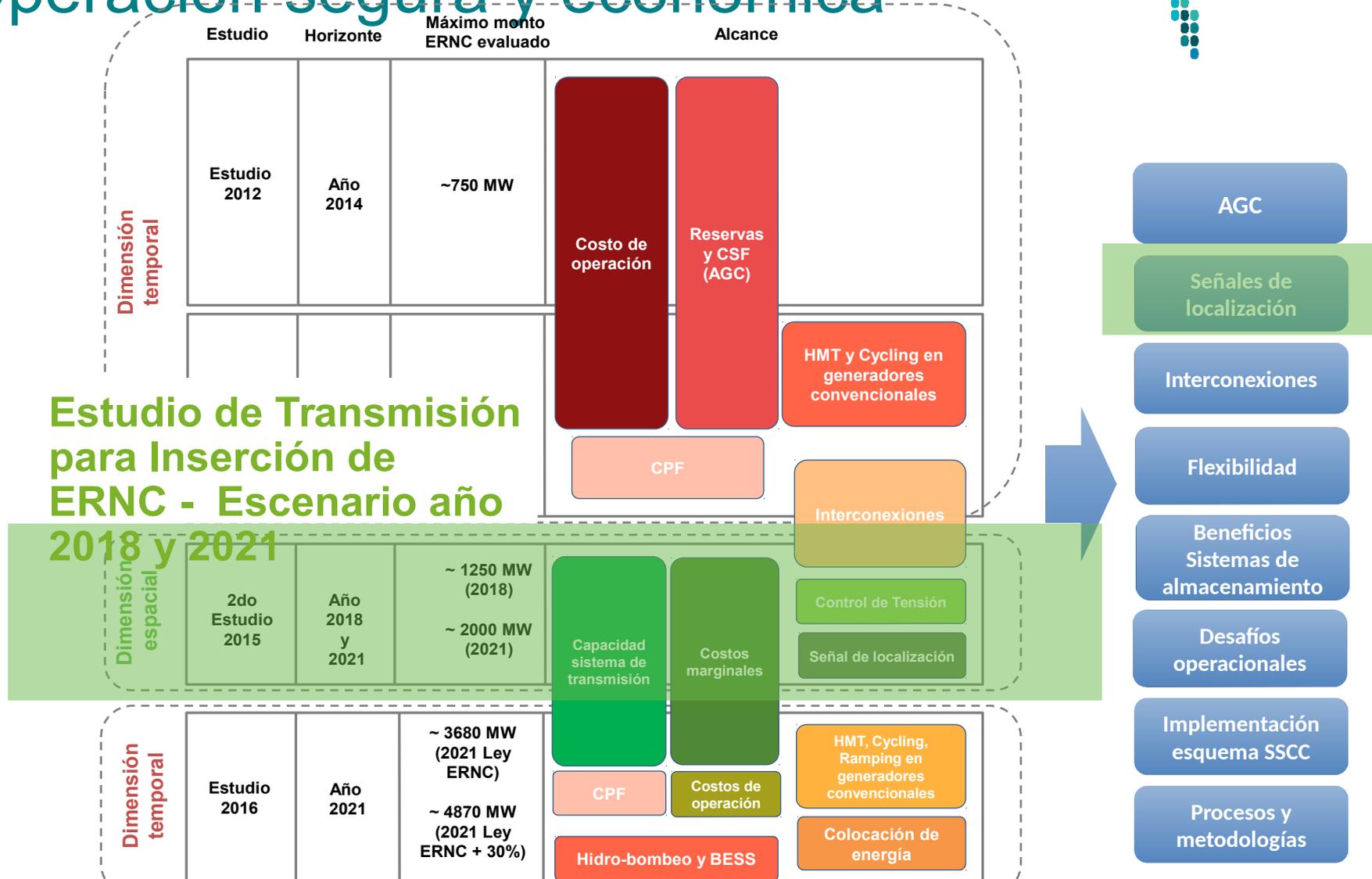
Mesa de trabajo de  
predicción



Sistema de  
predicciones  
centralizado



# Motivación – Enfoque estratégico: Operación segura y económica



# AGENDA

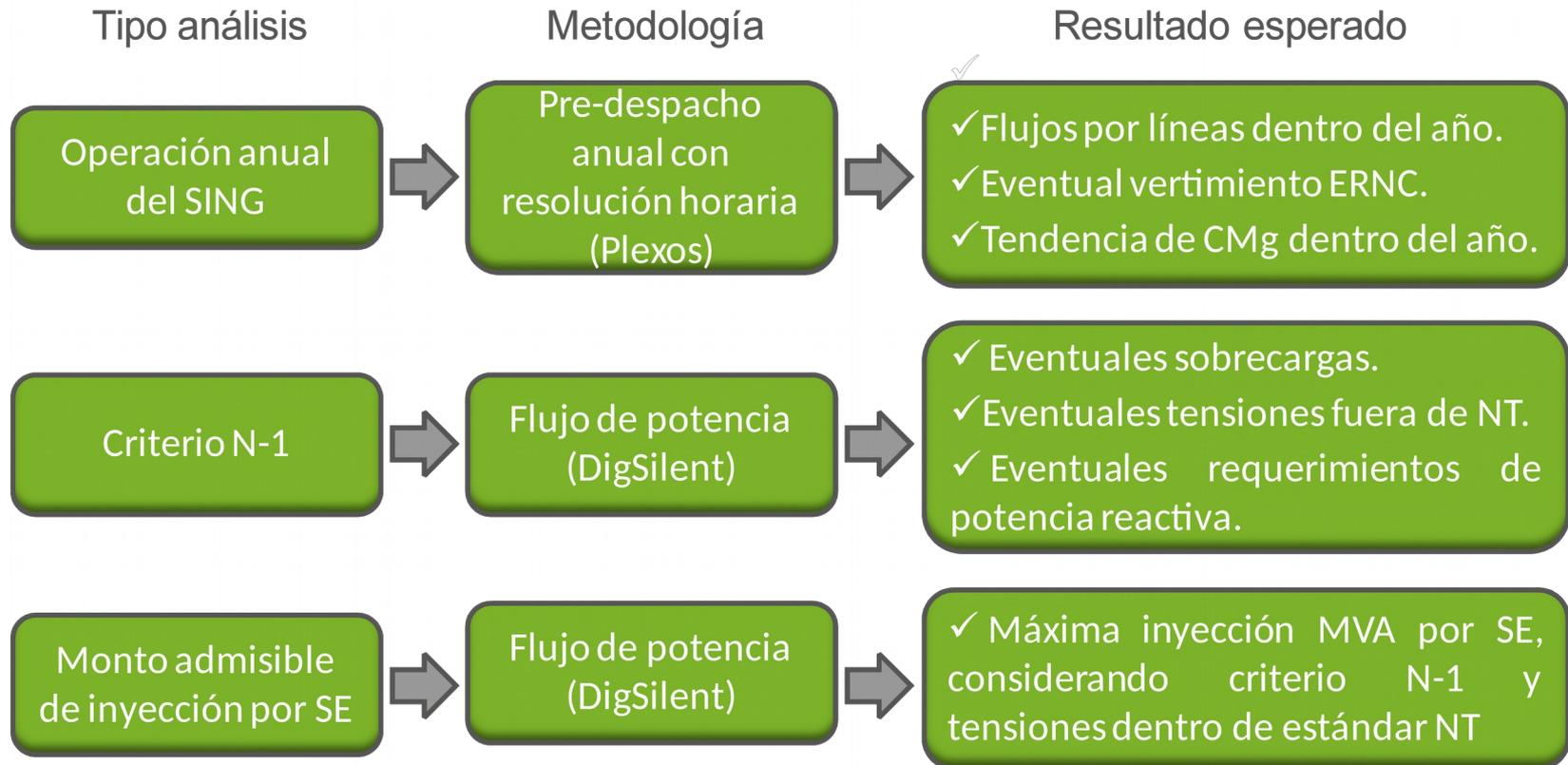
- Objetivos y Alcance
- Metodología y consideraciones
- Resultados
- Conclusiones

