

“

Cuando las generaciones futuras juzguen a los ingenieros de esta época, tal vez lleguen a la conclusión de que no supimos evaluar adecuadamente la situación. Evitemos pasar a la historia como las generaciones de ingenieros que, a pesar de estar al tanto de lo que ocurría, no se mostraron interesadas.

”



#Departamento Técnico

CAI

BREVES NOCIONES SOBRE LA PROGRAMACIÓN Y EL DESPACHO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

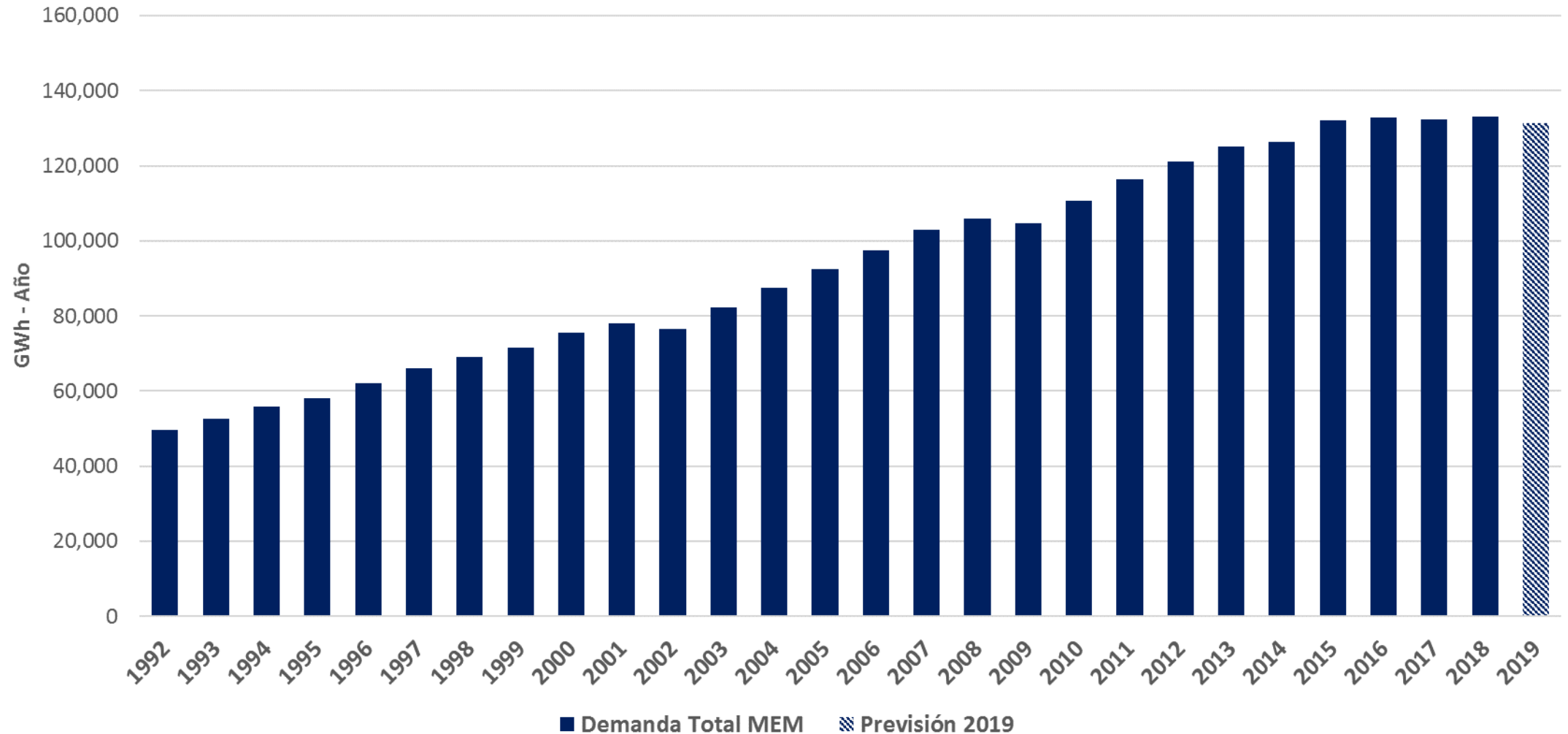
JUEVES 3/10
DE 9 A 12HS

“Sin las sombras ignoraríamos el valor de la luz”
José Ingenieros

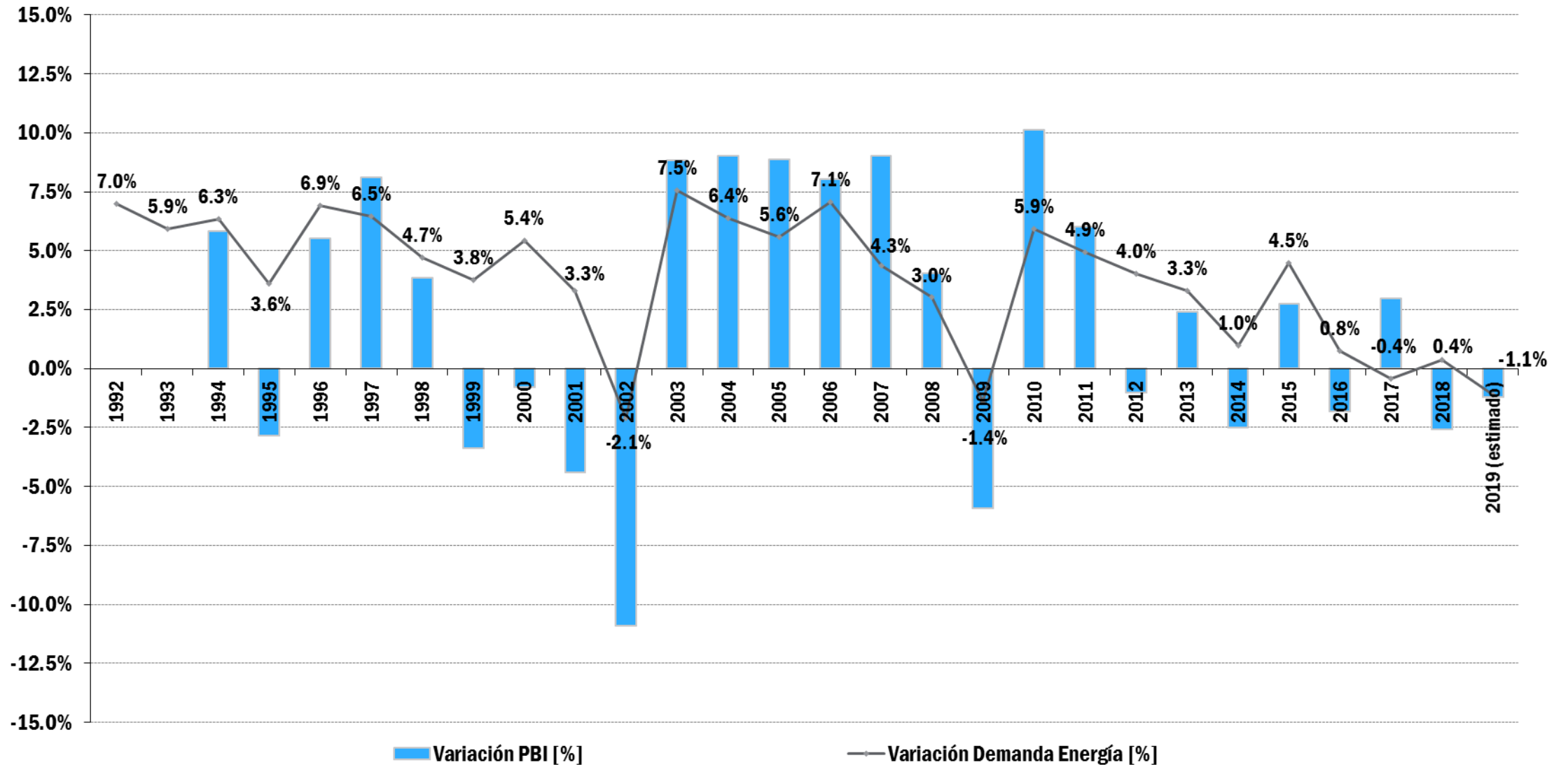
“En las tinieblas la imaginación trabaja más activamente que en plena luz”
Immanuel Kant

