

***"Inserción de generación eólica en Sistema Argentino de Interconexión (SADI) "***

**Ing. Roberto D. Molina**

**Pdte. Comité Técnico de CIGRÉ Argentina  
Resp. Area Sistemas de Potencia  
Gcia Estudios Eléctricos de CAMMESA**



Buenos Aires, 8 de Noviembre de 2011

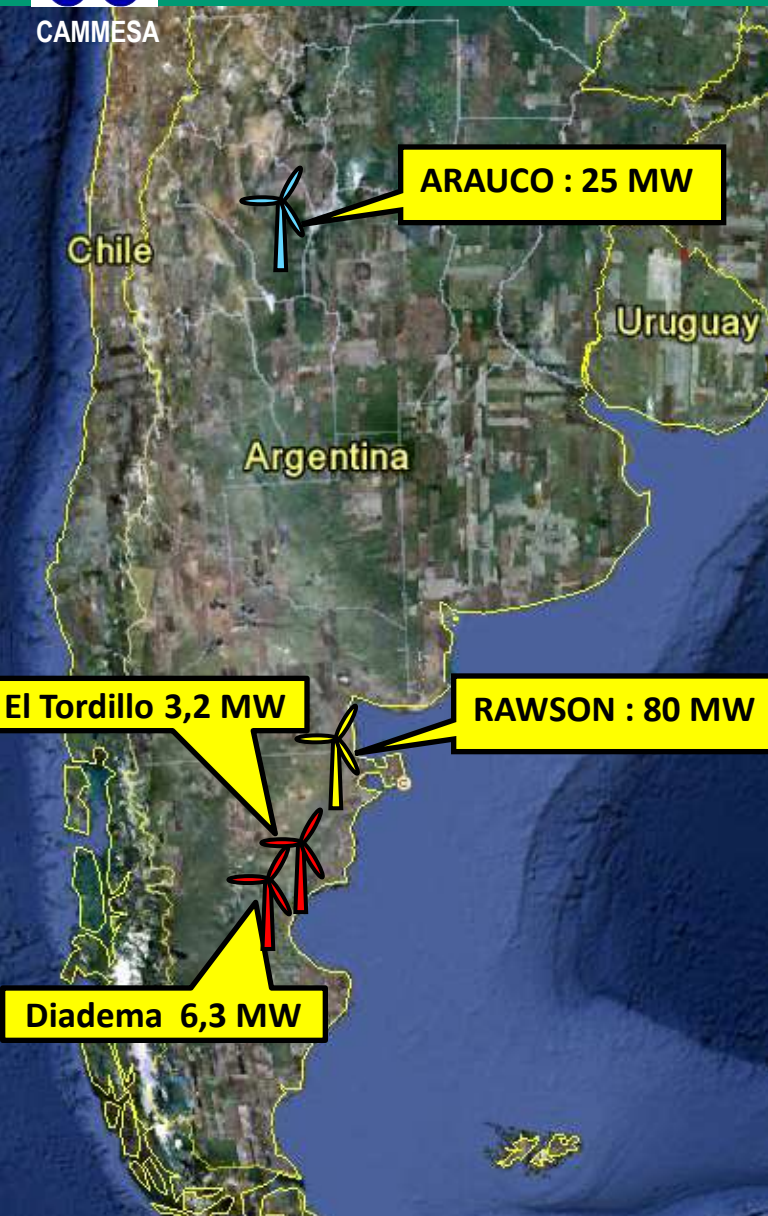
# *"Inserción de generación eólica en Sistema Argentino de Interconexión (SADI) "*

- ➡ PROYECTOS EOLICOS EN EL SADI
- ➡ DESAFIOS TECNICOS PRINCIPALES
- ➡ RESUMEN NORMATIVO
- ➡ AMPLIACION DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE EN EL SADI



# Nueva generación eólica en (SADI) - 2011

CAMMESA



En etapa de pruebas:

La Rioja (**ARAUCO I y II** – 25 MW)

Chubut (**DIADEMA**- 6,3 MW-HYCHICO)

Chubut (**EI TORDILLO**- 3,2 MW–ENARSA)

En construcción:

Chubut (**RAWSON** 80 MW)

Total año 2011 ≈ **115 MW** > 3 total (1985-2009)

Penetración eólica Pico ≈ 0.7 %

# PROYECTOS de PARQUES EOLICOS



Ubicados en las provincias  
de:

**La Rioja**

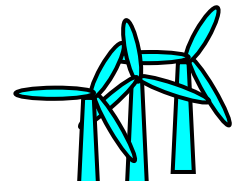
**Córdoba**

**Buenos Aires**

**Chubut**

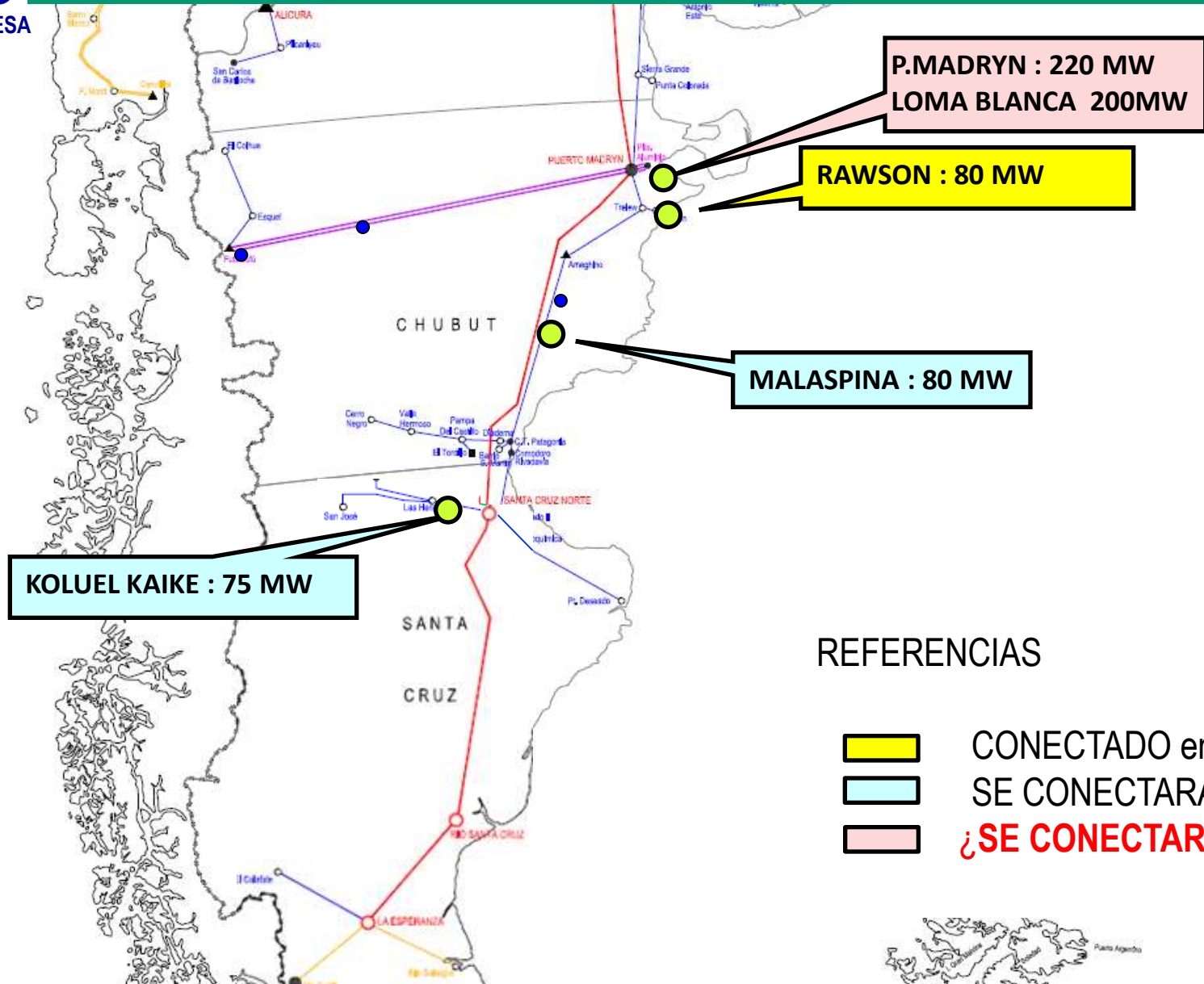
**Santa Cruz**

**Neuquén**





# GENERACION EOLICA GENREN 1 de ENARSA en el SIP 2012/13, total 655 MW





# PROYECTOS EOLICOS PROVINCIA de BUENOS AIRES , total ≈ 600 MW

CAMMESA

TOTAL GENREN I: 100 MW

TOTAL GENREN II: 478 MW

AIRES

LAS ARMAS: 50 MW

HENDE

Tres Lomas

HÍN

OLAVARRÍA

Tandil

Cnl. Suárez

PUNTA NEGRA I y II: 80 MW

TORNQUIST: 50 MW

Pigüé

3 PICOS I : 50 MW  
3 PICOS II : 50 MW

Tornquist

3 PICOS III : 50 MW  
3 PICOS IV : 50 MW

BAHÍA BLANCA

Pringles  
Indio Rico

C.DORREGO: 50 MW

Gonzales Chaves

V.SECANO: 50 MW

Piedra Buena

Punta Alta

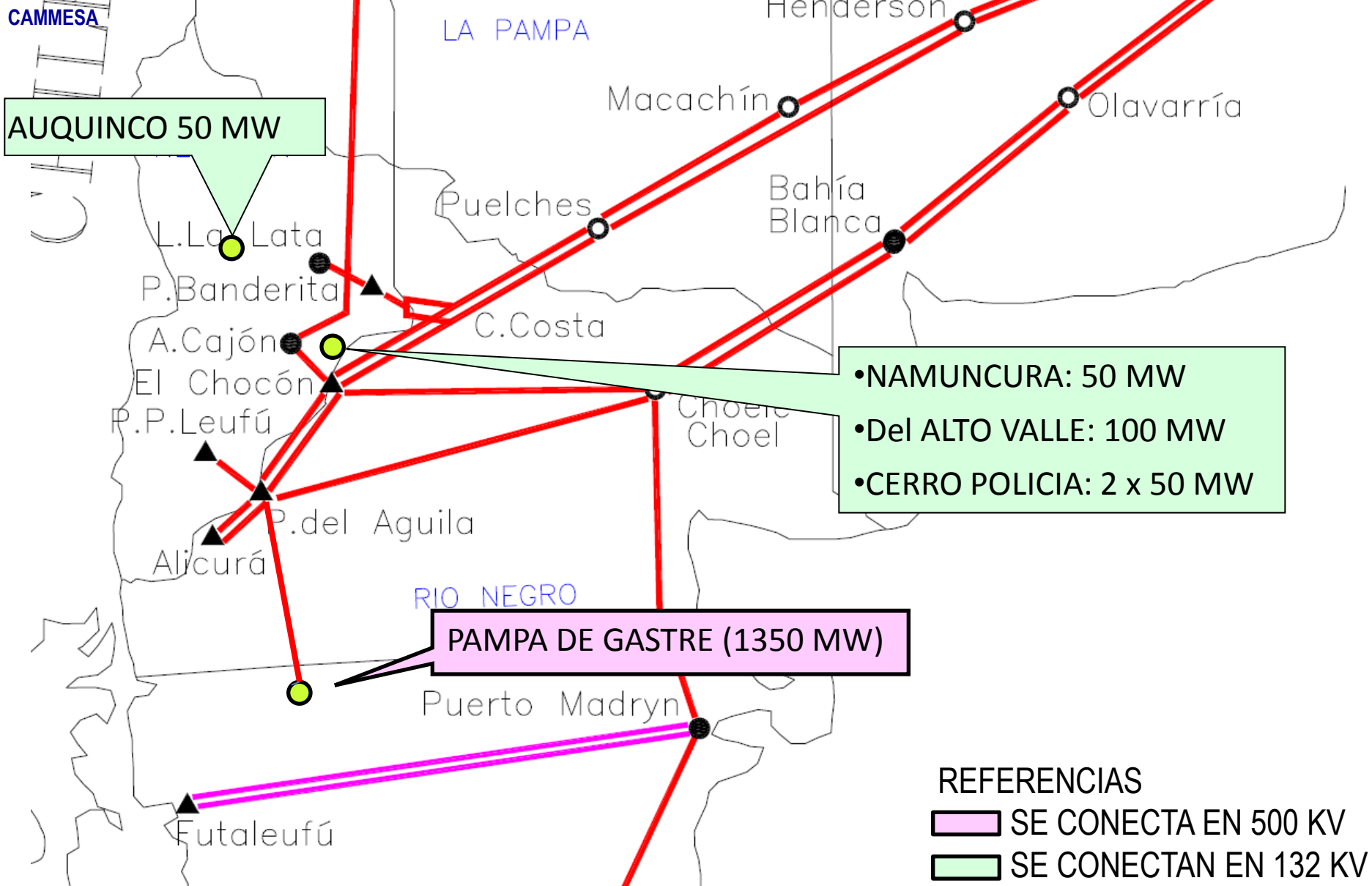
Cnl. Dorrego

PUNTA ALTA I y II: 100 MW

Necochea

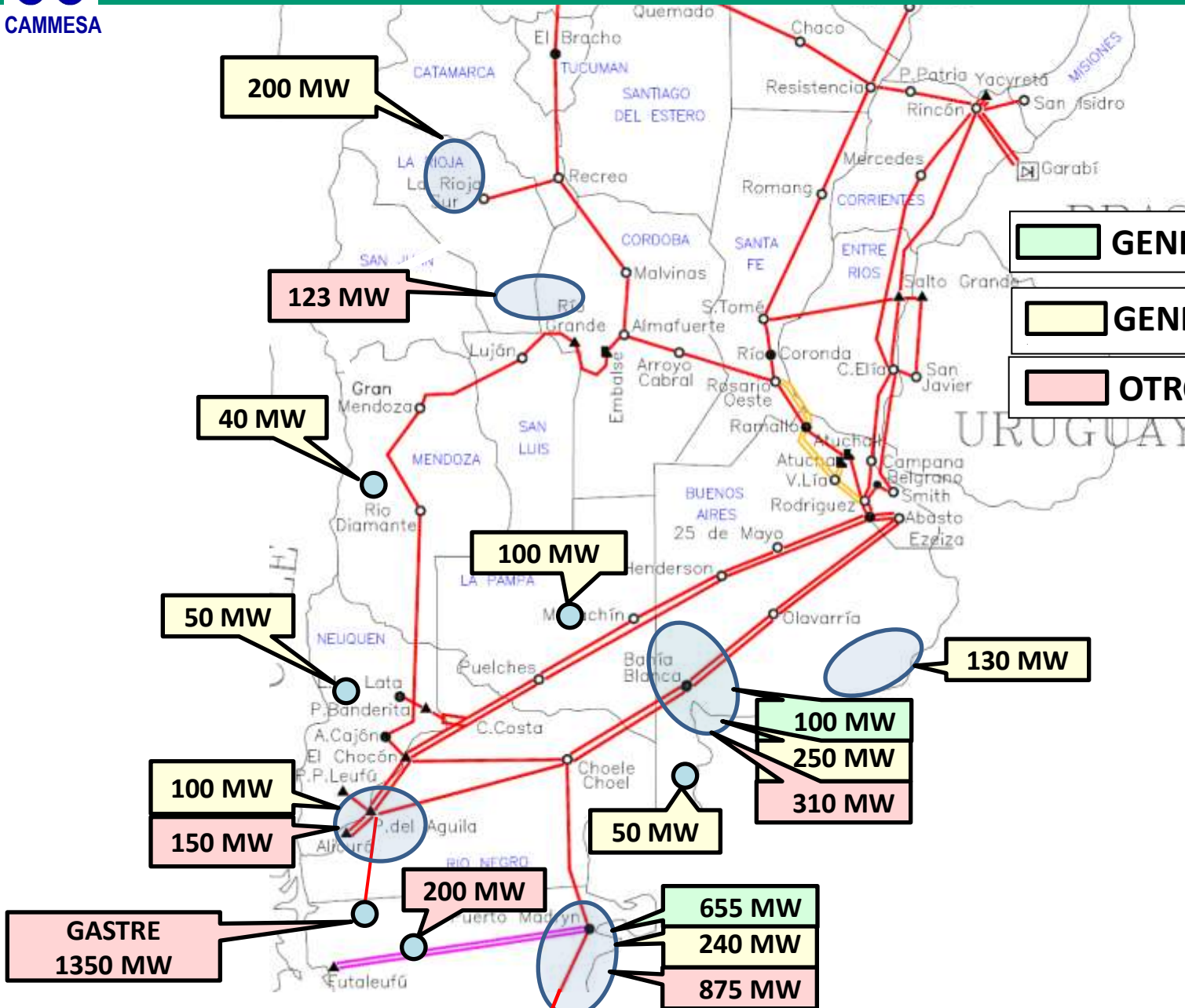