# OBJETIVOS Y ALCANCE

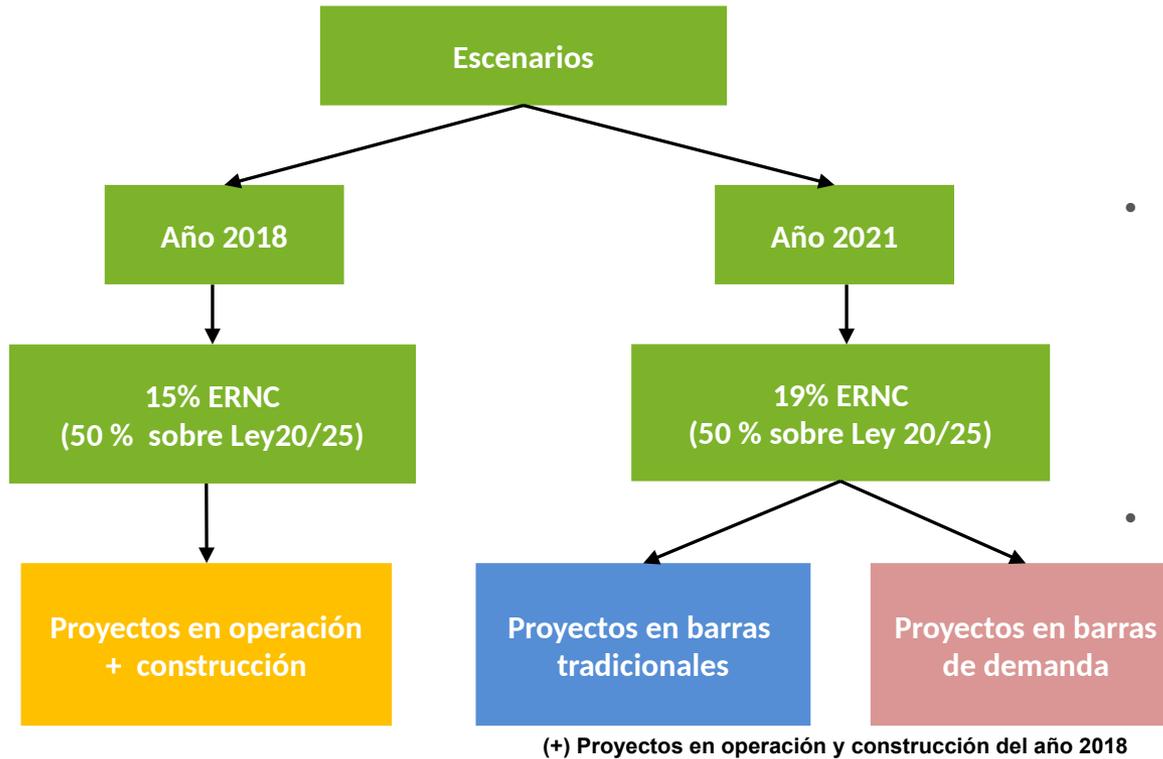
# Objetivos

- ✓ Evaluar la capacidad del sistema de transmisión del SING para inyectar 15% y 19% de ERNC al año 2018 y 2021, respectivamente.
- ✓ Determinar montos admisibles de inyección ERNC por barra manteniendo el criterio de seguridad N-1 y tensiones dentro de banda establecida en NT.
- ✓ Determinar desafíos y oportunidades operacionales, así como requerimientos de SSCC específicos según los montos ERNC evaluados.

# Alcance: “Estudio de Transmisión para Inserción de ERNC- Escenario año 2018 y 2021”



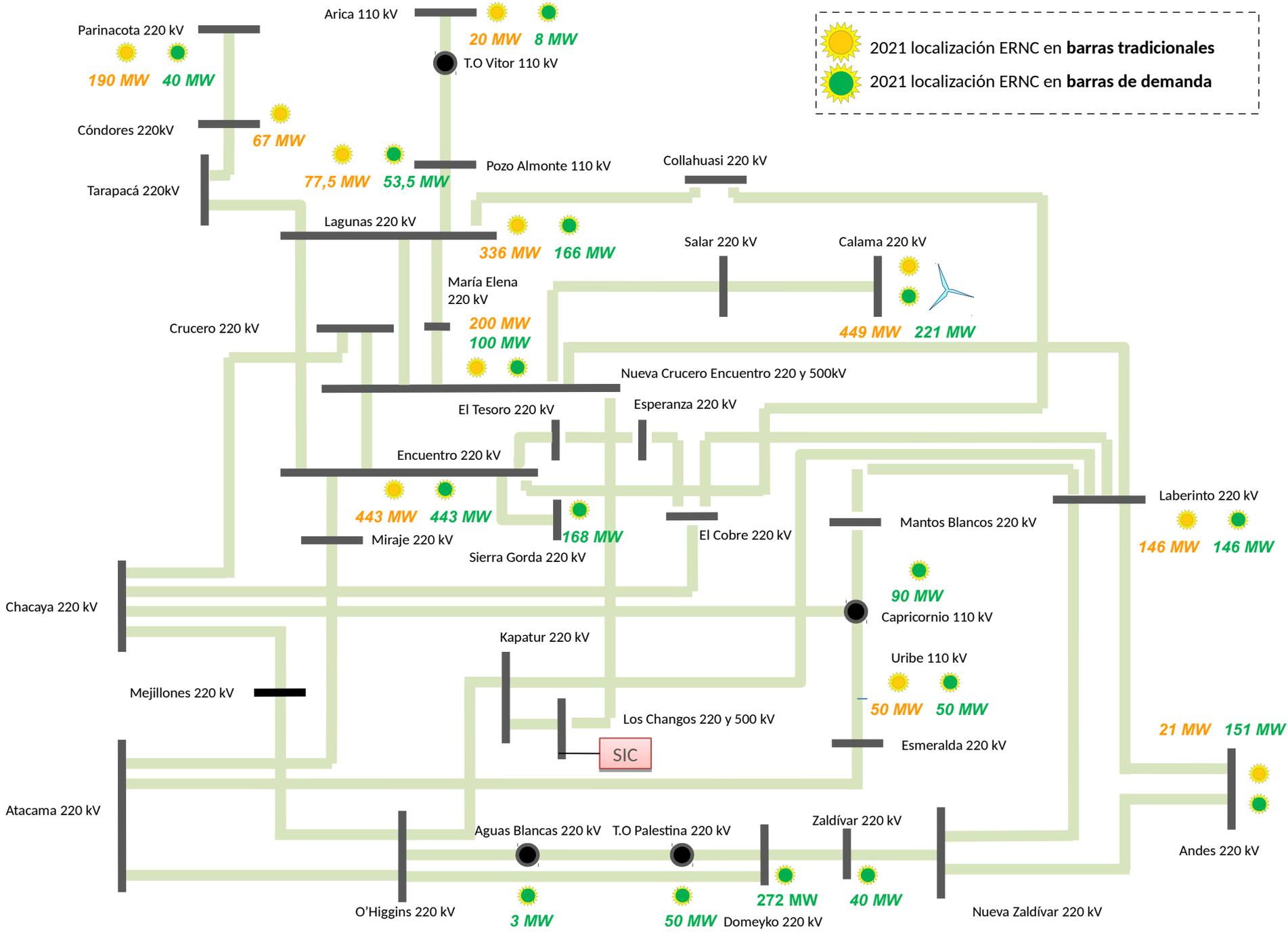
# Escenarios



- Escenarios ERNC determinados para **representar situaciones más desafiantes para el sistema de transmisión del SING**. No considera criterios de desarrollo óptimo del parque ERNC conforme a costos de desarrollo de tecnología eólica y solar FV.
- No se considera escenario última licitación .