Características de la Demanda de Energía Eléctrica en Argentina

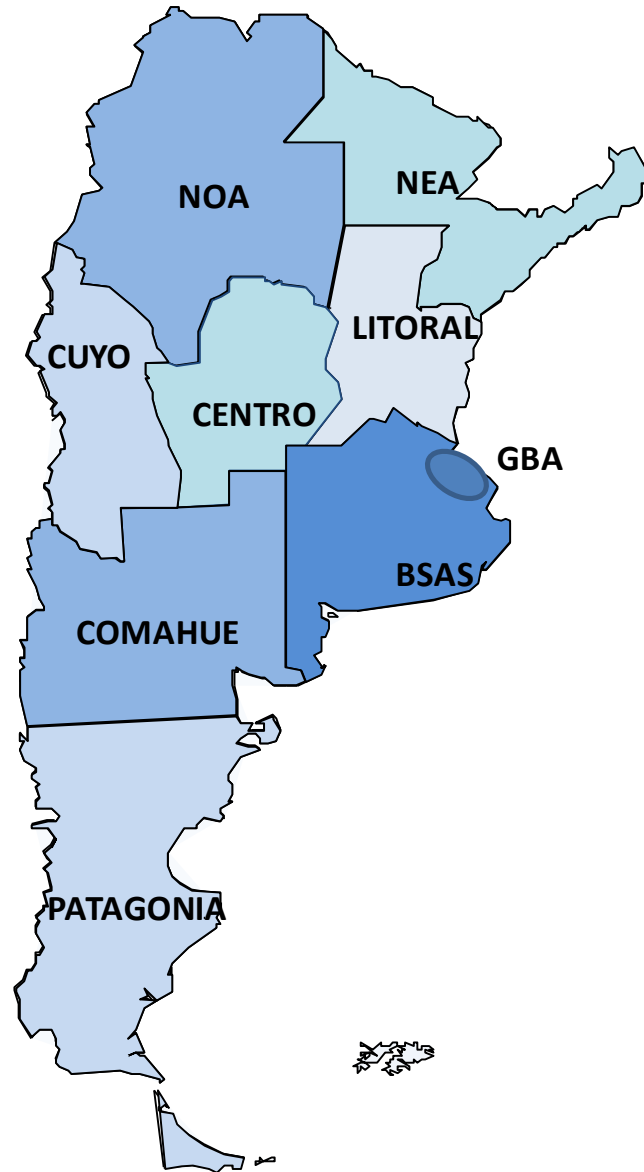
DEMANDA TOTAL PAÍS



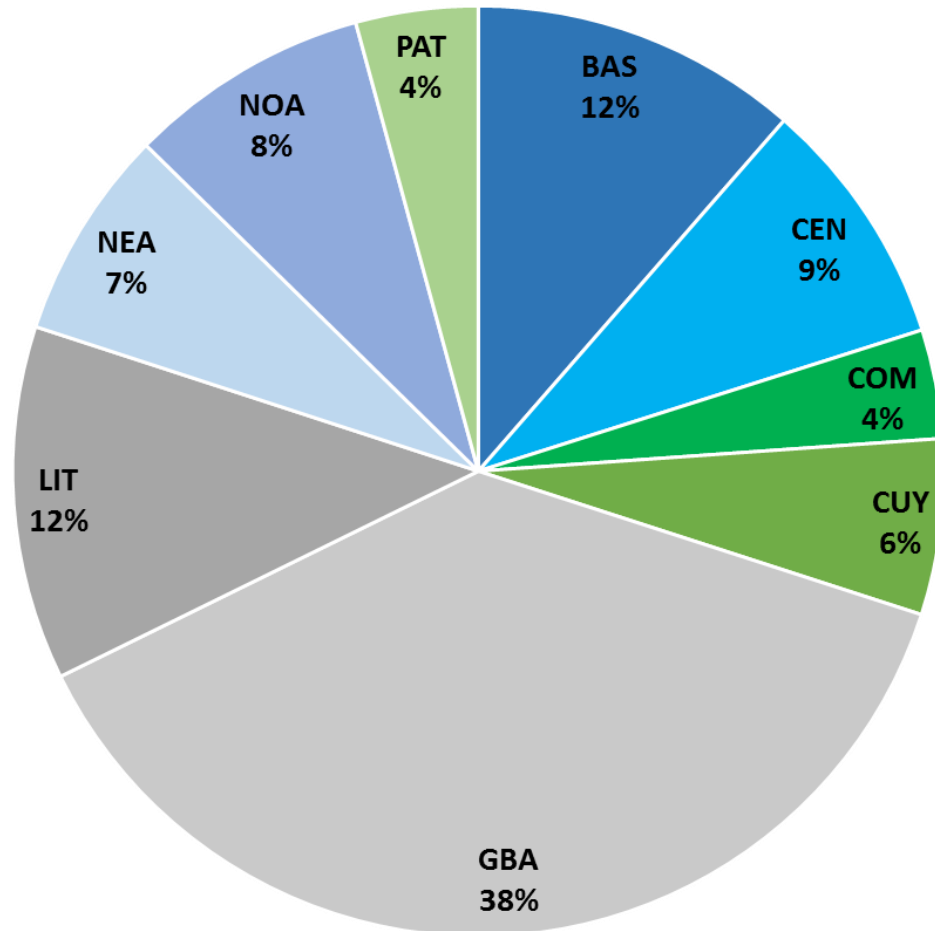
Evolución PBI vs Variación de la demanda



Distribución de la demanda en el 2018



PARTICIPACIÓN DEMANDA 2018

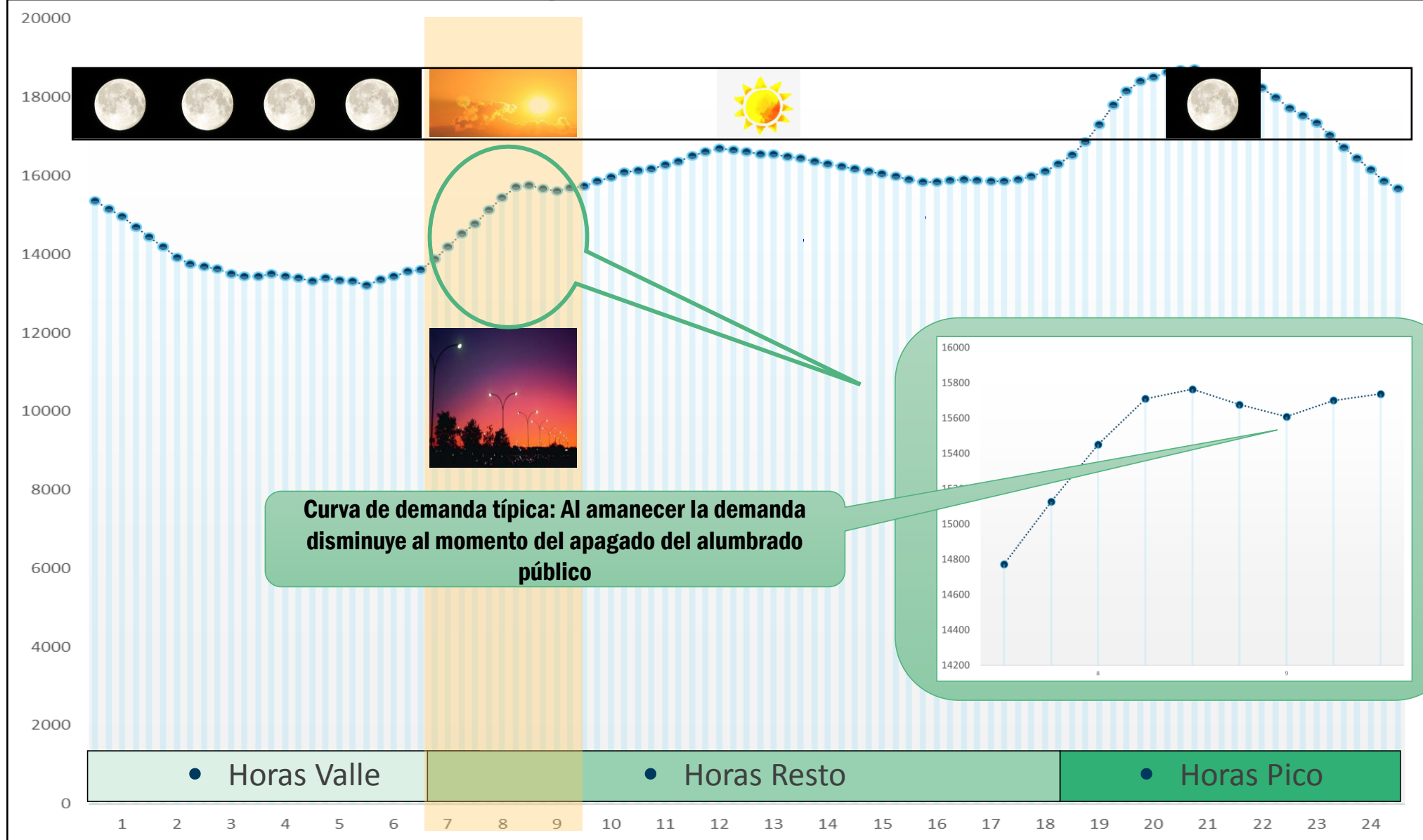


Curvas de Carga

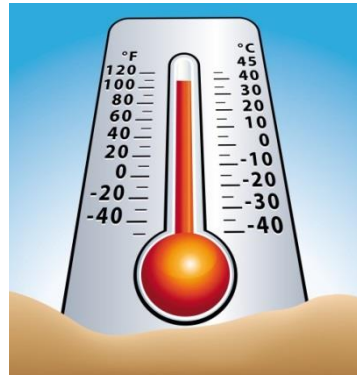
- La demanda de Energía es cíclica y presenta puntas**
- La Energía Eléctrica no puede almacenarse**

Curva de Demanda

Comportamiento durante la mañana



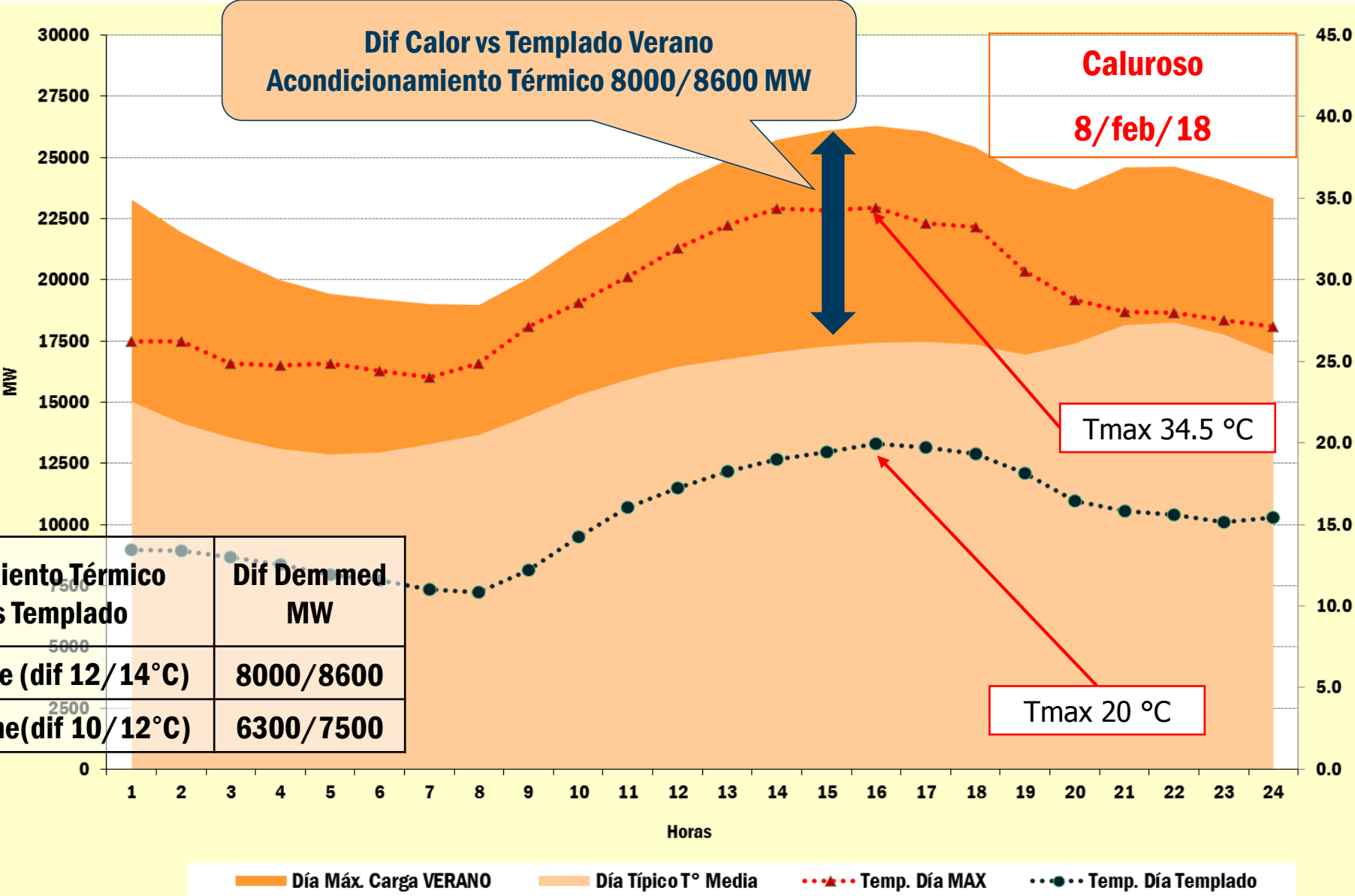
Estimación influencia acondicionamiento térmico Verano





"I don't know which one of you keeps turning up the air conditioning, but you'd better stop!"