# PROYECTOS EOLICOS en EL COMAHUE , total ≈ 1650 MW



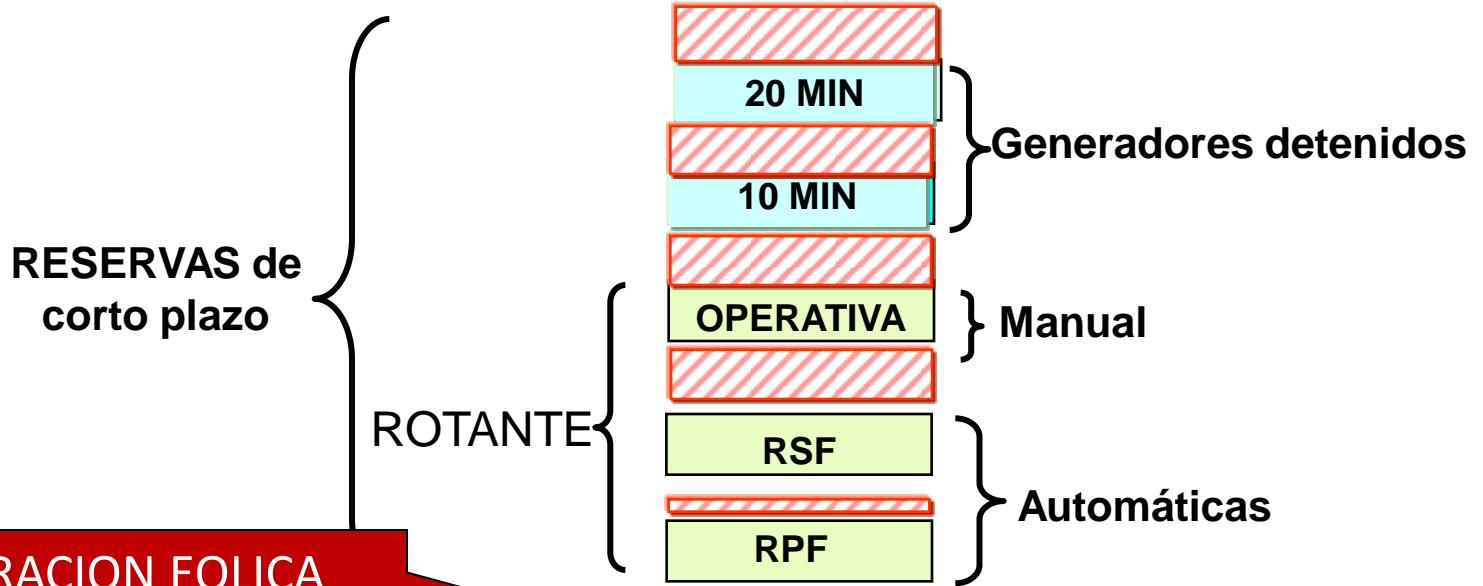


# PROYECTOS EOLICOS de ENARSA y OTROS en el SADI, total $\approx 5000$ MW

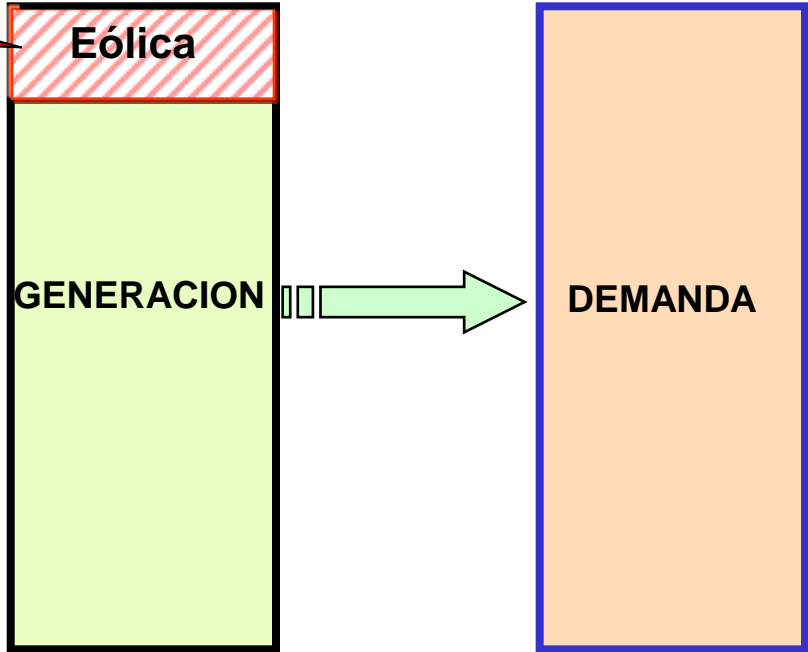


- ✓ **Concentración geográfica**
- ✓ **Produccion Variable**
- ✓ **Dificultad de pronóstico**
- ✓ **Balance Generación – Consumo**
- ✓ **Tolerancia a grandes perturbaciones**
- ✓ **Regulación de Tensión y de Frecuencia**
- ✓ **Debilidad /Congestión del SADI**
- ✓ **Impacto en la calidad del servicio**

# DESAFIO TECNICO: REGULACION DE FRECUENCIA



SI LA GENERACION EOLICA AUMENTA → SE REQUIERE MAS RESERVAS DE POTENCIA



**GENERACION EOLICA:**

- ✓ Aumenta la variabilidad neta de la carga (minutos, horas, días)
- ✓ Aumenta la incertidumbre de:
  - ✓ la carga neta (hora, diaria, semanal)
  - ✓ la producción energética