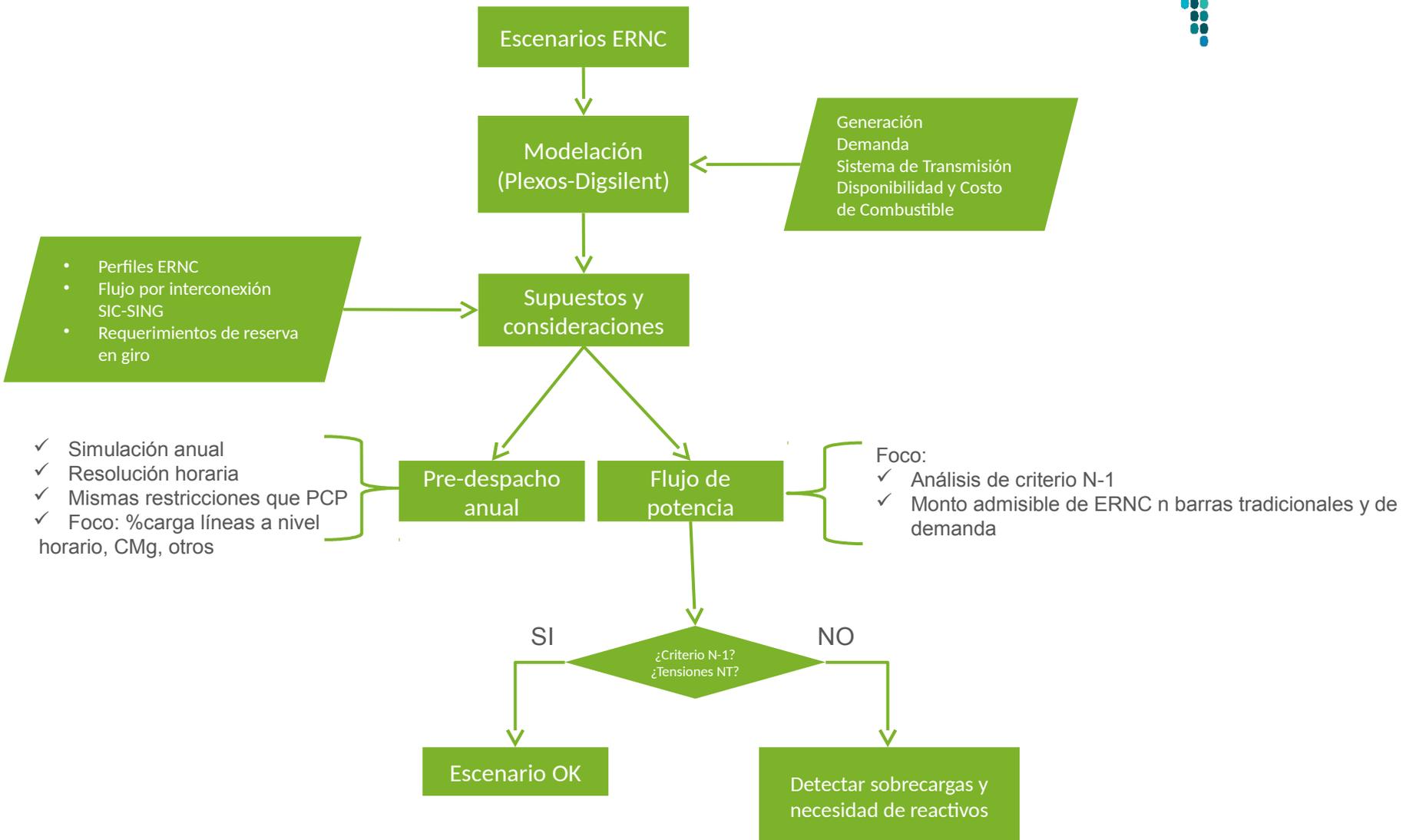
Escenario	Capacidad instalada ERNC	Capacidad instalada Solar FV	Capacidad instalada Eólica	Energía anual	Máxima penetración instantánea
	MW	MW	MW	% Demanda	% Demanda
<b>Ley 15% ERNC (2018)</b>	1239	1149	90	15	48
<b>Ley 19% ERNC (2021)</b>	1990	1744	246	19	59

[1] Máximo porcentaje de generación ERNC (MW) respecto de demanda del SING sin interconexión.



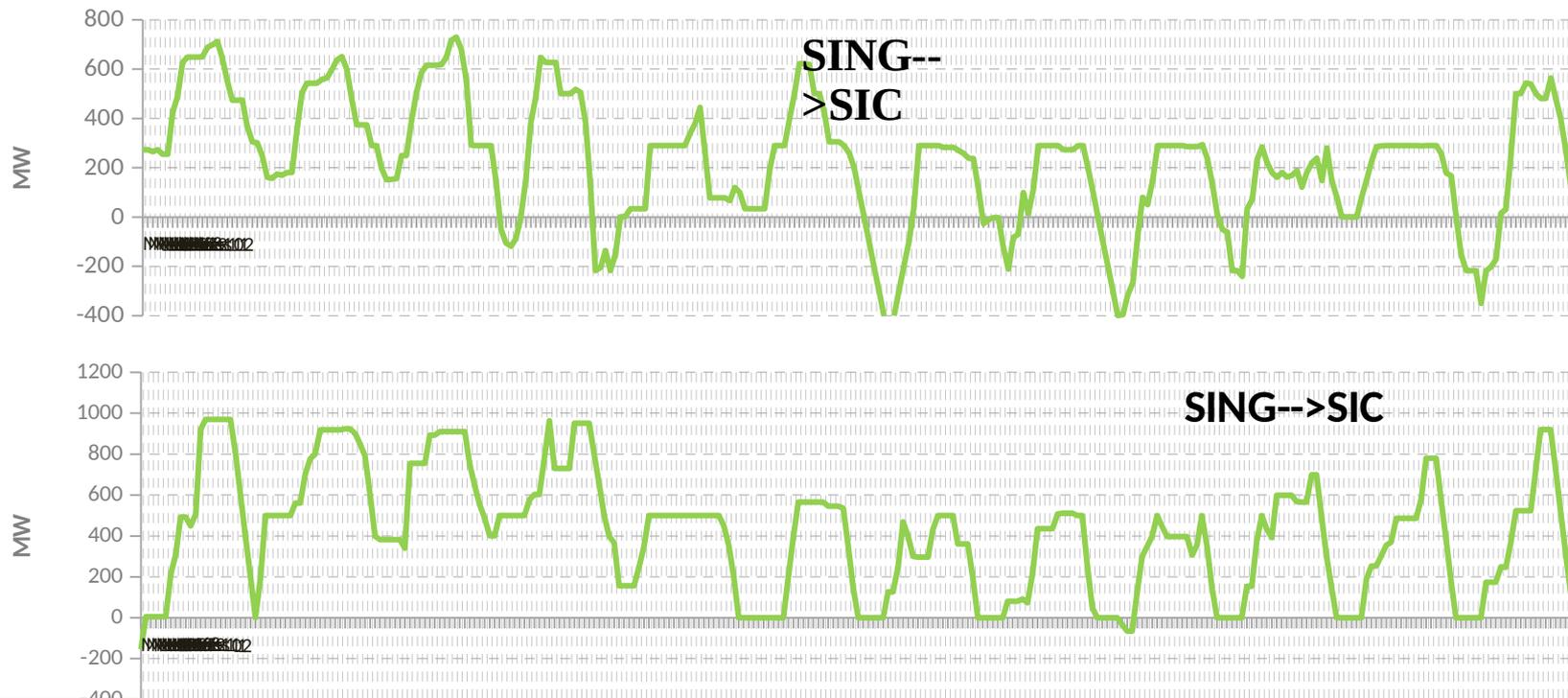
# METODOLOGÍA Y CONSIDERACIONES

# Metodología



# Flujo por la interconexión SING-SIC

- Interconexión SING-SIC se considera determinística: proveniente de una clusterización de los resultados de 12 hidrologías obtenidas en Plexos por parte del DPL.



# RESULTADOS

# Pre-despacho anual: Flujo por líneas

- ✓ Se identifican los flujos máximos por líneas de transmisión de interés, se acuerdo al siguiente criterio:



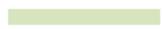
Flujo alto

Cuando flujo máximo dentro del año esta entre 80%-100% de la capacidad máxima, considerando criterio N-1



Flujo moderado

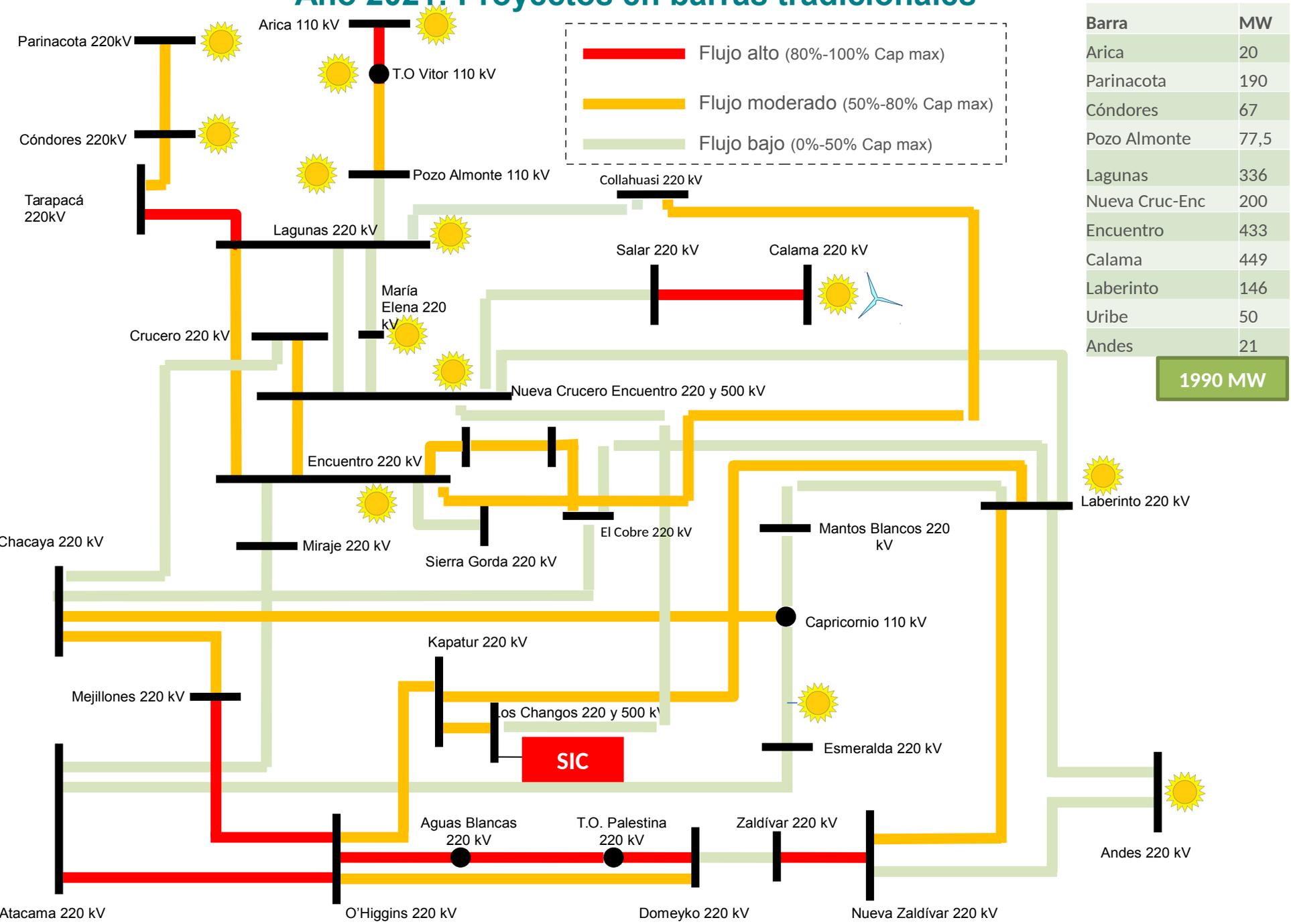
Cuando flujo máximo dentro del año esta entre 50%-80% de la capacidad máxima, considerando criterio N-1