DEMANDA – INFLUENCIA ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO 2017/2018



Estimación influencia acondicionamiento térmico Invierno

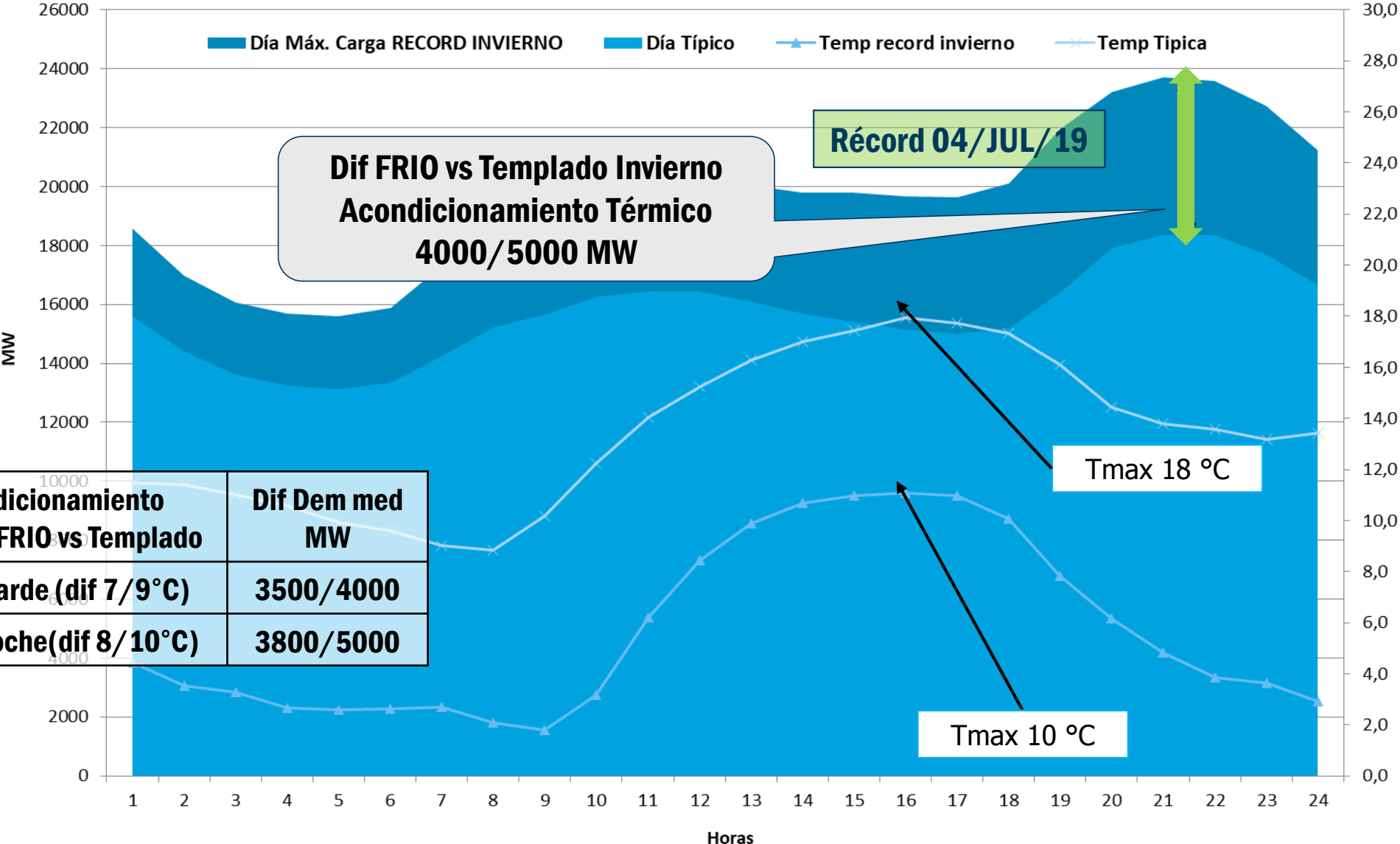




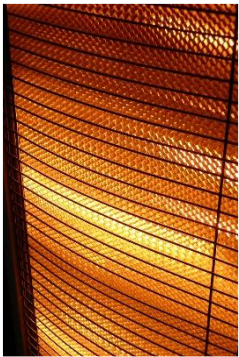
**"Didn't ya hear? To save energy we have
to keep the thermostat at 1,100 degrees
instead of 1,200 degrees!"**

DEMANDA – INFLUENCIA ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO 2017/2018

Curva Típica 2018/2019



Acondicionamiento Térmico FRIO vs Templado	Dif Dem med MW
Horas tarde (dif 7/9°C)	3500/4000
Horas noche(dif 8/10°C)	3800/5000





PRECAUCIONES OPERATIVAS Y OPERACIÓN PARA EL MUNDIAL 2018 EN RUSIA

PARTIDOS RELEVANTES DEL MUNDIAL 2018:

Los primeros partidos de la Selección Argentina están programados para:

Partido inaugural
12:00 Rusia - Arabia Saudita

Junio

6

Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30



10:00 Argentina - Islandia



15:00 Argentina - Croacia



15:00 Argentina - Nigeria

PRECAUCIONES OPERATIVAS APLICADAS EL 30/06/2018

Para afrontar las variaciones de demanda desde una hora antes del inicio del partido y hasta una hora posterior, se operó en condición de alerta:

- ⚽ se operó con todas las líneas del STAT en servicio.**
- ⚽ se controló el perfil de tensiones del STAT y las reservas de potencia reactiva en coordinación con TRANSENER y los Centros de Control de Áreas.**
- ⚽ se respetaron los límites de intercambio por seguridad entre las regiones.**
- ⚽ se operó con 2 unidades de CH Río Grande como bomba por seguridad desde las 11:00 hs. Se mantuvieron E/S hasta después de finalizado el partido.**
- ⚽ antes del comienzo del partido se asignó la Reserva Rotante Operativa en Comahue: 5 grupos en Chocón, 2 en Planicie Banderita, 2 en Piedra del Águila y 1 en Alicurá, y CH Yacyretá, mientras que Salto Grande llevó la Regulación Secundaria de Frecuencia con 8 grupos E/S (tenía además parte de RRO) y 6 grupos en reserva parada.**

PRECAUCIONES OPERATIVAS APLICADAS EL 30/06/2018

- ⚽ Desde las 10:30 hs y durante todo el desarrollo del partido se aumentó el margen para Regulación Primaria de Frecuencia, asignándole 10% de regulación al parque hidráulico y un 5% al térmico.
- ⚽ 5 minutos antes del comienzo del entretiempo se subió preventivamente la consigna a 50,20 Hz, normalizándola al comienzo del 2do tiempo.
- ⚽ 10 minutos antes del final del partido se subió la consigna a 50,25 Hz, normalizándose a 50 Hz a las 13:30 hs.

No se registraron inconvenientes en el abastecimiento de la demanda en ninguna de las Áreas, como tampoco problemas de control de tensión.

OPERACIÓN DURANTE EL MUNDIAL RUSIA 2018

ARGENTINA - ISLANDIA

Sábado 16-06-18 de 10:00 a 11:55



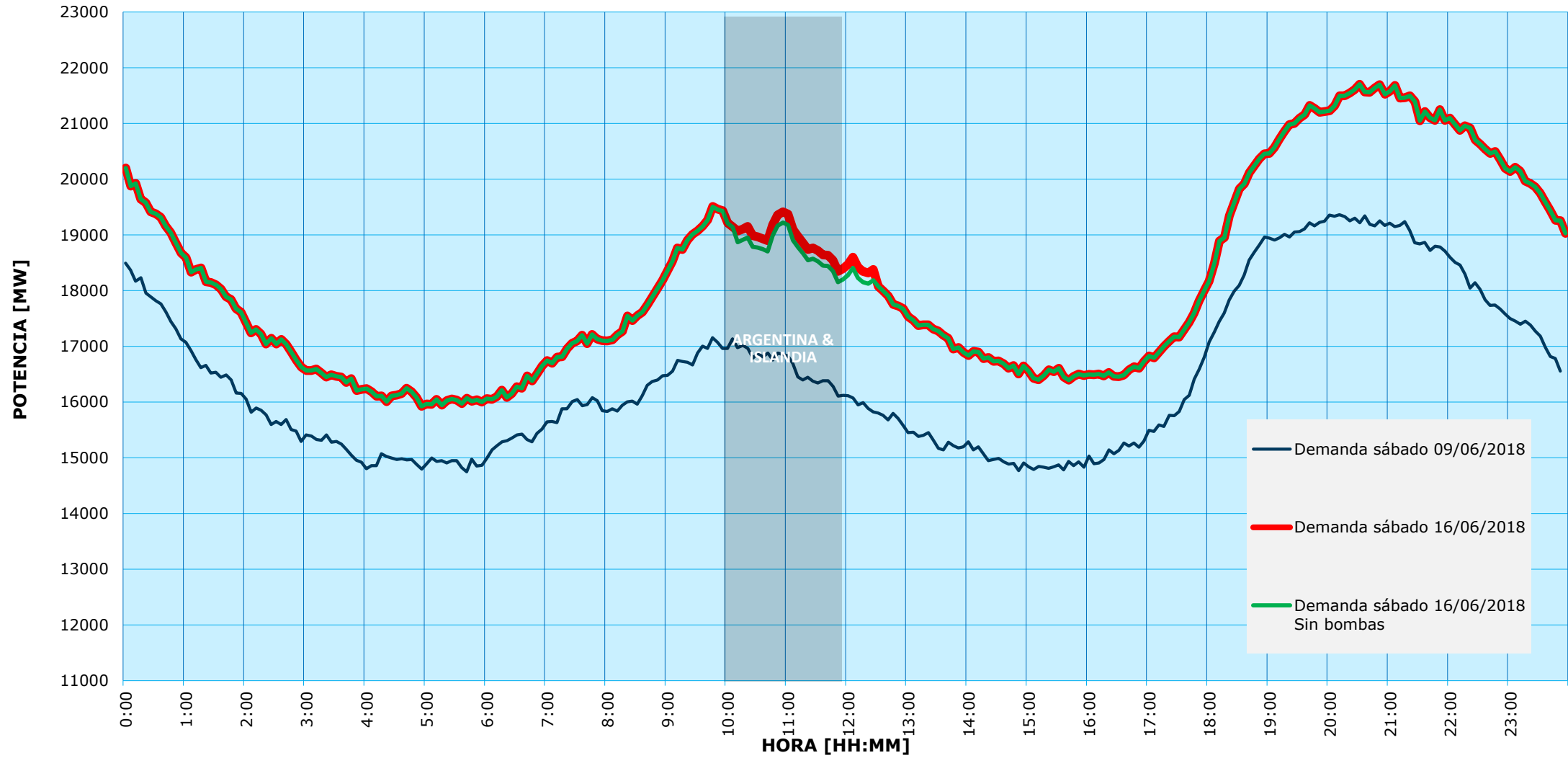
OPERACIÓN DEL SADI DURANTE EL PARTIDO ARGENTINA-ISLANDIA, SÁBADO 16-06-18 DE 10:00 A 11:55

Se adjuntan gráficos donde se observa el comportamiento de la demanda el 16/06/18 durante el partido Argentina – Islandia, que comenzó a las 10:00 y finalizó a las 11:55.