## Resolución N° 712/2009 de la Secretaría de Energía **ANEXO 40 DE "LOS PROCEDIMIENTOS"**

"

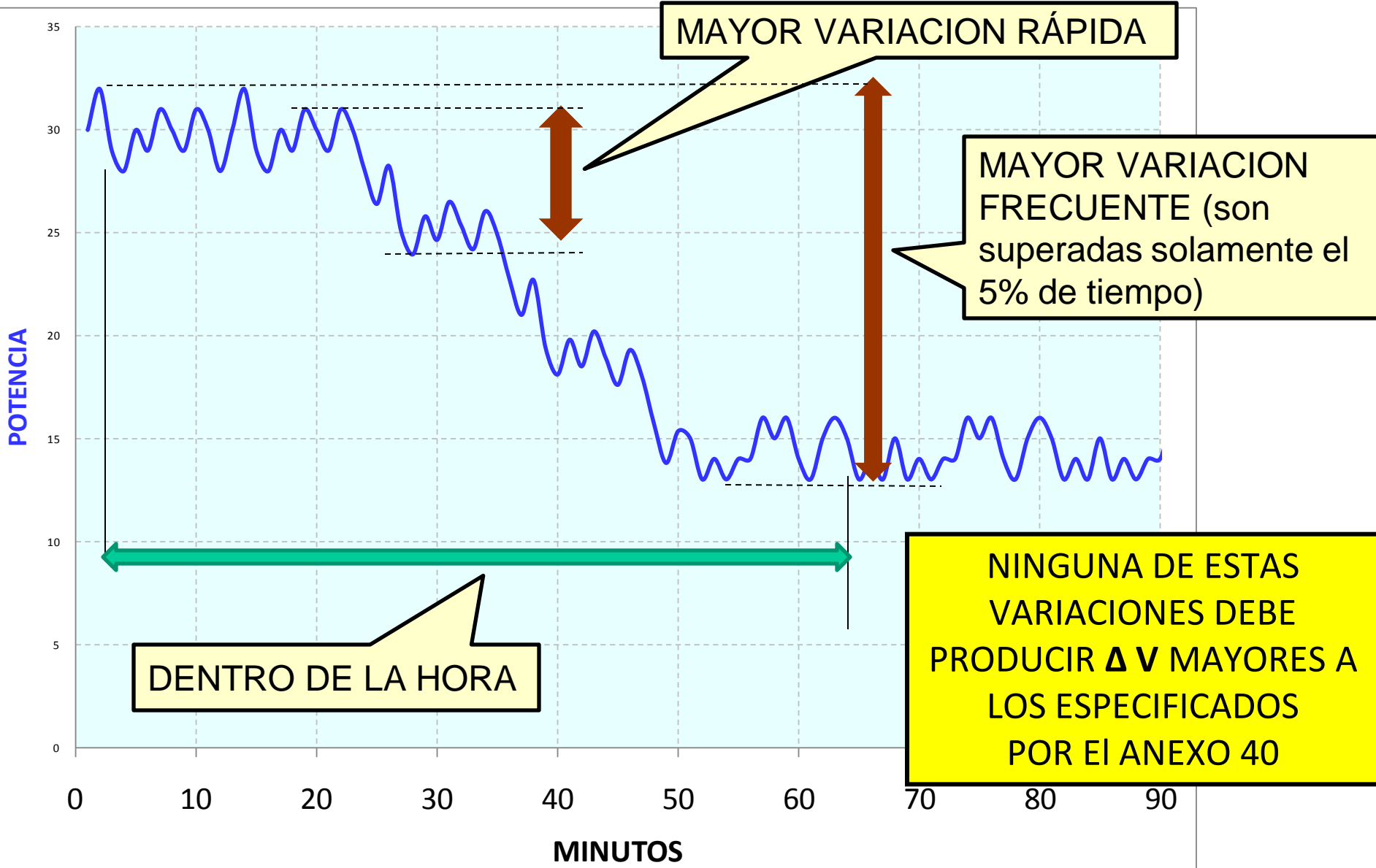




- ✓ Nuevo ANEXO 40 de la SE
- ✓ Procedimiento Técnico N°4 de CAMMESA

**ESTABLECEN REQUISITOS TECNICOS DEL PARQUE EOLICO PARA LIMITAR / MINIMIZAR:**

- ✓ EL IMPACTO EN LA TENSION DEBIDO A LAS VARIACIONES ALEATORIAS DE POTENCIA EOLICA
- ✓ LA OPERACIÓN DE EQUIPOS DE LA RED
- ✓ EL AUMENTO DE LAS RESERVAS DE POTENCIA



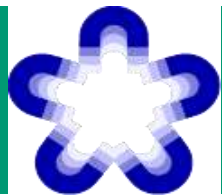
## ***ANEXO 40: LIMITACION al IMPACTO adverso de la Generación Eólica en la tensión***

Las variaciones de potencia eléctrica eólica “RAPIDAS” y también las mayores variaciones de potencia horarias “FRECUENTES”, **para la condición operativa más desfavorable de la red** no deben producir desvíos de tensión  $\Delta V$  mayores que:

✓  $\pm 1\%$  EHV (  $132 \text{ kV} < V \leq 500 \text{ kV}$  )

✓  $\pm 2\%$  HV (  $35 \text{ kV} < V \leq 132 \text{ kV}$  )

✓  $\pm 3\%$  MV (  $V < 35 \text{ kV}$  )



## ***ANEXO 40: Fluctuación velocidad del viento vs Variación de Tensión***

**$\Delta$ VELOC viento rápidas  $\approx$  20% (dentro de 10 minutos)**



**→ LA VARIACIÓN DE TENSIÓN DEBE SER LIMITADA POR LOS PROPIOS CONTROLES DE LOS AEROGENERADORES Y POR EL DISEÑO DEL PARQUE (CANTIDAD DE MOLINOS Y LAYOUT)**

**VELOC viento frecuentes  $\approx$  40 - 50% (dentro de 1 hora)**



**→ MÁXIMAS VARIACIONES REGISTRADAS DENTRO DE LA HORA Y QUE SOLO SE SUPERAN EL 5% DE LAS HORAS DEL AÑO →  $\Delta V_{max}$  PUEDE LIMITAR LA MÁXIMA POTENCIA EOLICA A CONECTAR EN UN NODO DEL SADI Y/O DEFINIR CONTRAMEDIDAS ESPECIALES EN UNA ZONA.**

**ESTAS VARIACIONES DEBEN DETERMINARSE CON MEDICIONES PREVIAS EN EL LUGAR DE EMPLAZAMIENTO DURANTE 1 AÑO COMO MÍNIMO**



# ANEXO 40 : Resumen Requisitos Técnicos

CAMPESA REQUERIMIENTO	TIPO A	TIPO B	OBSERV.
<b><math>\Delta V_{\text{máx}}</math></b> por <b><math>\Delta P</math> rápidas</b> (máximos $\Delta P$ dentro de los 10 min)	Contramedidas para lograr <b>&lt; 1% EN MAT</b> <b>&lt; 2% EN AT</b> <b>&lt; 3° EN MT</b>	NO REQUIERE contramedidas	Define tecnología de aerogeneradores, controles y layout del Parque Eólico



# ANEXO 40 : Resumen Requisitos Técnicos

MMESA

REQUERIMIENTO	TIPO A	TIPO B	OBSERV.
<b>CONTRAMEDIDAS ANTE VIENTOS EXTREMOS</b>	SI	NO	Solo para Parques TIPO A de gran potencia



# ANEXO 40 : Resumen Requisitos Técnicos

REQUERIMIENTO	TIPO A	TIPO B	OBSERVACIONES
CONTROL ADICIONAL DE V (SVC)	CONDICIONAL	NO	Depende de condiciones de estabilidad en la transmisión
$\Delta V$ POR MANIOBRA DE CAPACITORES SHUNT	< 2% EN MAT < 3% EN AT < 4° EN MT		Define la potencia máxima operable de cada rama del banco de capacitores shunt
CENTRO DE CONTROL	SI	CONDICIONAL	Puede ser remoto
MEDICION VIENTOS "ON LINE"	SI	SI	
CALIDAD DEL PRODUCTO	SI	SI	Deben cumplir con la NORMA IEC 61400-21

## CONTROL de la APTITUD TECNICA DEL PARQUE EOLICO

- ▶ Factor de potencia (capabilidad PQ) y control de tensión
- ▶ Tolerancia ante huecos de tensión
- ▶ Aptitud para soportar variaciones de frecuencia
- ▶ Limitar la emisión de flicker y armónicos.
- ▶ Aptitud para realizar maniobras operativas



# GENERACION a INGRESAR en el SIP 2012/13 (con CT RIO TURBIO)

**EN SITUACIONES DE ALTA Y MEDIA GENERACIÓN EÓLICA SE SUPERARÍA LA CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN.**