Flujo bajo

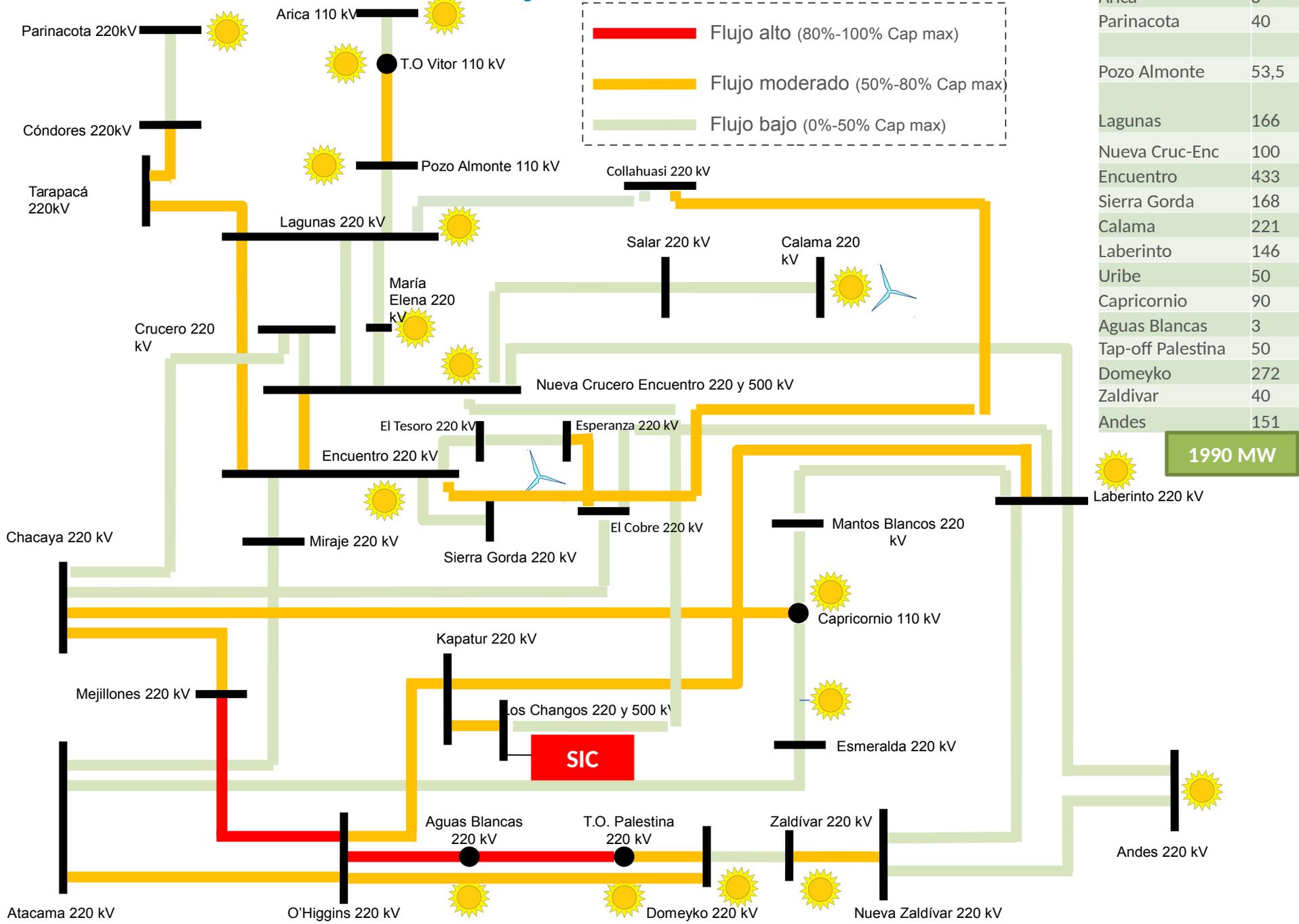
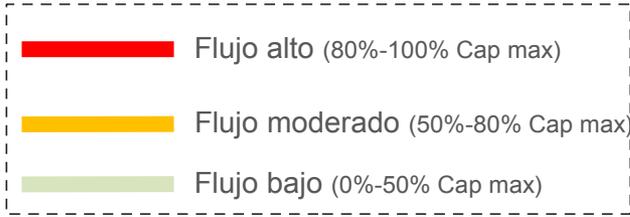
Cuando flujo máximo dentro del año esta entre 0%-50% de la capacidad máxima, considerando criterio N-1

# Año 2021: Proyectos en barras tradicionales



Barra	MW
Arica	20
Parinacota	190
Cóndores	67
Pozo Almonte	77,5
Lagunas	336
Nueva Cruc-Enc	200
Encuentro	433
Calama	449
Laberinto	146
Uribe	50
Andes	21

# Año 2021: Proyectos en barras de demanda

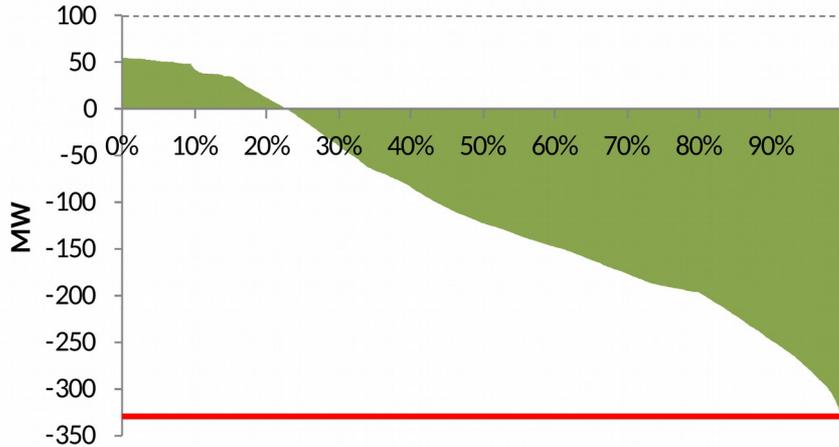


Barra	MW
Arica	8
Parinacota	40
Pozo Almonte	53,5
Lagunas	166
Nueva Cruz-Enc	100
Encuentro	433
Sierra Gorda	168
Calama	221
Laberinto	146
Uribe	50
Capricornio	90
Aguas Blancas	3
Tap-off Palestina	50
Domeyko	272
Zaldivar	40
Andes	151