En los gráficos se compara la demanda del 16/06/18, con y sin los efectos del bombeo de Río Grande durante el desarrollo del partido, con la del Sábado anterior 09/06/18.

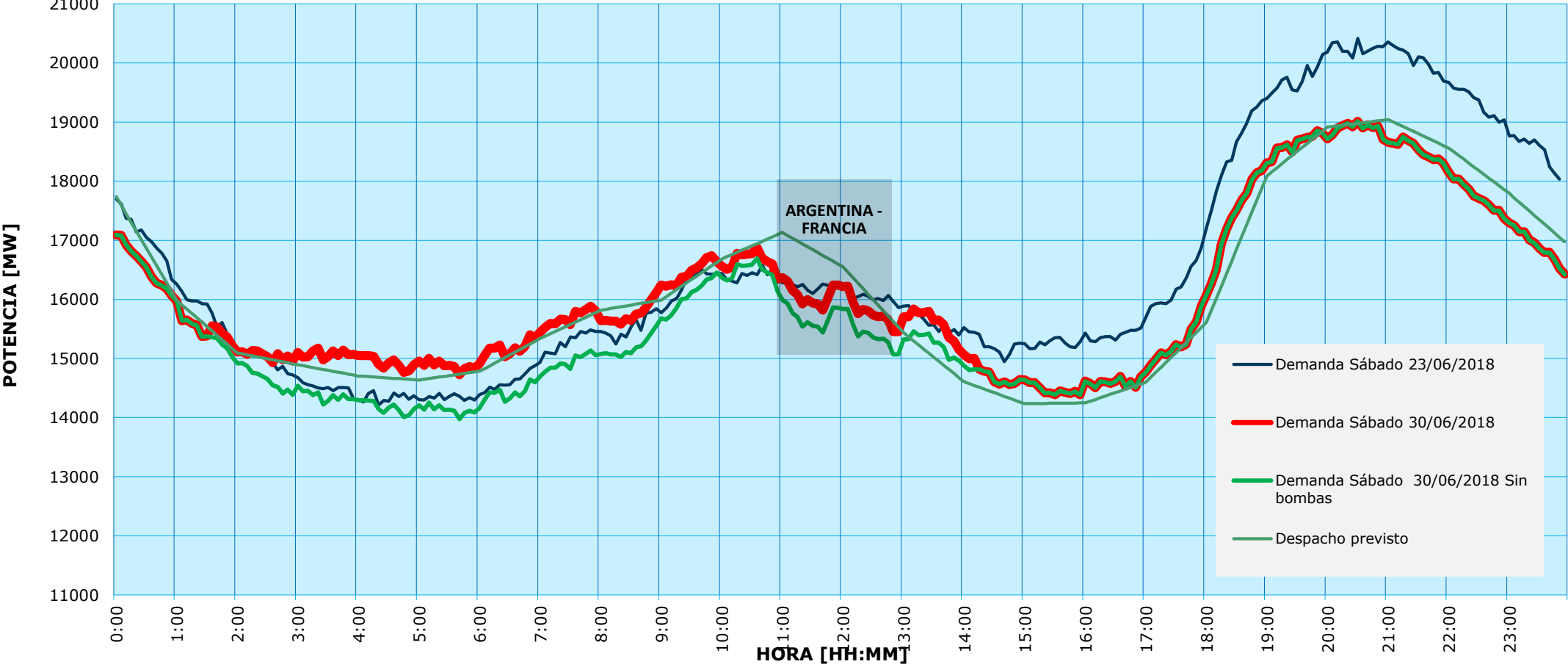
Fecha	09/06/18	16/06/18
Temperatura Máxima	16°C	14°C
Temperatura Mínima	6°C	5°C
Temperatura Media	12°C	10°C
Tipo de día	Despejado	Despejado

COMPARACION DEMANDAS DEL SADI
DEMANDA SEMANA ANTERIOR, DEMANDA SÁBADO 16/06/2018
Y DEMANDA SIN BOMBEO



OPERACIÓN DEL SADI DURANTE EL PARTIDO ARGENTINA-FRANCIA, SÁBADO 30-06-18 DE 11:00 A 12:55

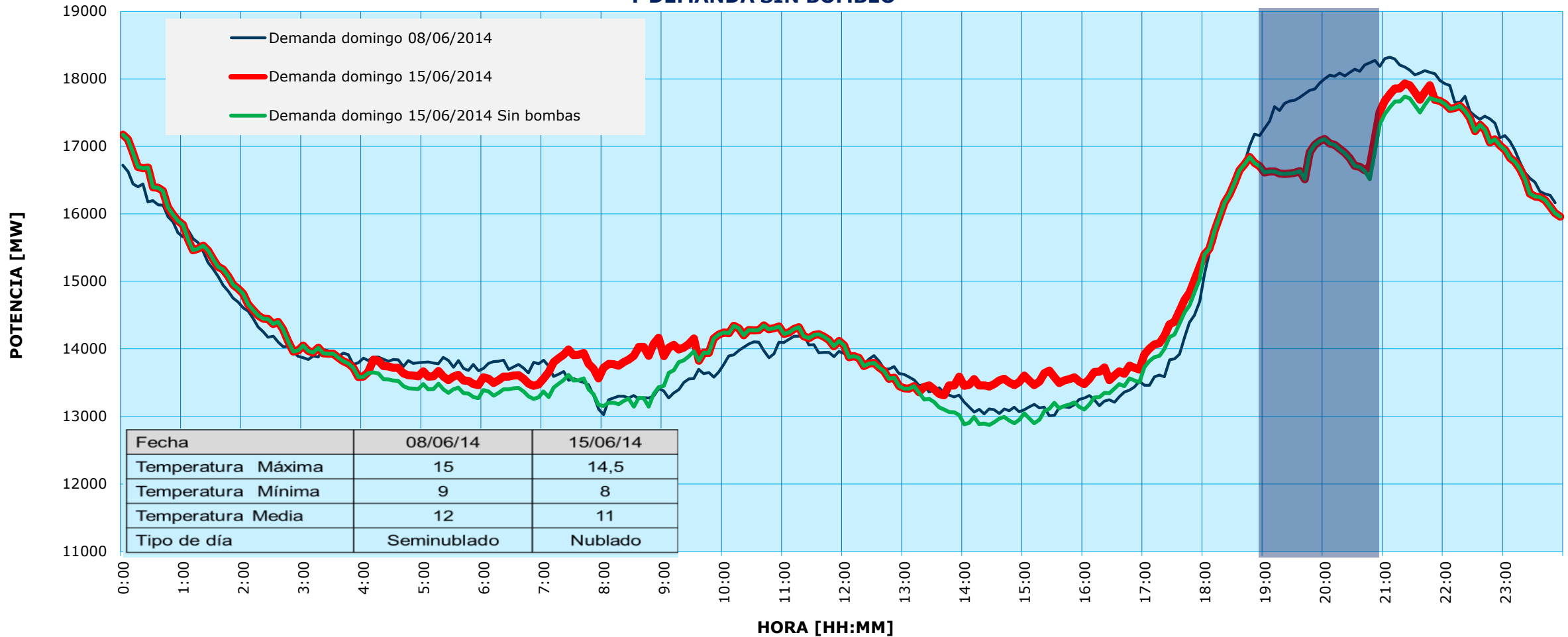
COMPARACIÓN DEMANDAS DEL SADI
DEMANDA SÁBADO 23/06/2018, DEMANDA SÁBADO 30/06/2018
Y DESPACHO PREVISTO



Operación del SADI durante el partido ARGENTINA-BOSNIA

15-06-14 de 19:00 A 20:50 – (2014)