**LIMITE ≈ 650 MW**

**PE. PTO. MADRYN: 220 MW**

**PE. LOMA BLANCA: 200 MW**

**PE KOLUEL KAIKE: 75 MW**

**LIMITE ≈ 400 MW**

**PE. RAWSON: 80 MW**

**TV PERALES: 45 MW**

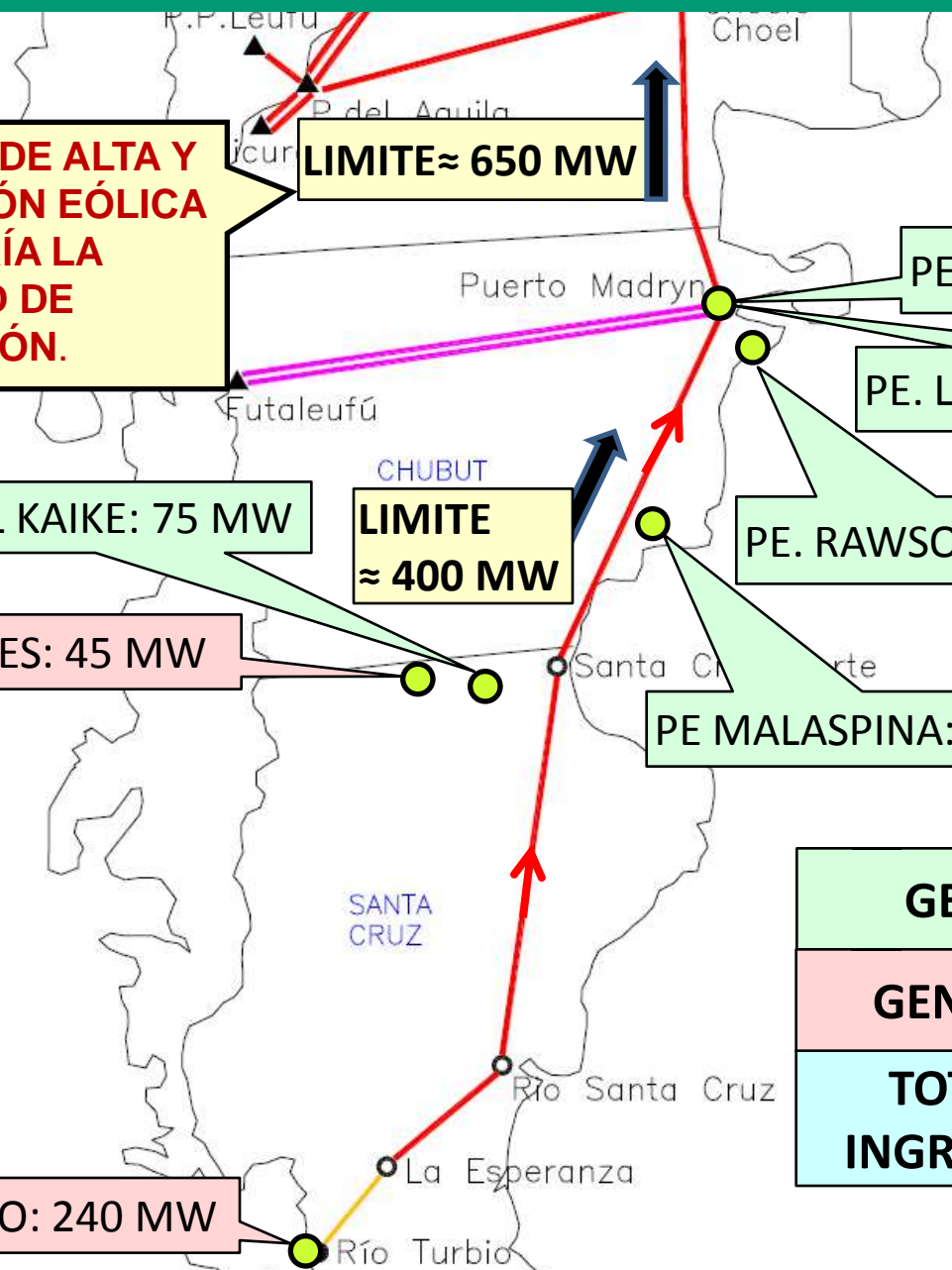
**PE MALASPINA: 80 MW**

**GENREN I 655 MW**

**GEN. TERM. 285 MW**

**TOTAL GENERACION INGRESANTE ≈ 900 MW**

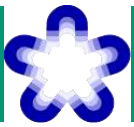
**CT RIO TURBIO: 240 MW**





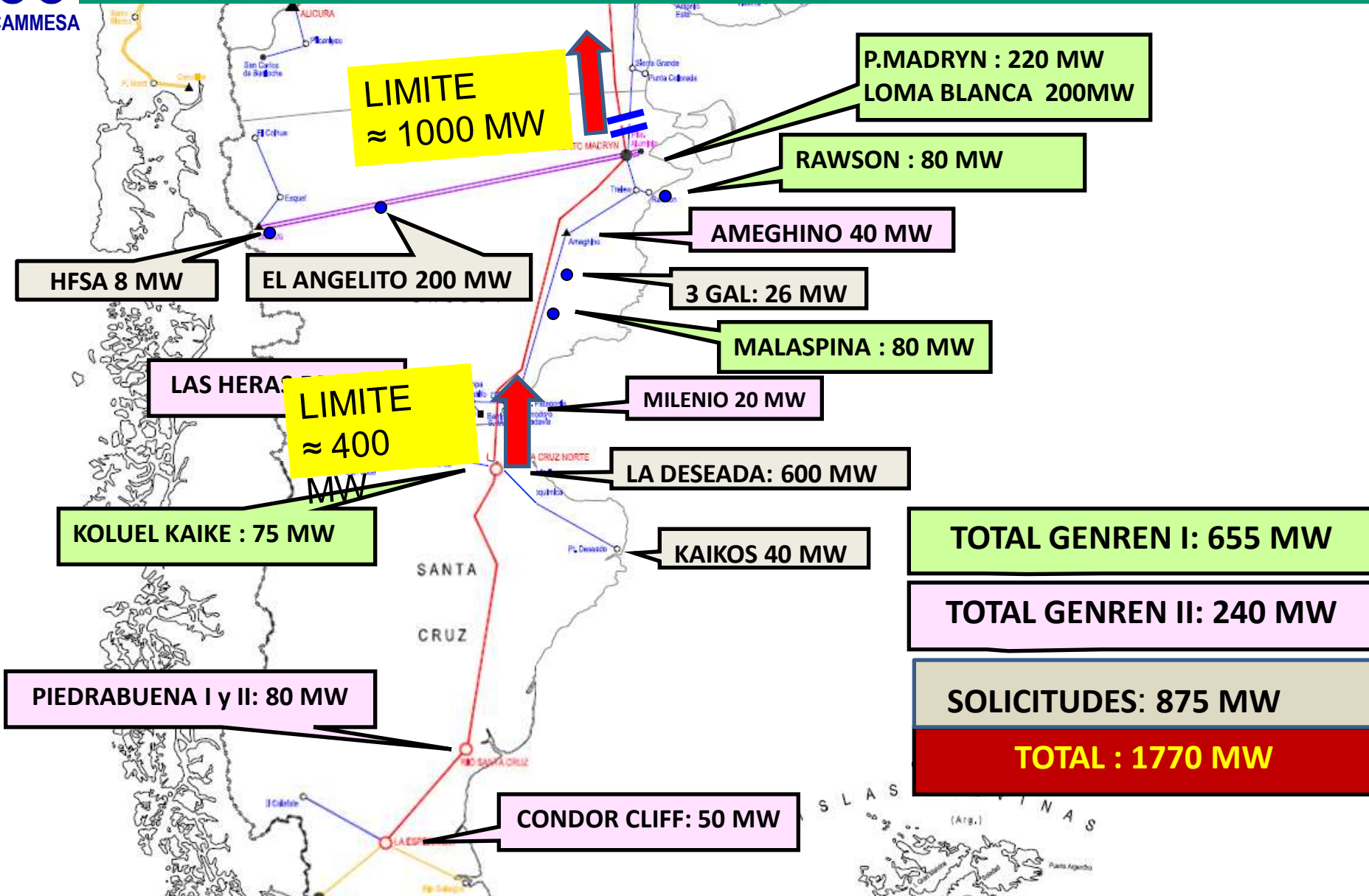
# AUMENTO CAPACIDAD TRANSPORTE MADRYN → CHOELE CHOEL