**1990 MW**

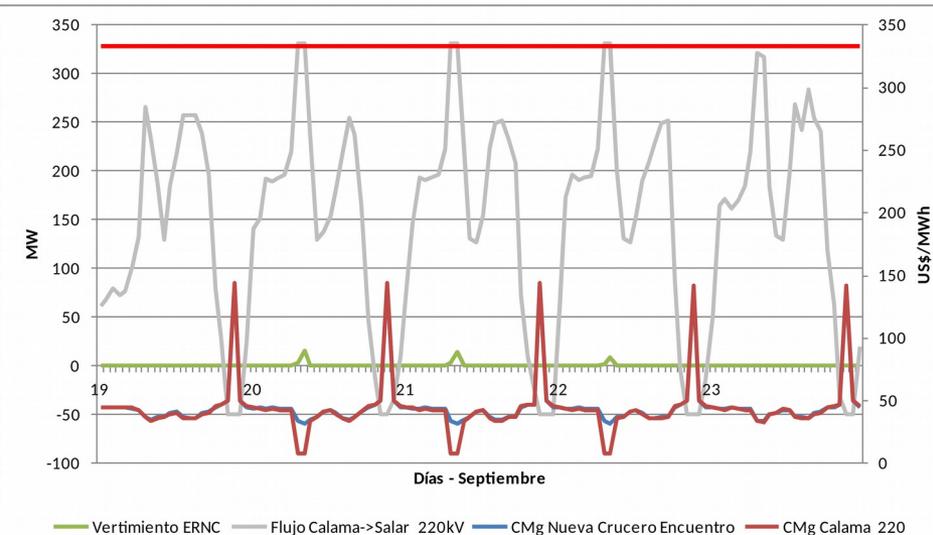
# Pre-despacho anual: Flujo por líneas

Salar 220->Calama 220

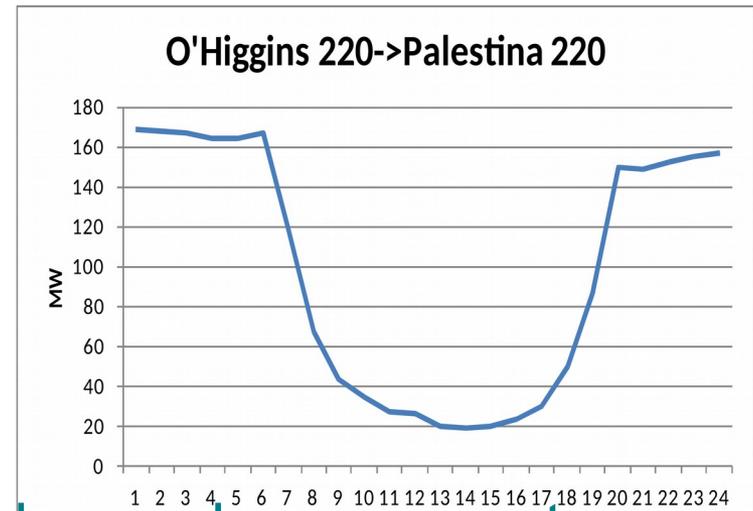
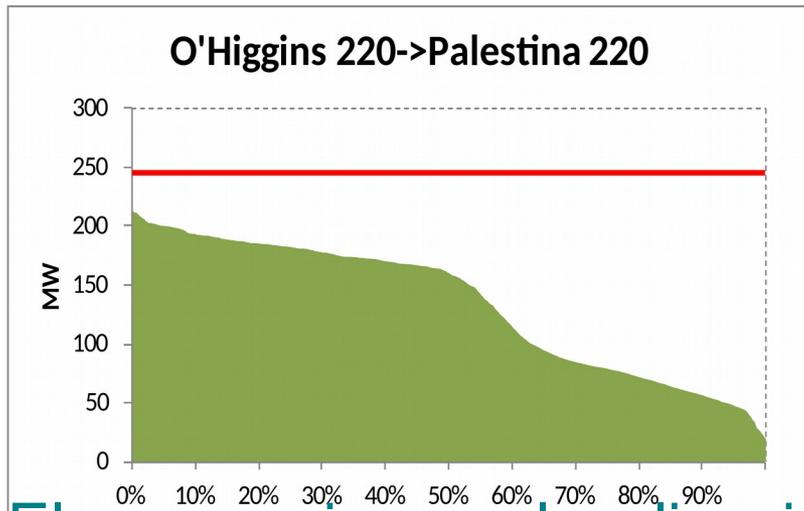
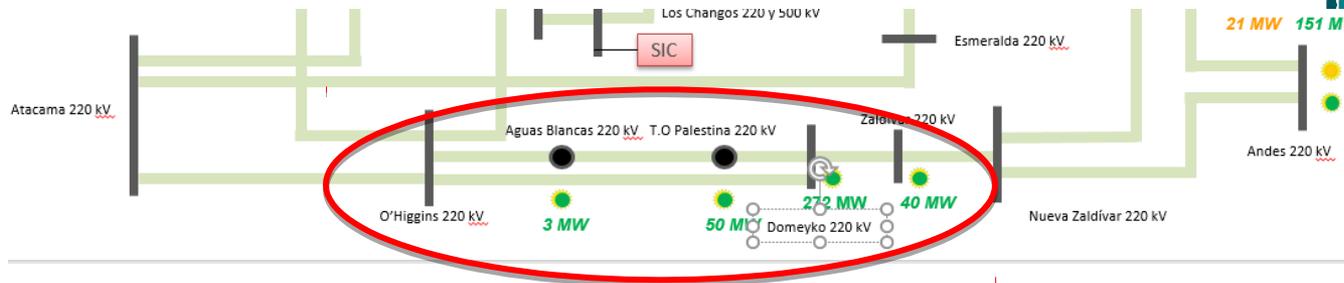


- ✓ El flujo por la línea 220 kV Salar-Calama llega al 100% de su capacidad.
- ✓ La capacidad instalada de ERNC en SE Calama para este escenario corresponde a 449 MW (36% sobre la capacidad de la línea).

Tecnología DLR (Dynamic Line Rating) permitiría un uso eficiente del sistema de transmisión, evitando vertimiento y CMg ~ 0 en SE Calama



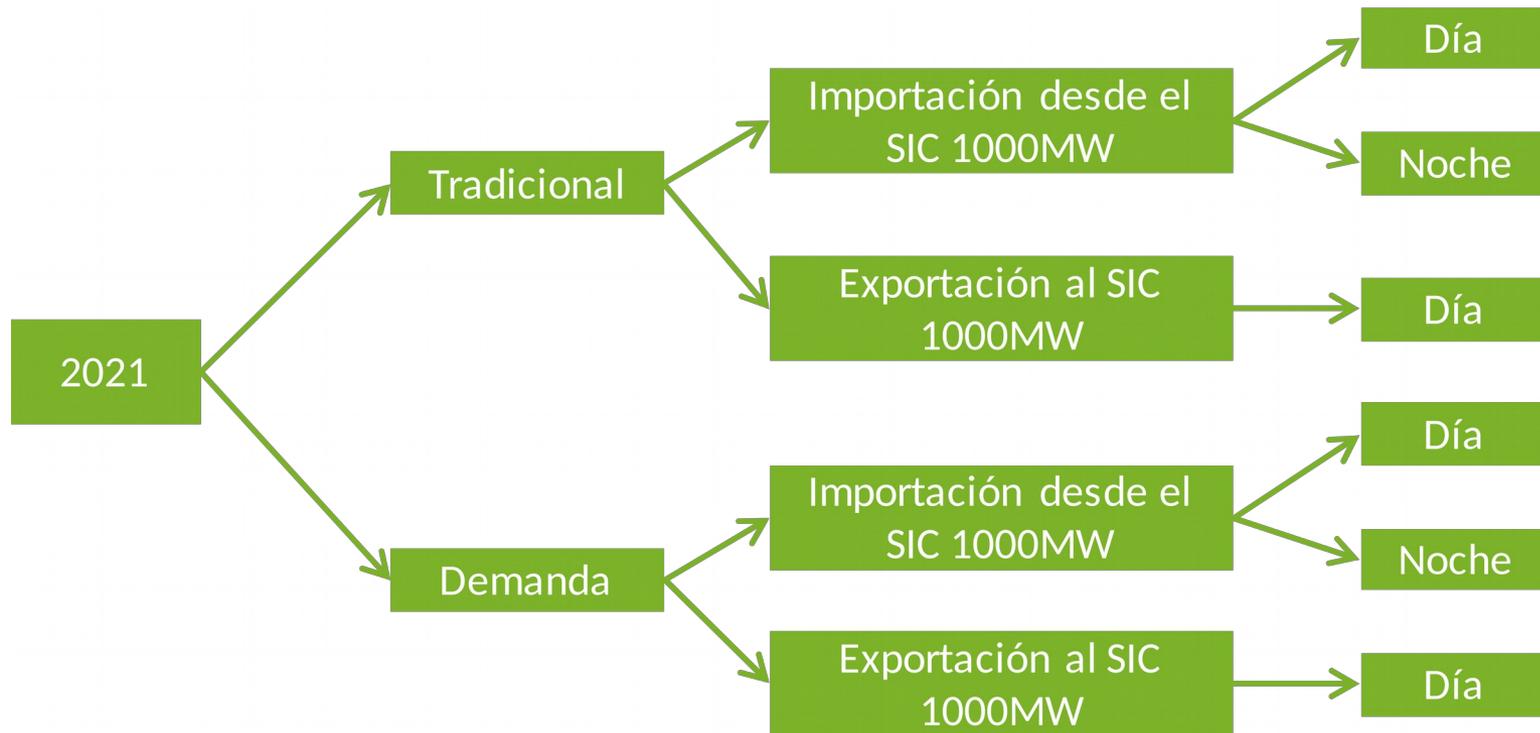
# Pre-despacho anual: Flujo por líneas



El escenario con localización en demanda representa una mejor condición en términos de cargabilidad del sistema de transmisión respecto al escenario con localización tradicional.