COMPARACION DEMANDAS DEL SADI DEMANDA SEMANA ANTERIOR, DEMANDA DOMINGO 15/06/2014 Y DEMANDA SIN BOMBEO





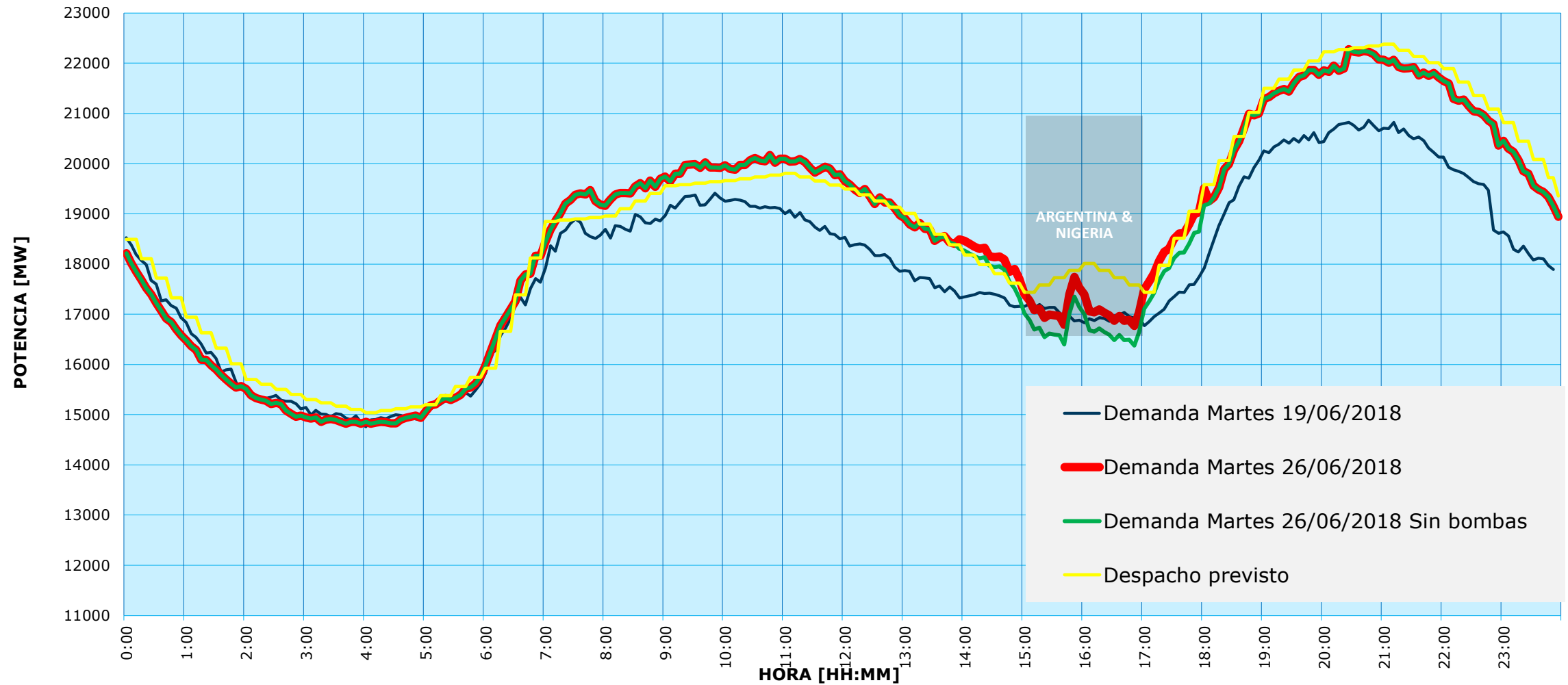
OPERACIÓN DURANTE EL MUNDIAL RUSIA 2018

ARGENTINA - NIGERIA

Martes 26-06-18 de 15:00 a 16:55

OPERACIÓN DEL SADI DURANTE EL PARTIDO ARGENTINA-NIGERIA, MARTES 26-06-18 DE 15:00 A 16:55

COMPARACIÓN DEMANDAS DEL SADI
DEMANDA MARTES 19/06/18, DEMANDA MARTES 26/06/2018
Y DESPACHO PREVISTO



OPERACIÓN DEL SADI DURANTE EL PARTIDO ARGENTINA-NIGERIA, MARTES 26-06-18 DE 15:00 A 16:55

- ⚽ A las 14:45 la demanda comenzó a disminuir registrándose una bajada de 1150 MW en el lapso de 45 min. Durante el transcurso del 1er tiempo la demanda se estabilizó en 16800 MW .**
- ⚽ En el entretiempo se observó una subida de aproximadamente 750 MW. Una vez comenzado el 2do tiempo se observó una disminución del mismo orden.**
- ⚽ Al finalizar el partido comenzó un incremento de la demanda con una elevada pendiente, llegando a subir 900 MW desde las 16:55 hasta las 17:10 hs.**

**BOLETIM nº1 DA COPA DO MUNDO DE FUTEBOL 2010
RESULTADOS DA OPERAÇÃO DO SIN DURANTE O JOGO
BRASIL 2 x 1 CORÉIA DO NORTE
15 de Junho de 2010 (terça-feira)**





© 2010/ONS

Todos os direitos reservados.

Qualquer alteração é proibida sem autorização.

Sumário

1	Objetivo	3
2	Avaliação do desempenho da operação do SIN.....	3
2.1	Quanto ao comportamento da carga	3
2.2	Quanto à continuidade do suprimento	5



1 Objetivo

Considerando a experiência dos anos anteriores, é esperado que, nos dias dos jogos da Copa do Mundo de Futebol, principalmente os da Seleção Brasileira, a curva de carga do Sistema Interligado Nacional - SIN apresente comportamento atípico. Este comportamento é caracterizado por redução acentuada da carga no período que antecede o início dos jogos e sua elevação, a taxas bastante elevadas, durante os intervalos dos jogos e, principalmente, imediatamente após o término dos mesmos. A rampa de carga ao final dos jogos torna-se especialmente acentuada quando os jogos terminam por volta das 18h00, coincidindo com a entrada da iluminação pública, configurando o início do período de carga pesada.

Para se garantir a continuidade, bem como o atendimento com qualidade aos consumidores, torna-se necessária a adoção de ações preventivas. Dentre as diversas ações estabelecidas pelo ONS, destacam-se as seguintes: sincronização de maior número de geradores; programação de intercâmbio reduzido entre regiões geoelétricas durante os jogos e nos horários da rápida variação da carga; estratégias específicas para controle de tensão e frequência; adiamento de intervenções no SIN; e recomendação aos agentes de transmissão, geração e distribuição para assegurarem esquemas especiais para a pronta intervenção em instalações não assistidas e para normalização das condições de atendimento na eventual ocorrência de problemas.

Neste sentido, o ONS elaborou a Nota Técnica NT 3/081/2010 – Diretrizes operativas para o atendimento ao SIN durante os jogos do Brasil na Copa do Mundo de 2010 na África do Sul, que detalha as ações preventivas a serem adotadas. Além disso, em complemento aos procedimentos estabelecidos nas Instruções de Operação, o ONS implantou, junto às equipes de operação em tempo real, a Mensagem Operativa MOP CNOS 053/2010 – Procedimentos para operação do SIN na primeira fase dos jogos do Brasil na Copa do Mundo de 2010.

Este trabalho visa apresentar os resultados da operação do SIN durante o horário do jogo Brasil x Coréia do Norte pela Copa do Mundo de Futebol 2010 ocorrido no dia 15 de junho de 2010 (terça-feira), das 15h30 às 17h20, bem como os procedimentos operativos efetuados para manutenção do perfil de tensão da malha principal, frequência e segurança do sistema.

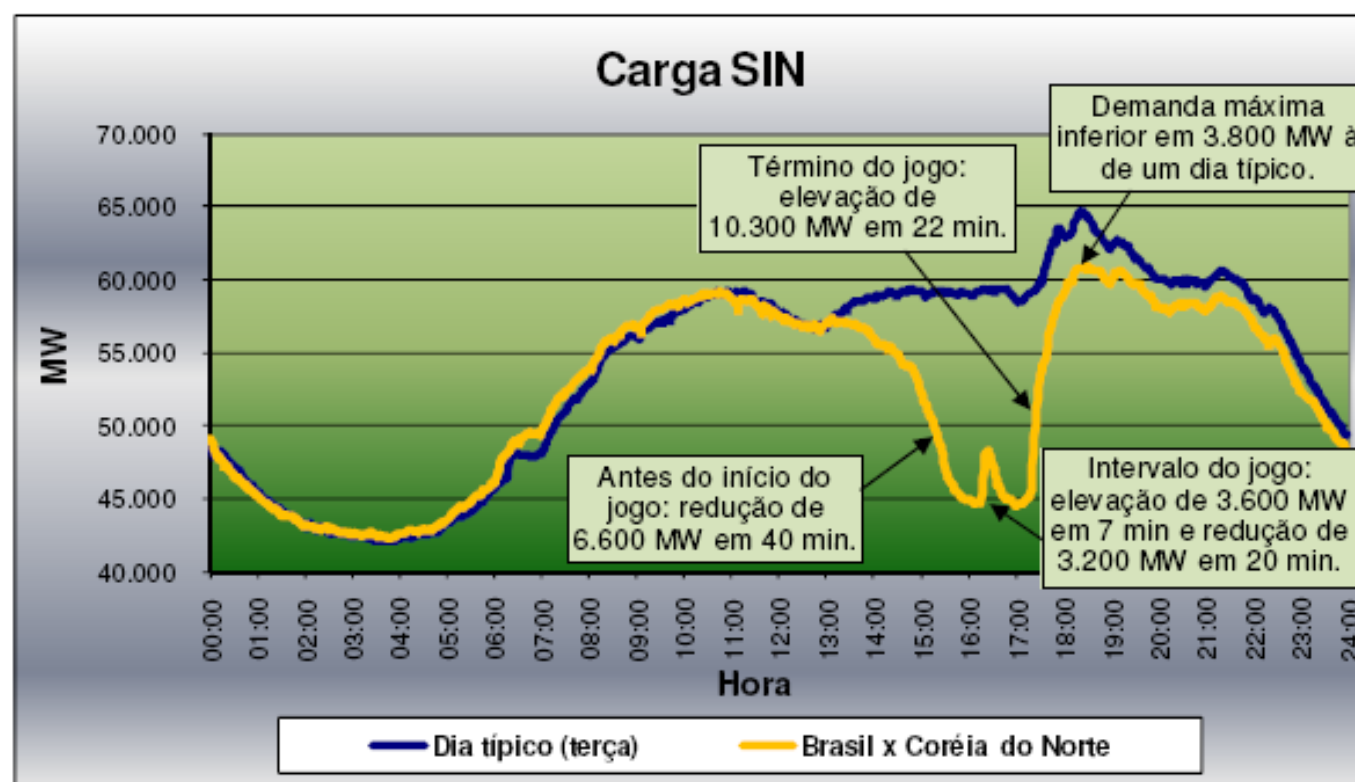
2 Avaliação do desempenho da operação do SIN

2.1 Quanto ao comportamento da carga

Como esperado, o jogo da Seleção Brasileira contra a Seleção da Coréia do Norte, em função do horário e da expectativa da sociedade em geral, provocou variações significativas no comportamento do consumo de energia, conforme se



pode observar na figura a seguir, onde estão apresentadas as curvas de uma terça-feira típica e a do dia 15/06/2010.



A carga do SIN, verificada no período da 00h00 às 13h10, apresentou um comportamento normal, similar ao de uma terça-feira típica.

Já a partir das 13h10, observou-se consumo inferior a um dia típico, com uma redução gradativa de carga a uma taxa de 55 MW por minuto. A partir das 14h50, a taxa de variação de carga se intensificou, havendo redução de 6.600 MW em 40 minutos, o que corresponde à soma do consumo das Regiões Metropolitanas do Rio de Janeiro e de Vitória. Durante o primeiro tempo do jogo, a carga do sistema continuou reduzindo a uma taxa de 60 MW por minuto.

No intervalo do jogo, observou-se uma rampa com crescimento de carga de 3.600 MW em 7 minutos, equivalente ao consumo de todo o Estado de Santa Catarina. Com o reinício da partida, novamente ocorreu uma redução no consumo de energia, retornando ao patamar que se encontrava ao final do primeiro tempo do jogo.

Logo após o término do jogo, verificou-se a retomada do consumo de energia em uma rampa de carga de 10.300 MW em 22 minutos, o que corresponde à demanda no horário de pico da Grande São Paulo. Esse crescimento de carga também pode ser comparado a uma cidade como Brasília sendo ligada a cada minuto. Ressalta-se que após essa primeira elevação mais intensa, nos 20



minutos seguintes a carga continuou crescendo, em função da entrada da iluminação pública, a uma taxa de 170 MW por minuto.