CAMMESA

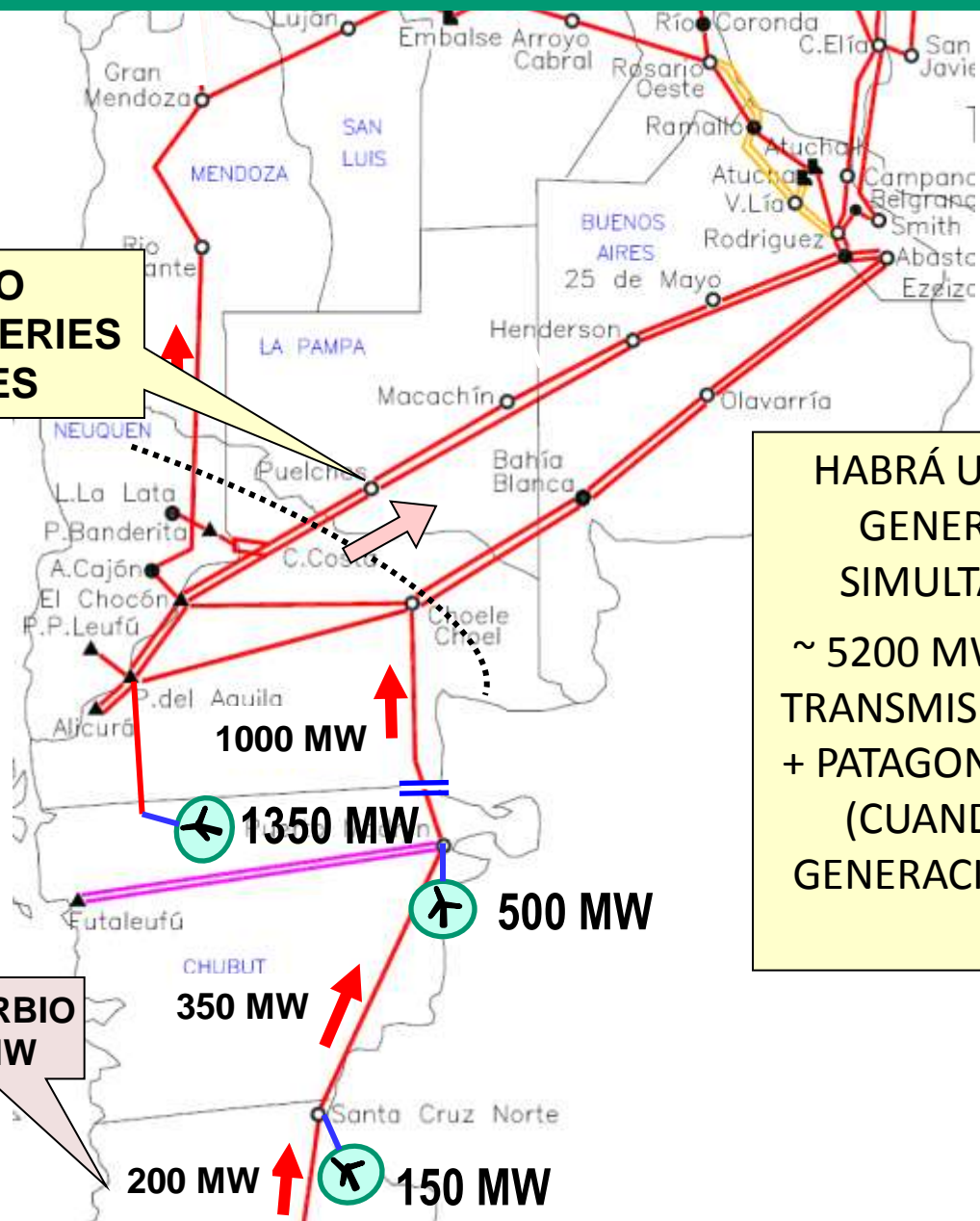
# PROYECTOS EOLICOS en el S.I.PATAGONICO , total ≈ 1800 MW



# COMAHUE + PATAGONIA : Posible restricción conjunta

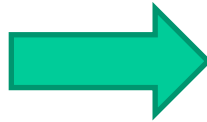
**EL LÍMITE LO IMPONEN CAP. SERIES DE PUELCHES**

**HABRÁ UNA LIMITACIÓN A LA GENERACIÓN CONJUNTA SIMULTÁNEA DE COM+PAT.**  
 ~ 5200 MW POTENCIA MAXIMA TRANSMISIBLE DESDE COMAHUE + PATAGONIA EN HORAS DE PICO (CUANDO SE EMPUNTE LA GENERACION HIDRO DE CUYO + R.GRANDE)



**RIO TURBIO  
240 MW**

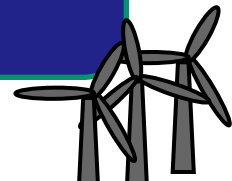
Integración  
de Energía  
Eólica a  
gran escala.



Recorte de la energía eólica en  
exceso. ...?

Refuerzo del Sistema de  
Transporte....?

Almacenamiento de la energía eólica  
disponible no utilizable...?





CAMMESA

# Despacho conjunto HIDRO-EOLICO – Aumento capacidad SADI



Gen.  
Eólica



Gen.  
Hidro



Tratamiento como central  
de “pasada”.