# Criterio N-1

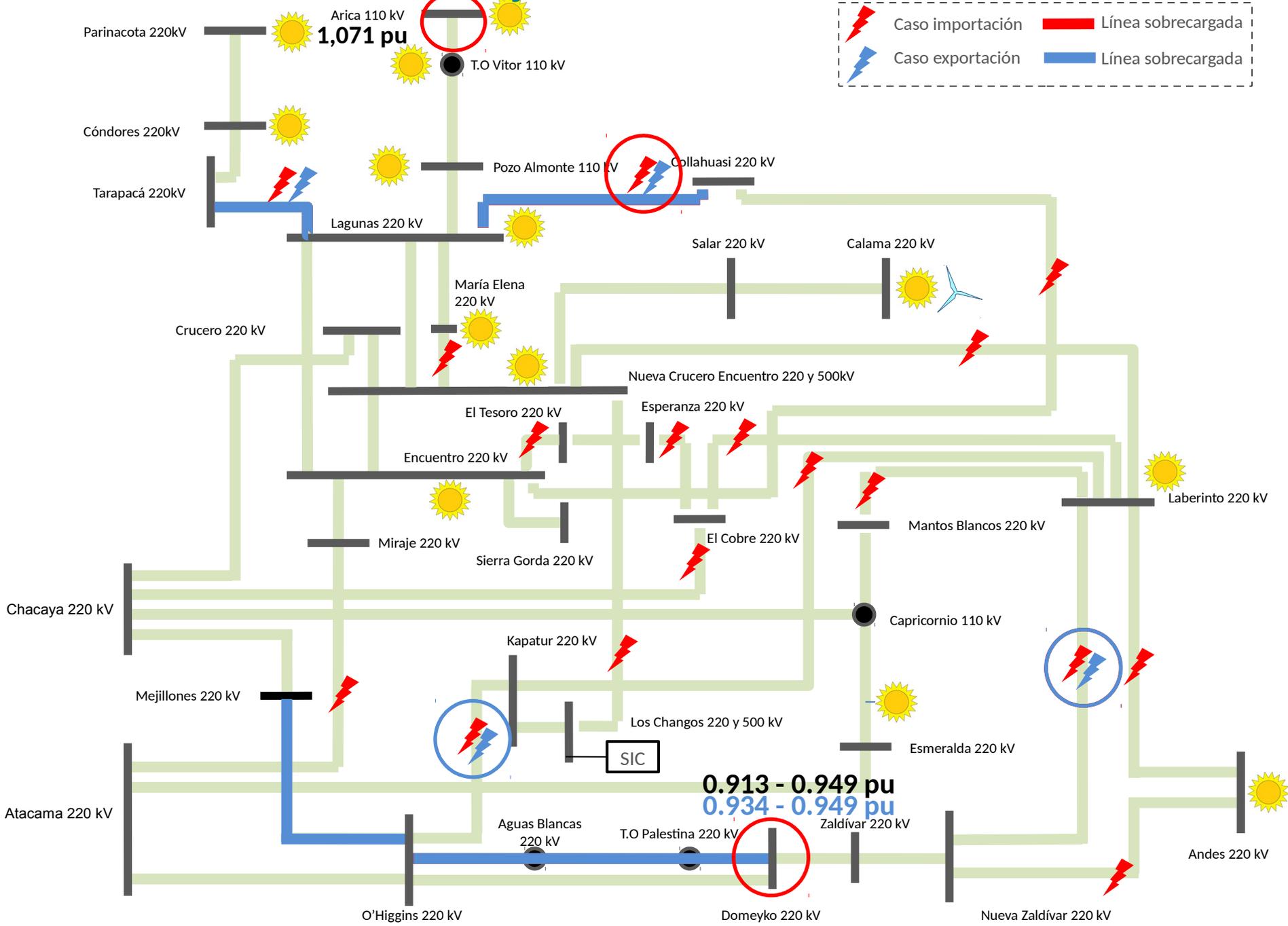
Escenarios evaluados:



- ✓ Para el análisis del criterio N-1 se analizaron 56 contingencias de líneas de transmisión.

# Año 2021: Proyectos en barras tradicionales

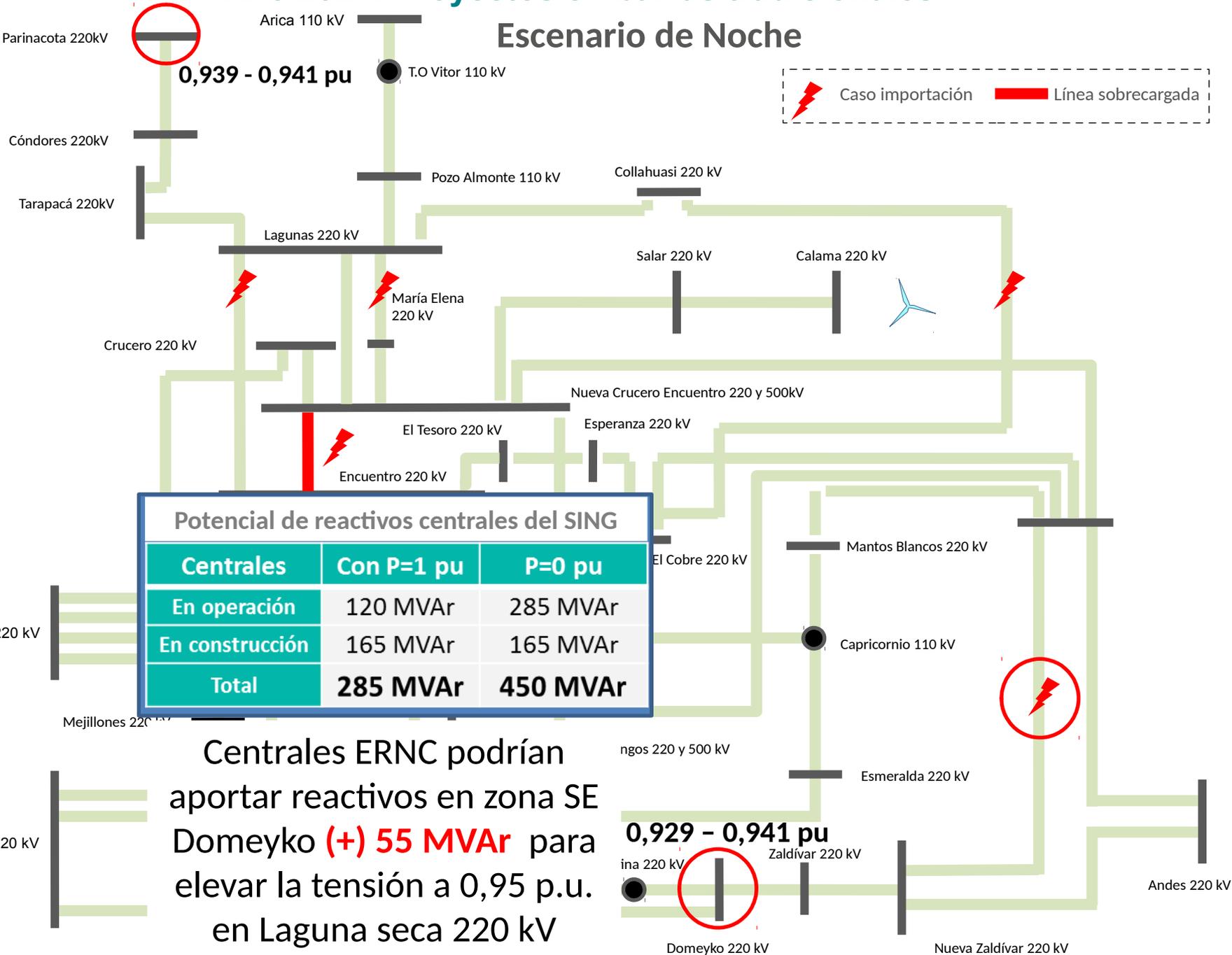
	Caso importación		Línea sobrecargada
	Caso exportación		Línea sobrecargada