A demanda máxima registrada no dia, de 60.947 MW às 18h28, ficou cerca de 3.800 MW abaixo da verificada em um dia normal.

Finalmente, pode-se observar que até as 24h00, o consumo de energia não havia retornado ao seu padrão normal de uma terça-feira, permanecendo cerca de 1.000 MW abaixo da curva típica.

2.2 Quanto à continuidade do suprimento

Durante a realização do jogo, não foram verificadas interrupções de carga com origem na Rede de Operação.

Variación de Demanda en Inglaterra durante el Mundial Rusia 2018

Variación de Demanda en Inglaterra durante el Mundial Rusia 2018

En el partido de Inglaterra vs Colombia:

- Se estima que 28 millones de personas vieron el partido.
- La demanda fue bajando hasta 1.500 MW durante el comienzo del partido.
- En el entretiempo la demanda sube 1.000 MW y vuelve a bajar.
- Al final del partido la demanda sube 1.000 MW

Este fenómeno ya es conocido en Inglaterra y lo denominan “TV Pickup”. Asocian este fenómeno de aumento de demanda fundamentalmente a una vieja costumbre Inglesa, el Té. Se estima que con 1000MW representan mas de 500.000 tazas de esta infusión.

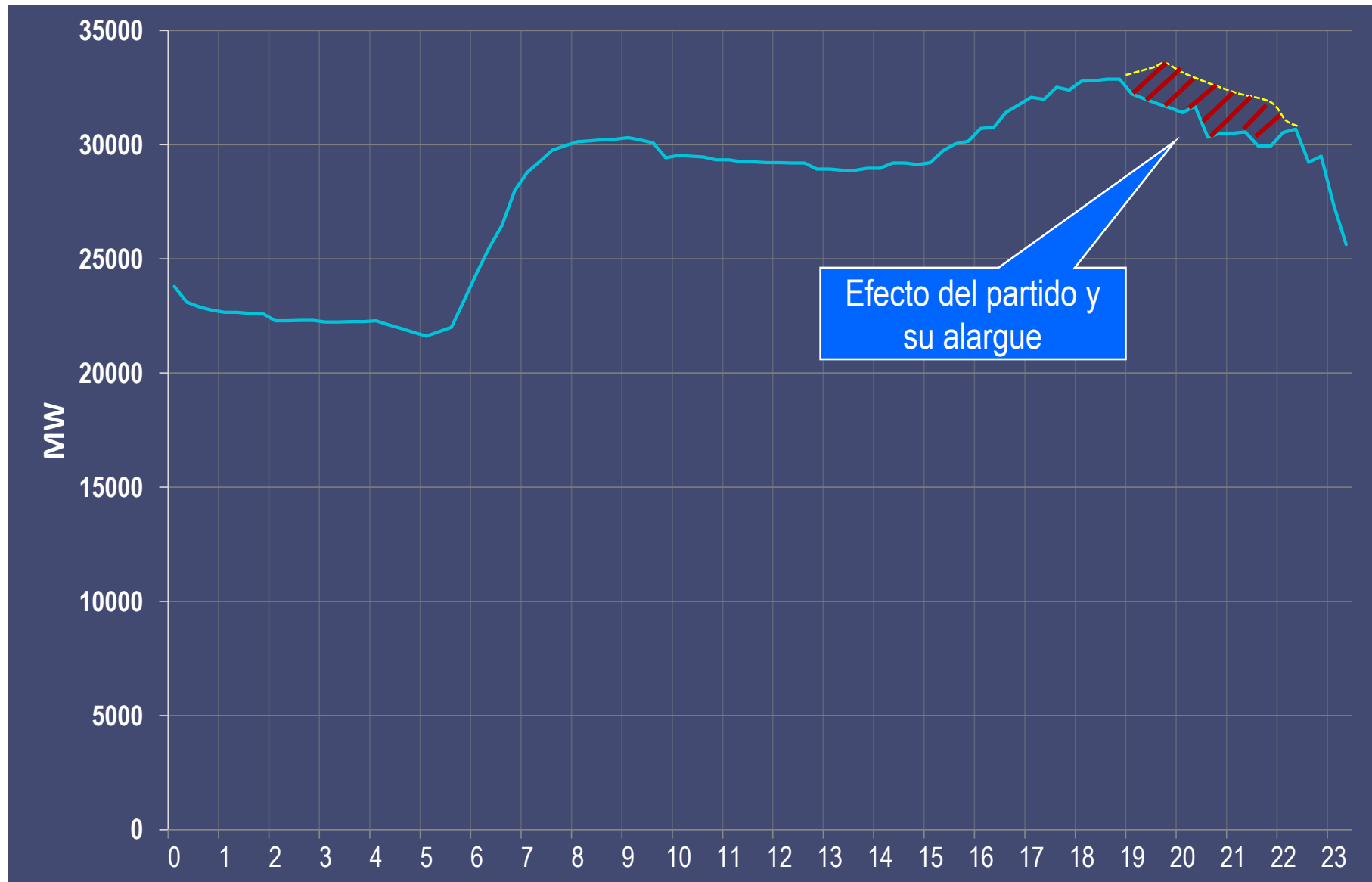
Variación de Demanda en Inglaterra durante el Mundial Rusia 2018

Para atender estas variaciones de demanda, Inglaterra cuenta fundamentalmente con una **central de bombeo** llamada **Dinorwig**, que cuenta con seis generadores de 300MW. Esta se encuentra predispuesta antes de que se dé el entretiempo y el final del partido, y tiene la capacidad de entregar el 100% de su capacidad en 45 segundos y energía suficiente para estar en servicio por 7 Hs.

Esta central se despacha conforme la demanda va aumentando.

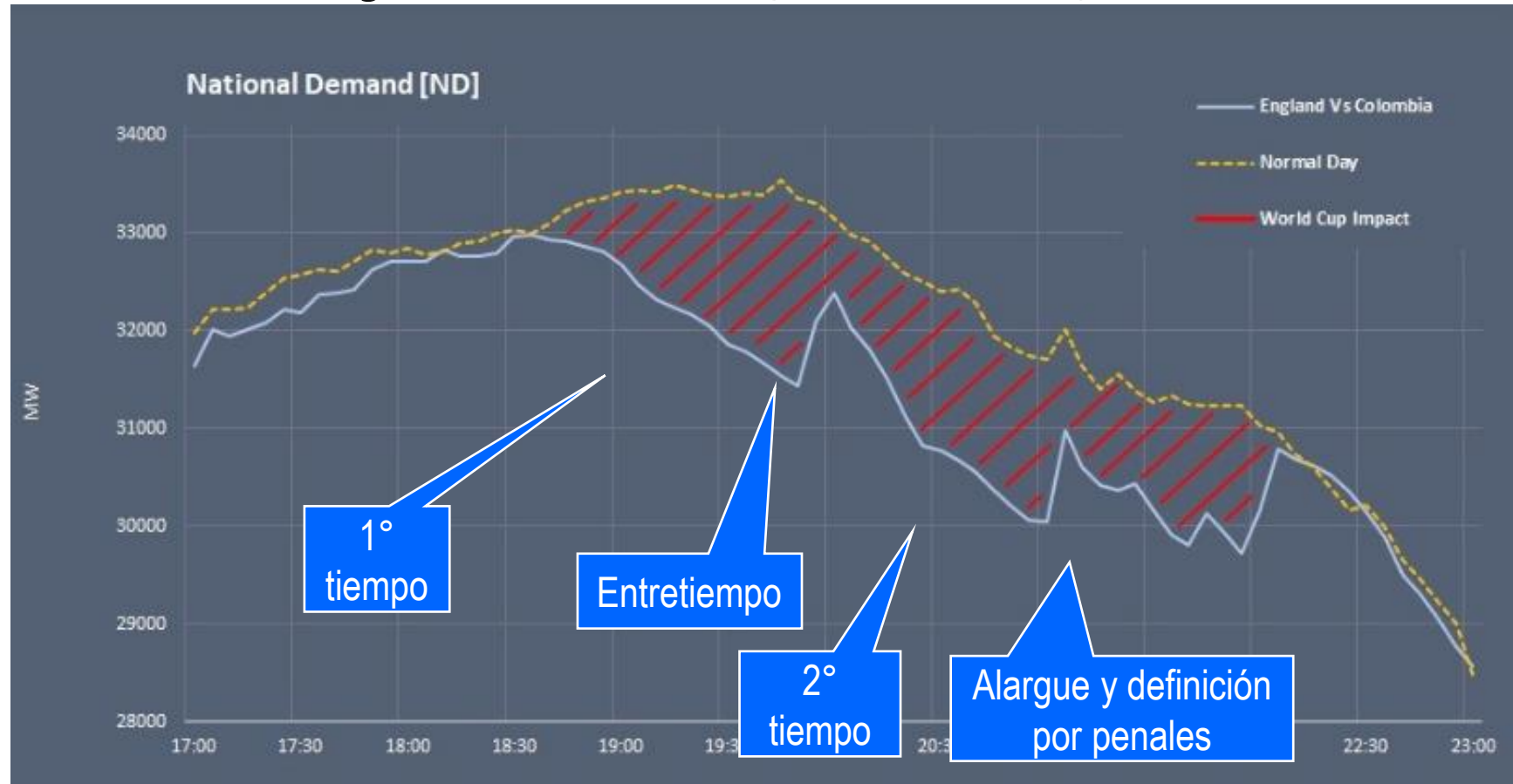
Para casos extremos tienen interconexiones con países cercanos que lo pueden asistir inmediatamente (en especial el vínculo con Francia).