Ampliación  
límites



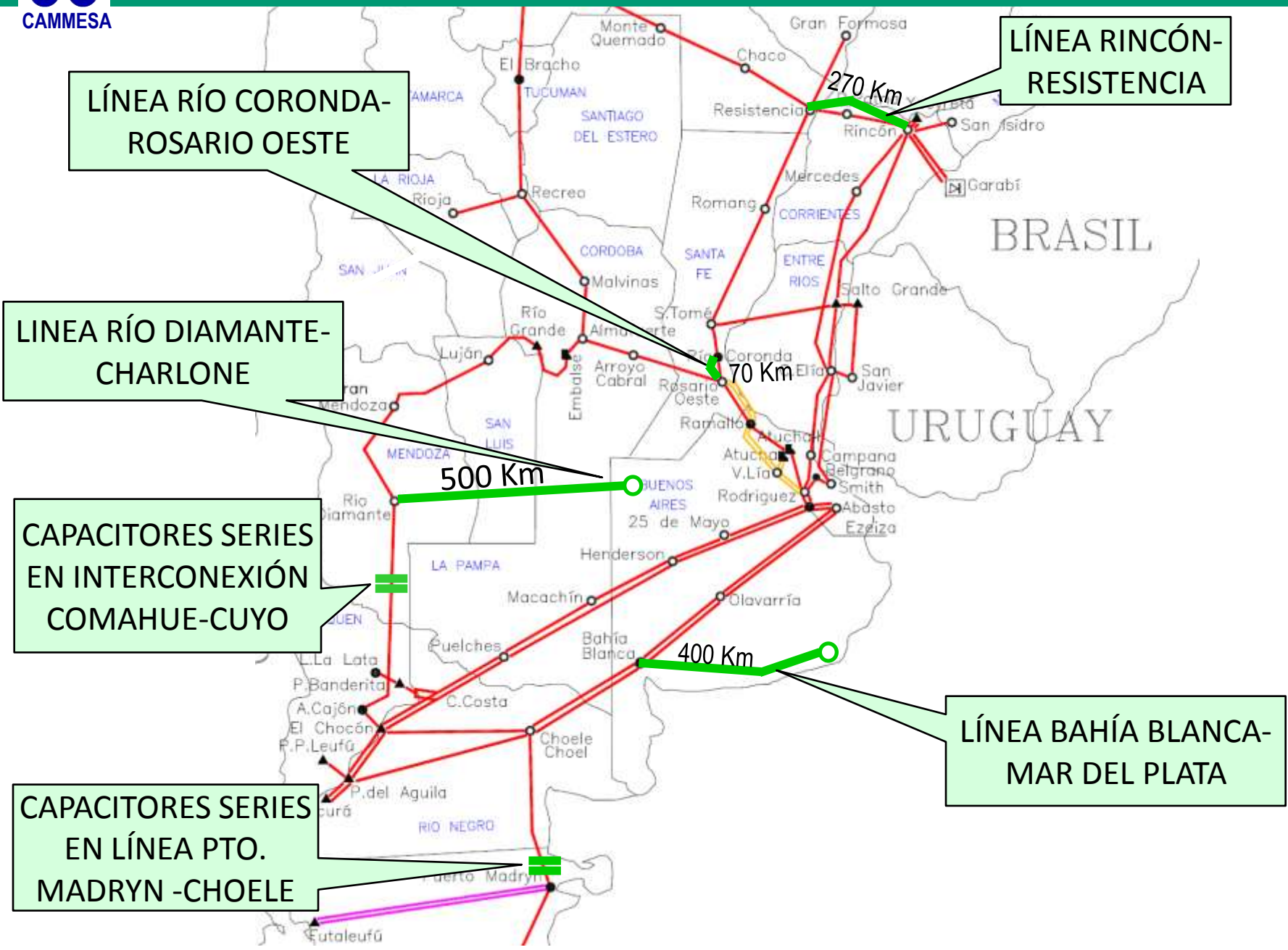
Demanda

Posibilidad de acumular energía  
como “reserva estratégica”. Se evita  
vertido



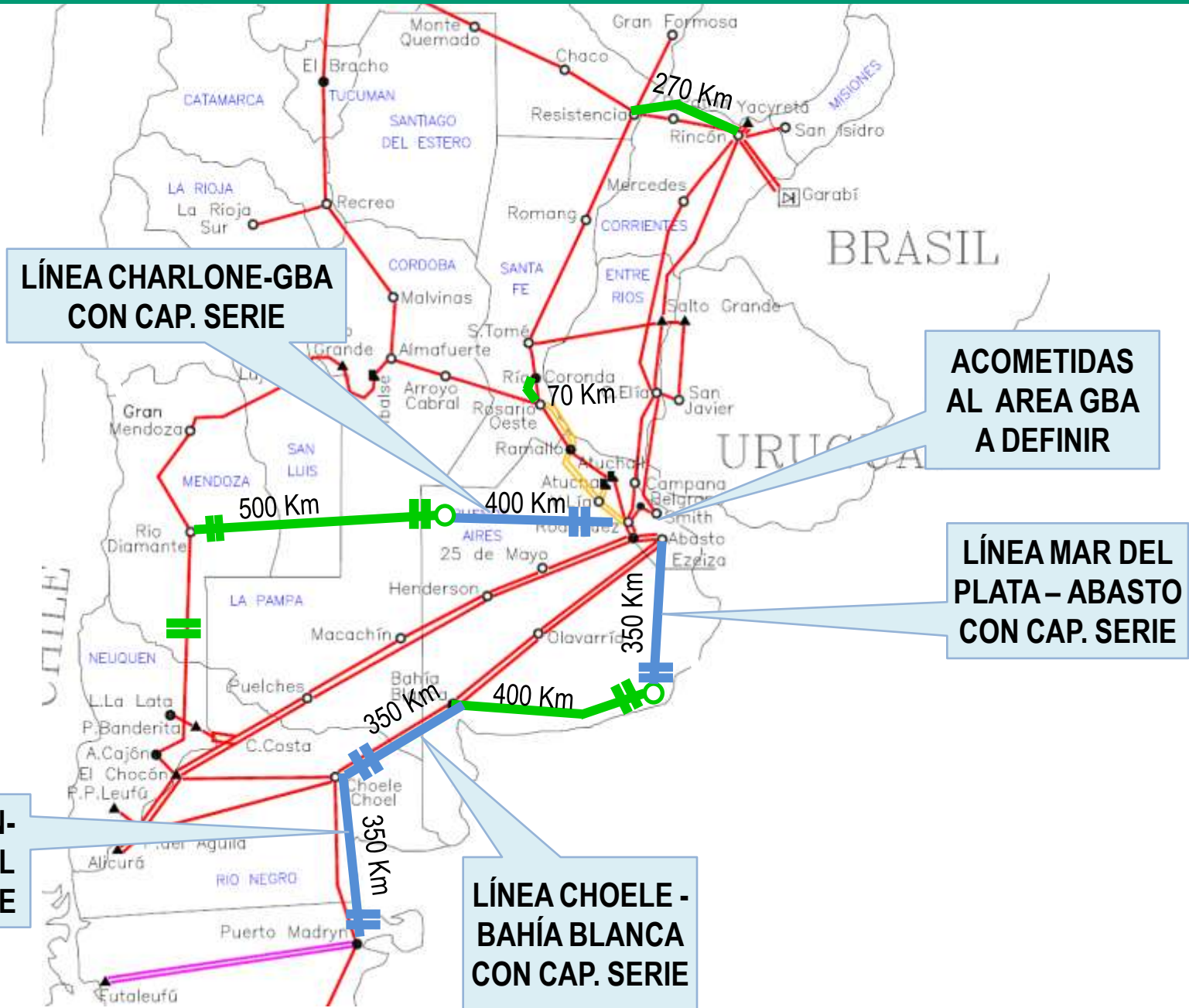
CAMMESA

# 1° ETAPA AMPLIACIONES RED DE 500 KV (RES 700/11)





# 2da ETAPA AMPLIACIONES RED DE 500 KV (RES 700/11)



- ➡ El Balance CONSUMO-GENERACION deberá asegurarse todo el tiempo.
- ➡ El aumento de la energía eólica requerirá cambios en la OPERACION, PROTECCION y CONTROL del SADI
- ➡ Los EFECTOS ADVERSOS de esta generación variable sobre la red podrán ser minimizados.
- ➡ La Normativa conduce a adoptar las SOLUCIONES TECNICAS MAS EFICIENTES para permitir la máxima integración posible de energía eólica al SADI

## **PARTICIPACION EOLICA EN EL DESPACHO DE GENERACION:**

La máxima participación eólica en el SADI dependerá de:

- ▶ Previsibilidad de corto y mediano plazo del recurso eólico
- ▶ Correlación eólica de las diferentes Zonas del SADI
- ▶ Cadena de reservas de potencia del SADI
- ▶ Del margen de incertidumbre tolerado para el DESPACHO

## **IMPACTO DE LA VARIABILIDAD EOLICA:**

- ➡ Aumento de variaciones de los flujos de potencia
- ➡ Aumento de las reservas “rápidas regulantes”
- ➡ Aumento significativo de las reservas lentas para RSF
- ➡ Aumento de la incertidumbre en el despacho de unidades en RESERVA FRIA

## **PRONOSTICO DE VIENTOS y PRODUCCION DE PE:**

- ➡ Mediante un preciso PRONOSTICO del VIENTO podrá obtenerse una significativa reducción de las RESERVAS y de los COSTOS de PRODUCCION.

## LA INTEGRACION DE ELEVADOS MONTOS DE ENERGIA EOLICA EN EL SADI EN LOS PROXIMOS AÑOS SERA FACTIBLE:

- ▶ Respetando los requisitos técnicos de conexión de los parques eolicos,
- ▶ Adecuado diseño de la granja, controles, dispersión geográfica,
- ▶ Con sistemas de supervisión y control en tiempo real,
- ▶ Desarrollo de modelos de previsión de vientos,
- ▶ Manejo en tiempo real de las reservas de potencia,
- ▶ AGC con unidades hidráulicas.

***Muchas Gracias***

**Roberto D. Molina Mylius**

**robertomolina@cammesa.com.ar**



**CAMMESA**