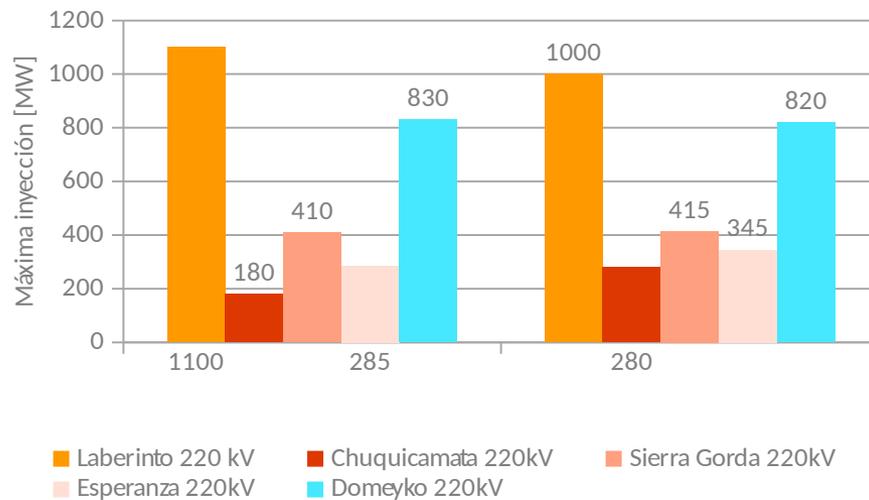
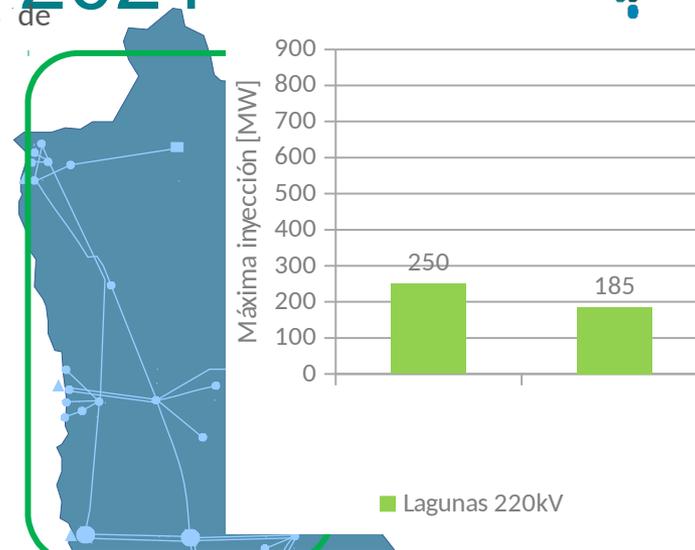
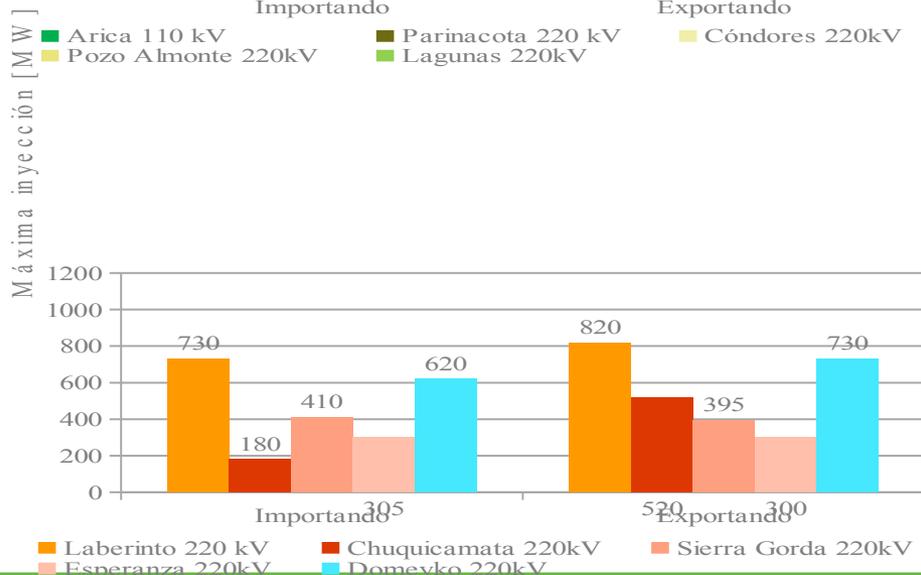
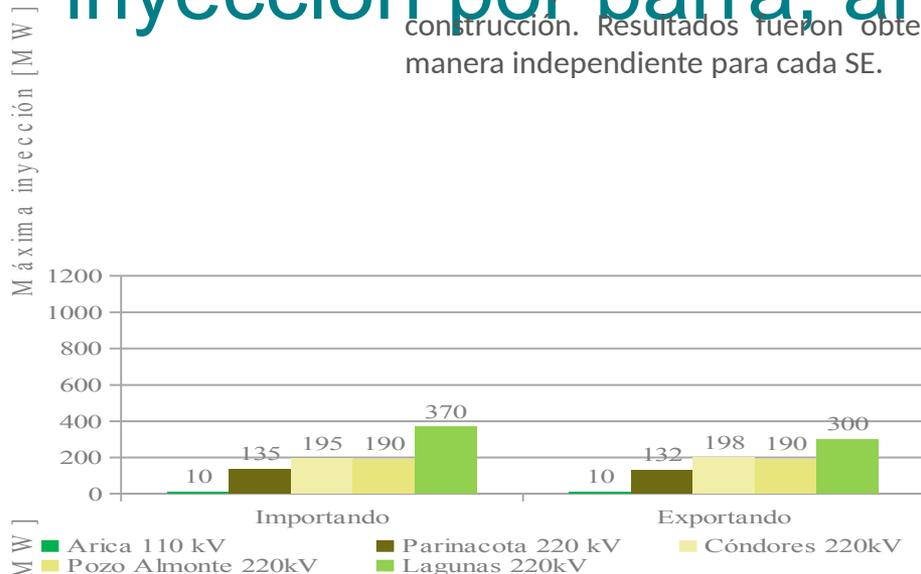
# Año 2021: Proyectos en barras tradicionales

## Escenario de Noche



# Criterio N-1: Montos admisibles de inyección por barra, año 2021

Máxima inyección adicional a lo declarado en construcción. Resultados fueron obtenidos de manera independiente para cada SE.



# CONCLUSIONES

# Conclusiones



- ✓ El sistema de transmisión del SING del año 2018 y 2021 permite la integración de los escenarios de inyección ERNC evaluados.
- ✓ Sumado a lo anterior, la localización de proyectos ERNC en las SSEE de demanda presenta beneficios en la seguridad del SING en condiciones normales de operación y antes indisponibilidades (N-1) del sistema de transmisión, respecto de una localización de proyectos ERNC conectados en SSEE tradicionales, debido a los siguientes aspectos:
  - Menor cargabilidad del sistema de transmisión al reducir flujos máximos en la zona norte, centro y sur-cordillera.
  - Mejor control de tensión en las SSEE de demanda debido a su inyección de potencia activa (contraflujo) en la zona. Sin embargo, para contar con un beneficio completo, se requiere que las centrales ERNC inyecten potencia reactiva tanto en el día como en la noche

Para viabilizar estos montos admisibles de inyección ERNC es necesario analizar aspectos fuera del alcance de este estudio, tales como: espacio en SSEE, capacidad de barras, entre otros.

- ✓ Se obtiene un uso más eficiente del sistema de transmisión del SING al considerar una localización de los proyectos ERNC en torno a SSEE demanda respecto de una localización tradicional, lo que se traduce mayores montos admisibles de inyección ERNC para dichas SSEE.