Curva de demanda diaria total de NATIONAL GRID del mismo día



Variación de Demanda en Inglaterra durante el Mundial Rusia 2018

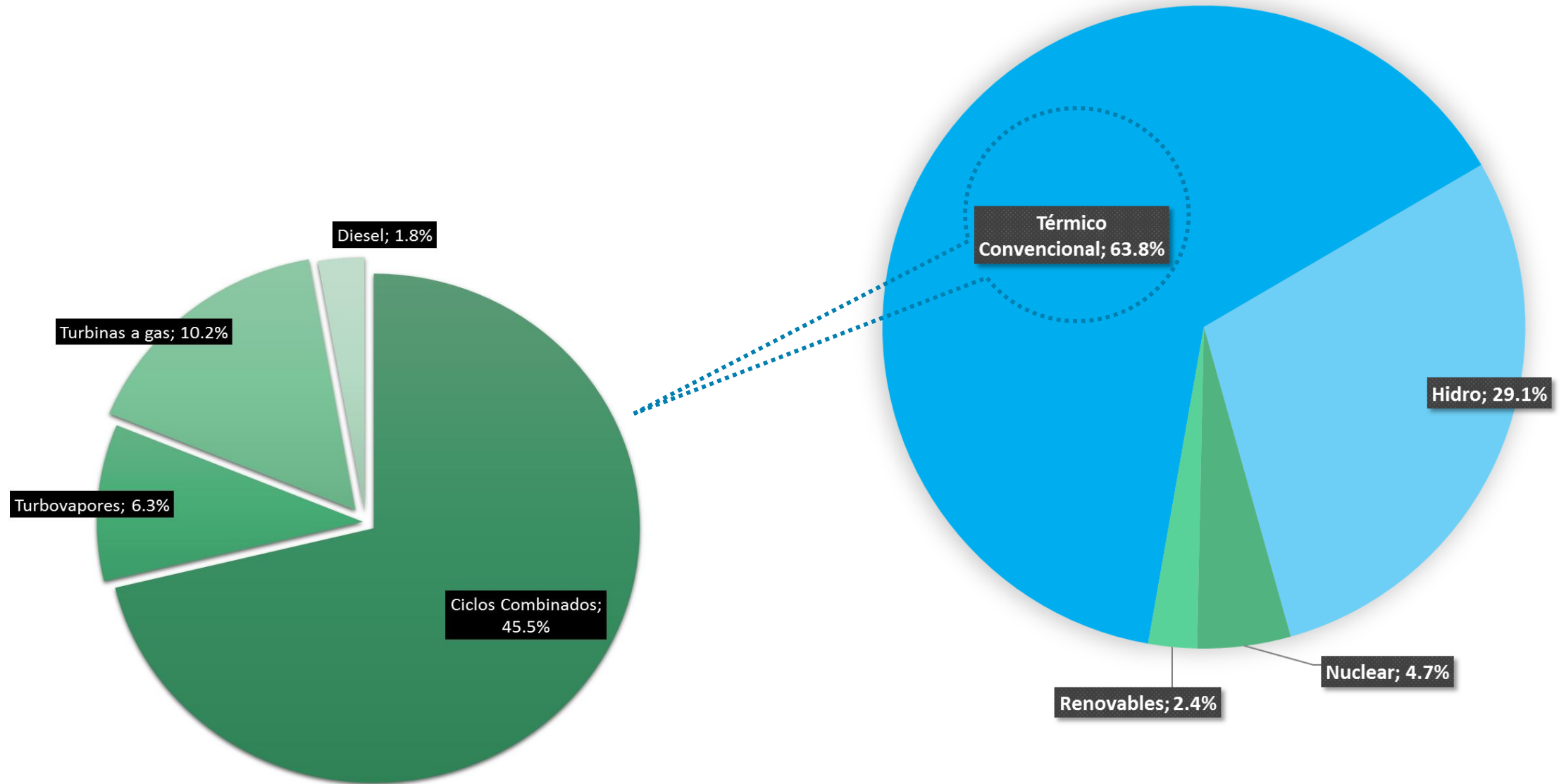
Partido Inglaterra – Colombia 03/07/2018 a las 19:00 Hs



<https://www.linkedin.com/pulse/england-show-tv-pick-ups-english-football-arent-dead-after-barber>