# Recomendaciones



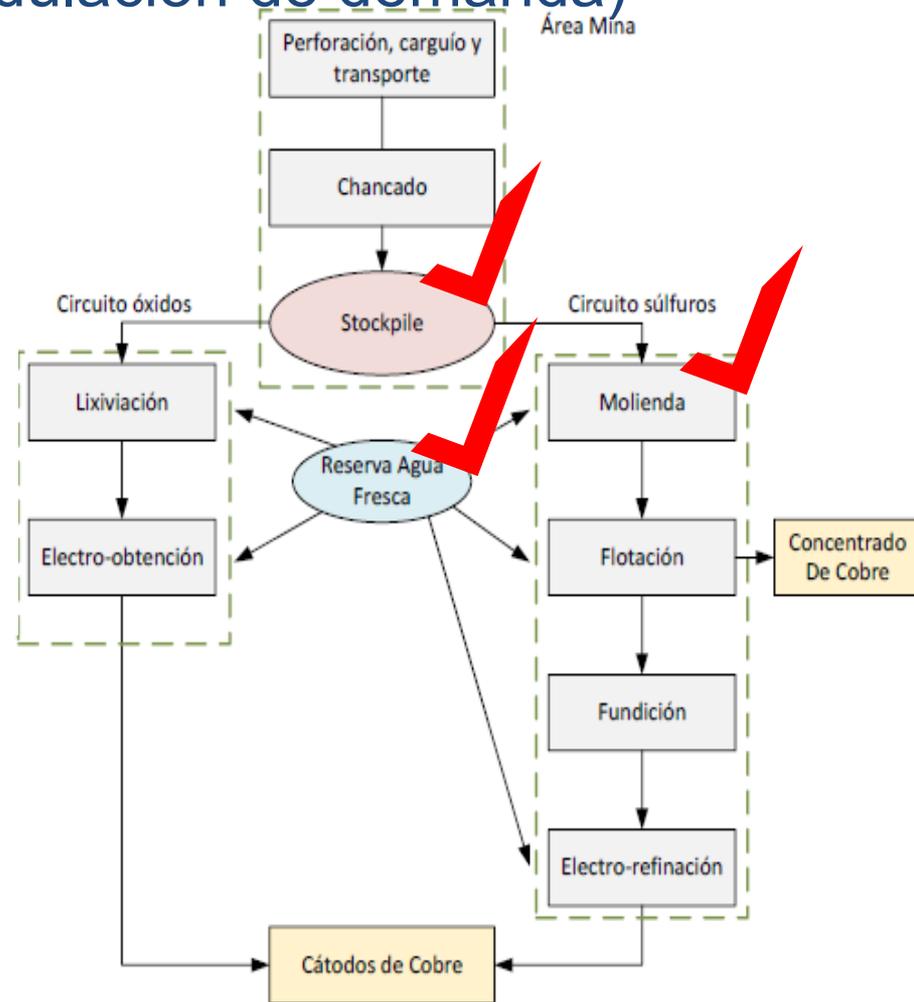
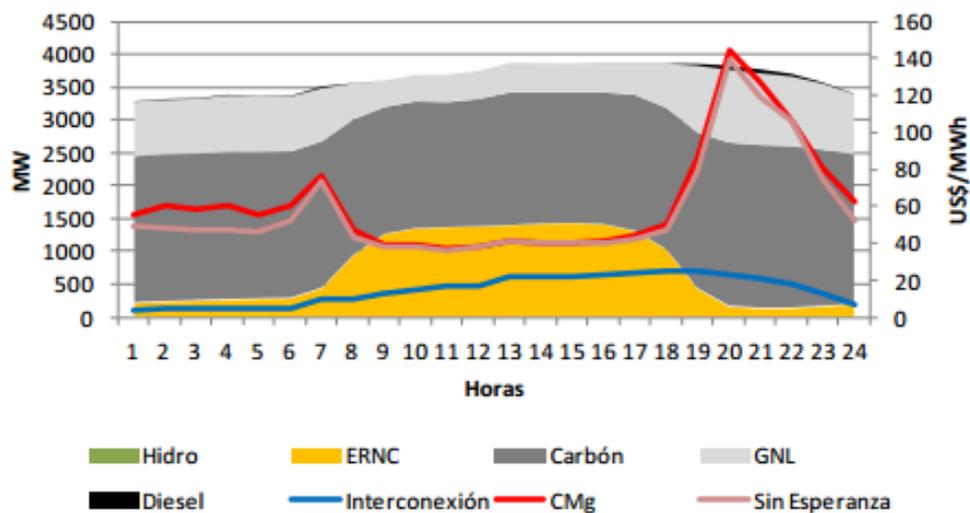
- ✓ Profundizar en los análisis tendientes a facilitar una conexión de proyectos de generación ERNC en zonas de demanda minera para aprovechar los beneficios identificados en el presente estudio.
- ✓ Evaluar el uso de capacidad dinámica del sistema de transmisión a efectos de aprovechar de forma más eficiente las líneas de transmisión con flujos altos y variables producto de producción de energía en base a fuentes eólica y solar FV.
- ✓ Instruir a las centrales ERNC para participen del SSCC de control de tensión (estudios de control de tensión estáticos y dinámicos en zonas específicas, verificar capacidad y control de las centrales ERNC, otros)
- ✓ Estudiar como la flexibilidad de la demanda y/o sistemas de almacenamiento pueden facilitar la integración segura y eficiente de centrales ERNC en el SING y en el nuevo Sistema Interconectado Nacional.

# Recomendaciones

Participación de la Demanda:

- SSCC (Control de frecuencia)
- Operación económica (modulación de demanda)

2021 Demanda

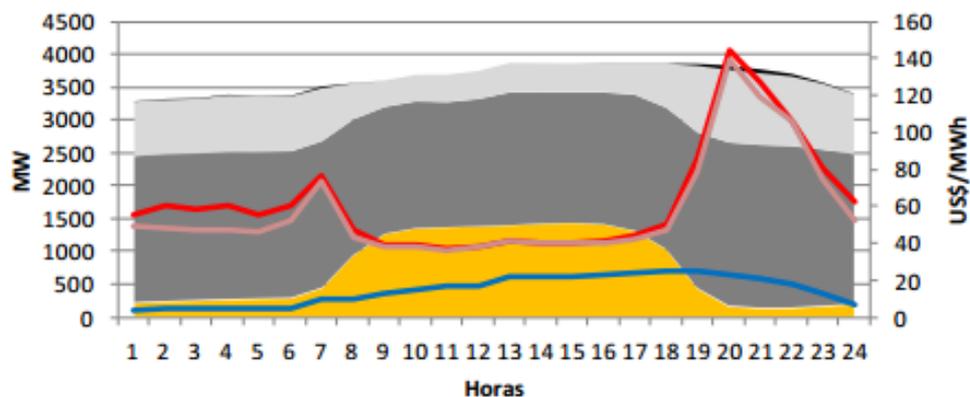


# Recomendaciones

Participación de la Demanda:

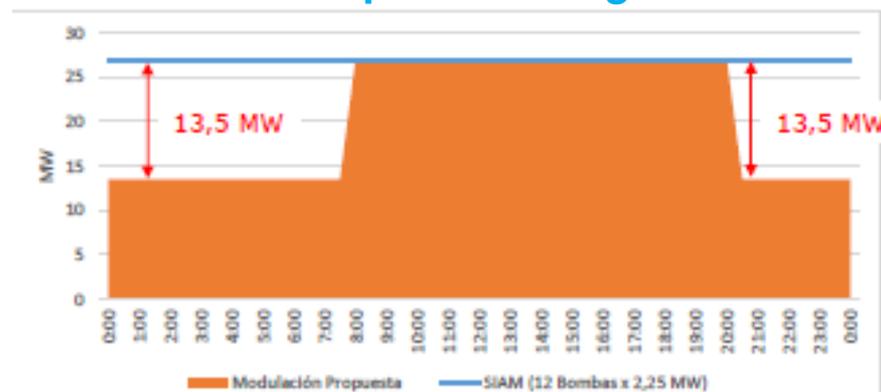
- SSCC (Control de frecuencia)
- Operación económica (modulación de demanda)

### 2021 Demanda

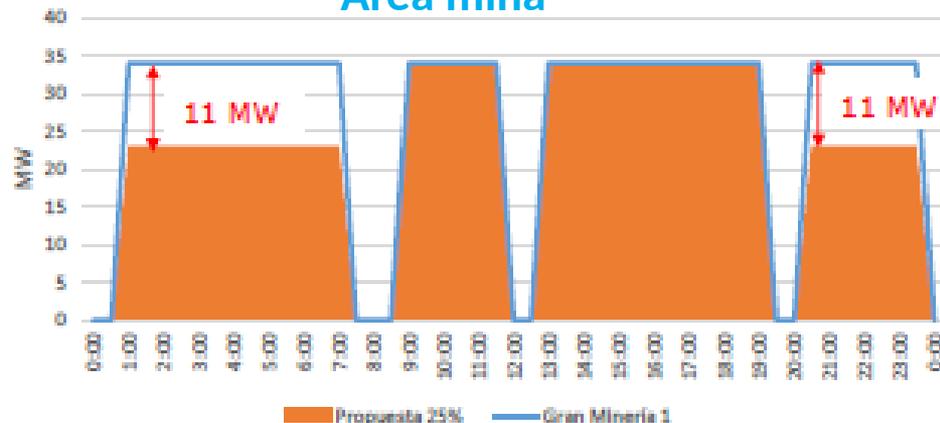


Hidro ERNC Carbón GNL  
Diesel Interconexión CMg Sin Esperanza

### Impulsión de agua



### Área mina





# Alternativas de localización de ERNC para reducir riesgos en la seguridad de suministro

Seminario Internacional CIGRE – Gestión de Riesgos en la Operación y  
Planificación



Dirección Planificación y Desarrollo  
Departamento de Investigación y Desarrollo SING  
Diciembre 2015