Despacho de Generación

Perfil de la Generación en 2018



Oferta

Generación Fuente 1

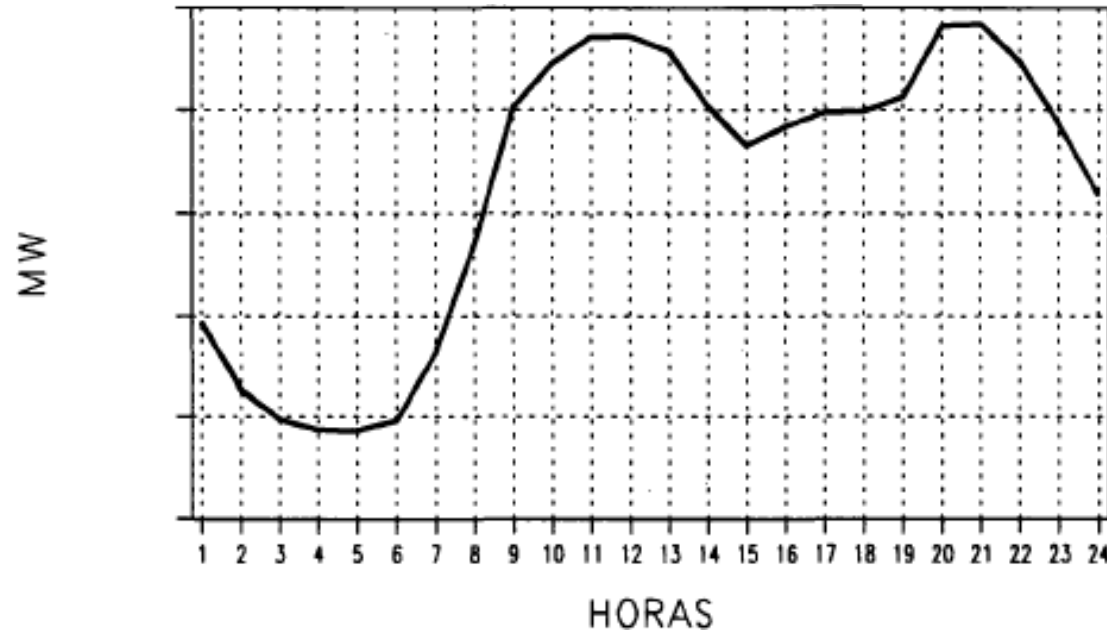
Generación Fuente 2

Generación Fuente 3

Transporte

Centro de Despacho de Cargas

Enfrenta la curva de carga y va despachando los generadores



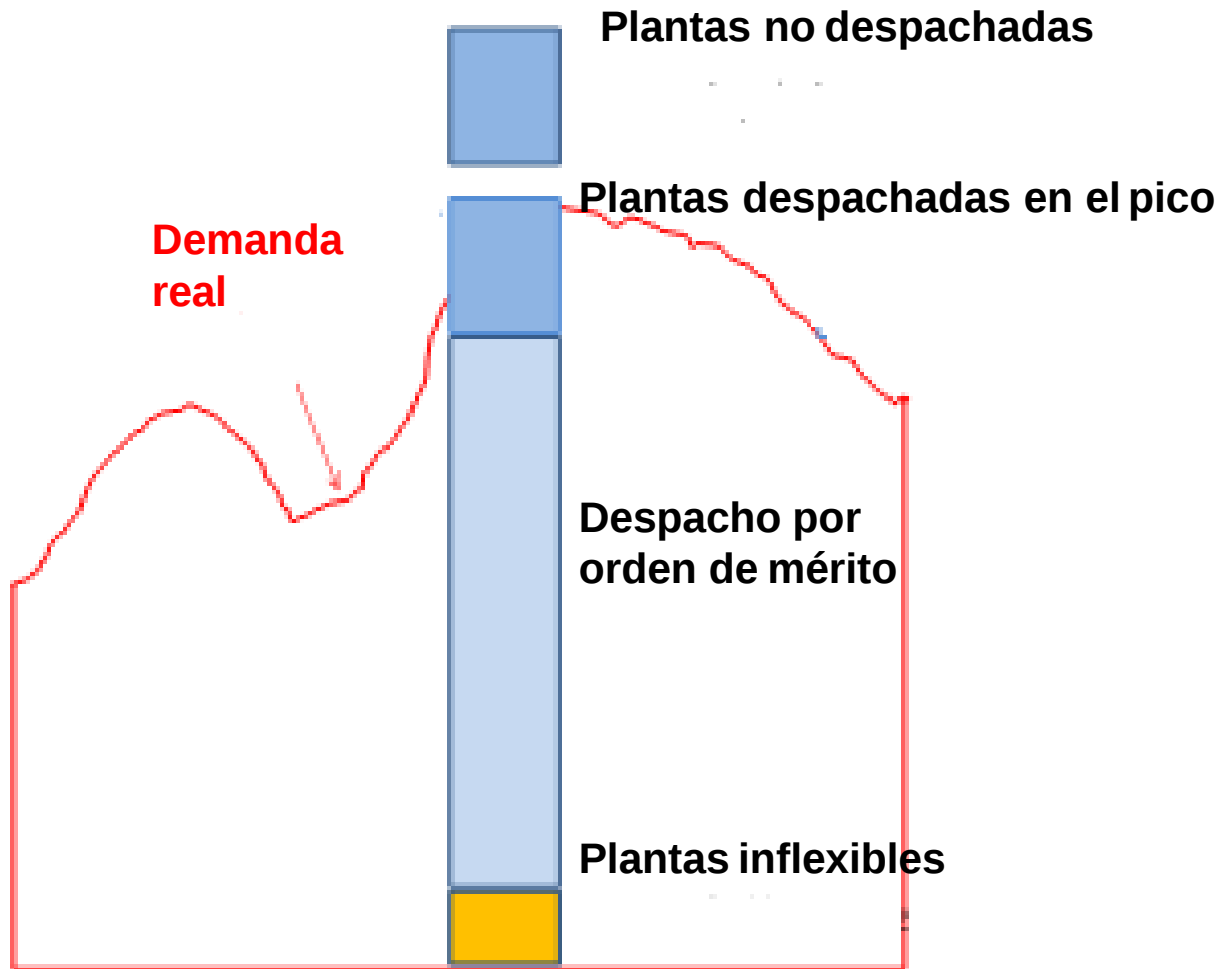
Demanda

Distribuidora 1

Distribuidora 2

Gran Usuario 1

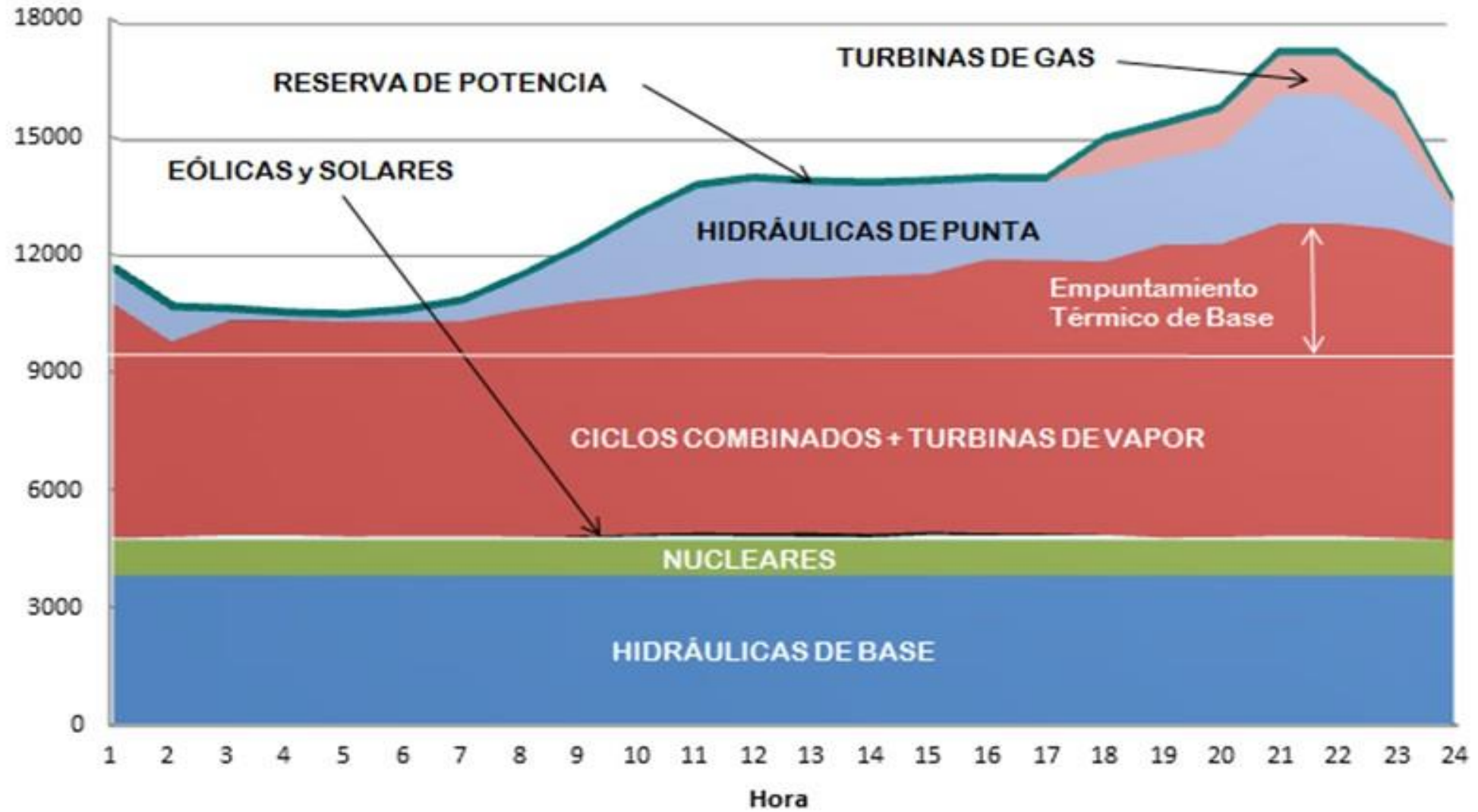
Variabilidad de la demanda y necesidad de equilibrar con la oferta en tiempo real



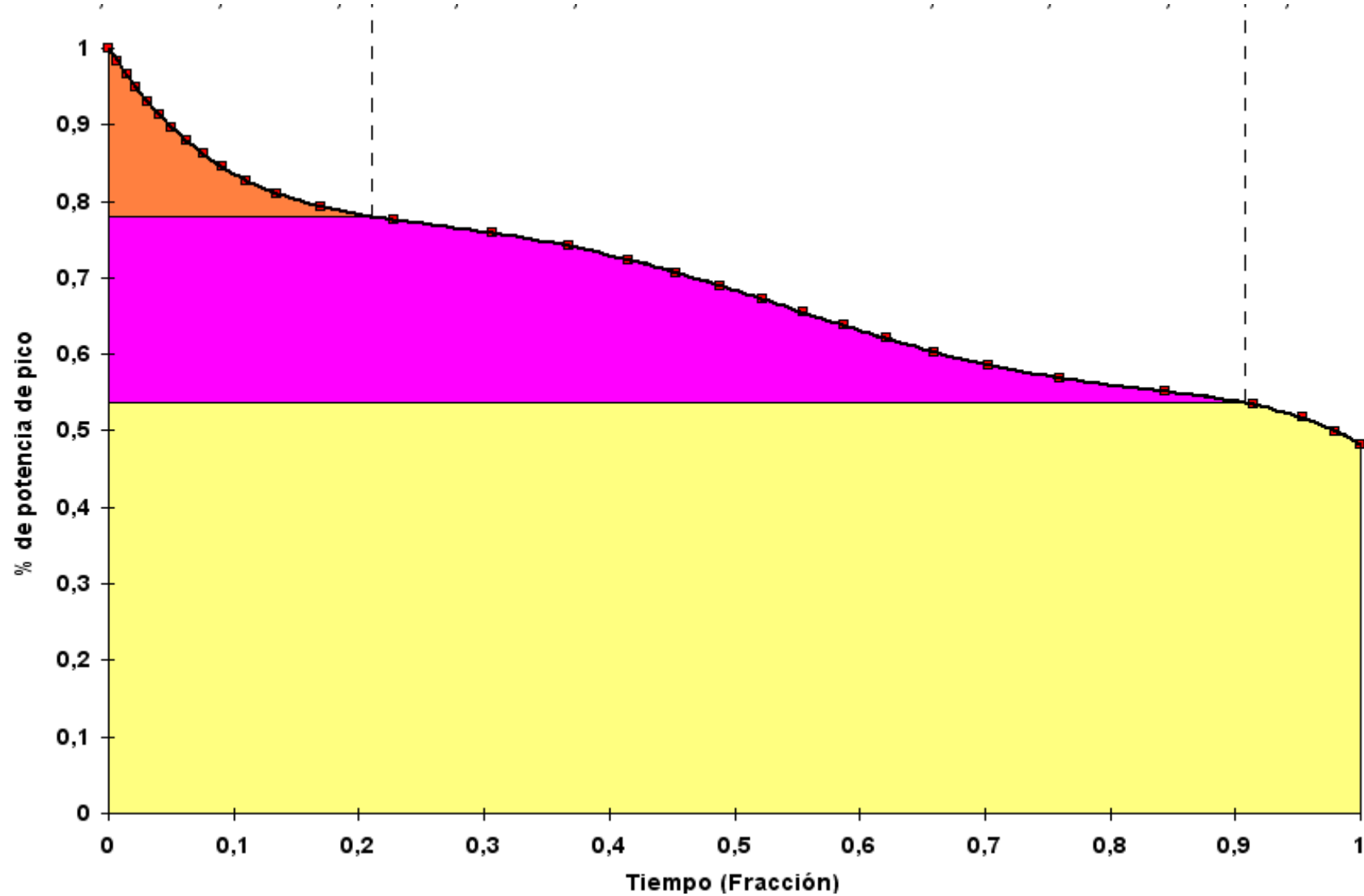
- 1) Posibilidad de almacenamiento muy limitada
- 2) Adecuación del suministro a la demanda debe ser programado con antelación y despachado en tiempo real para adecuarse a las circunstancias exactas de cada momento
- 3) Equilibrio imperfecto conlleva serios problemas técnicos (ej. disminución de frecuencia); en el límite, eventual “black out” por efecto dominó en la activación de los sistemas de protección

DESPACHO ELÉCTRICO

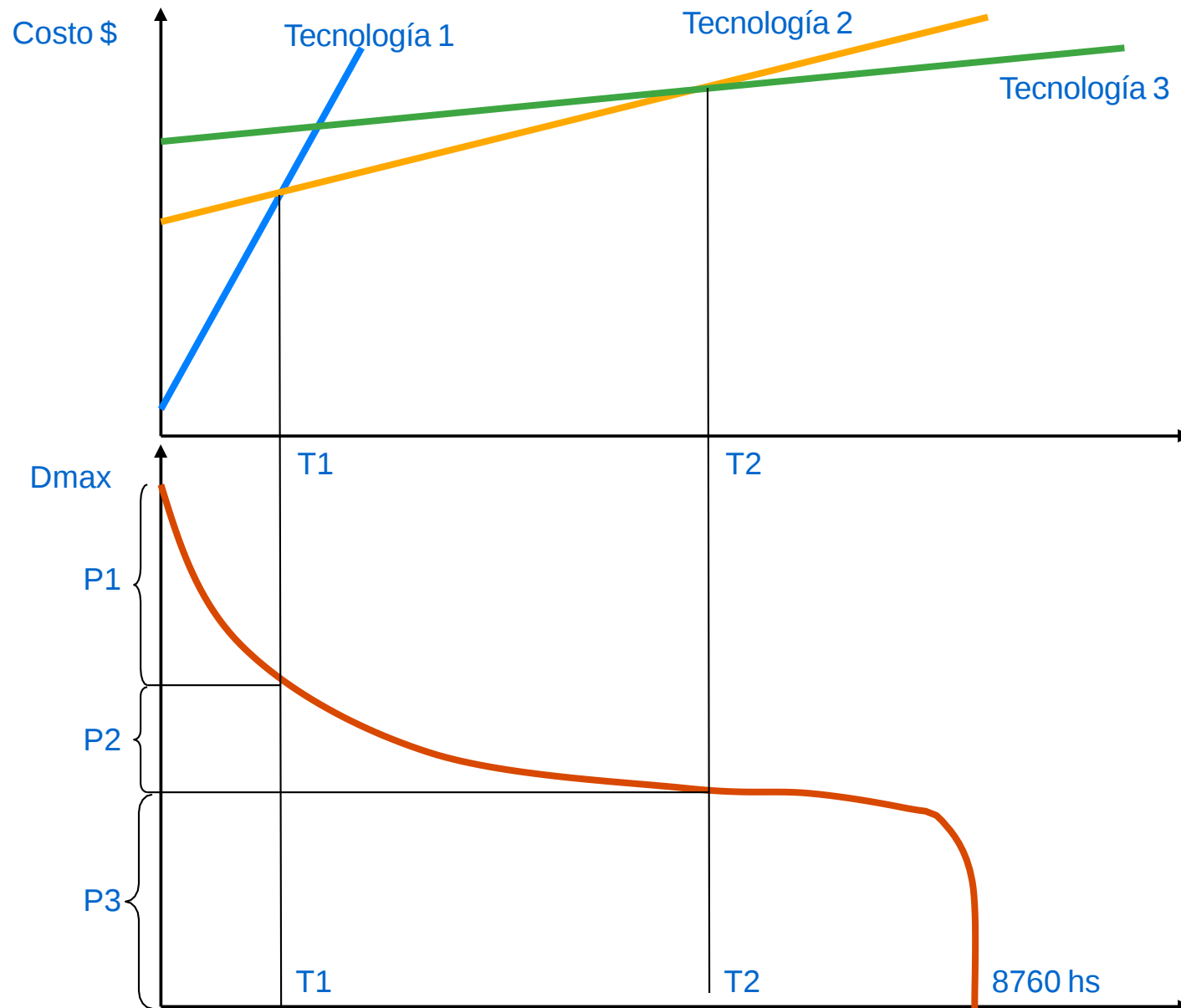
MW



Monotona de carga



Selección en base a costos totales

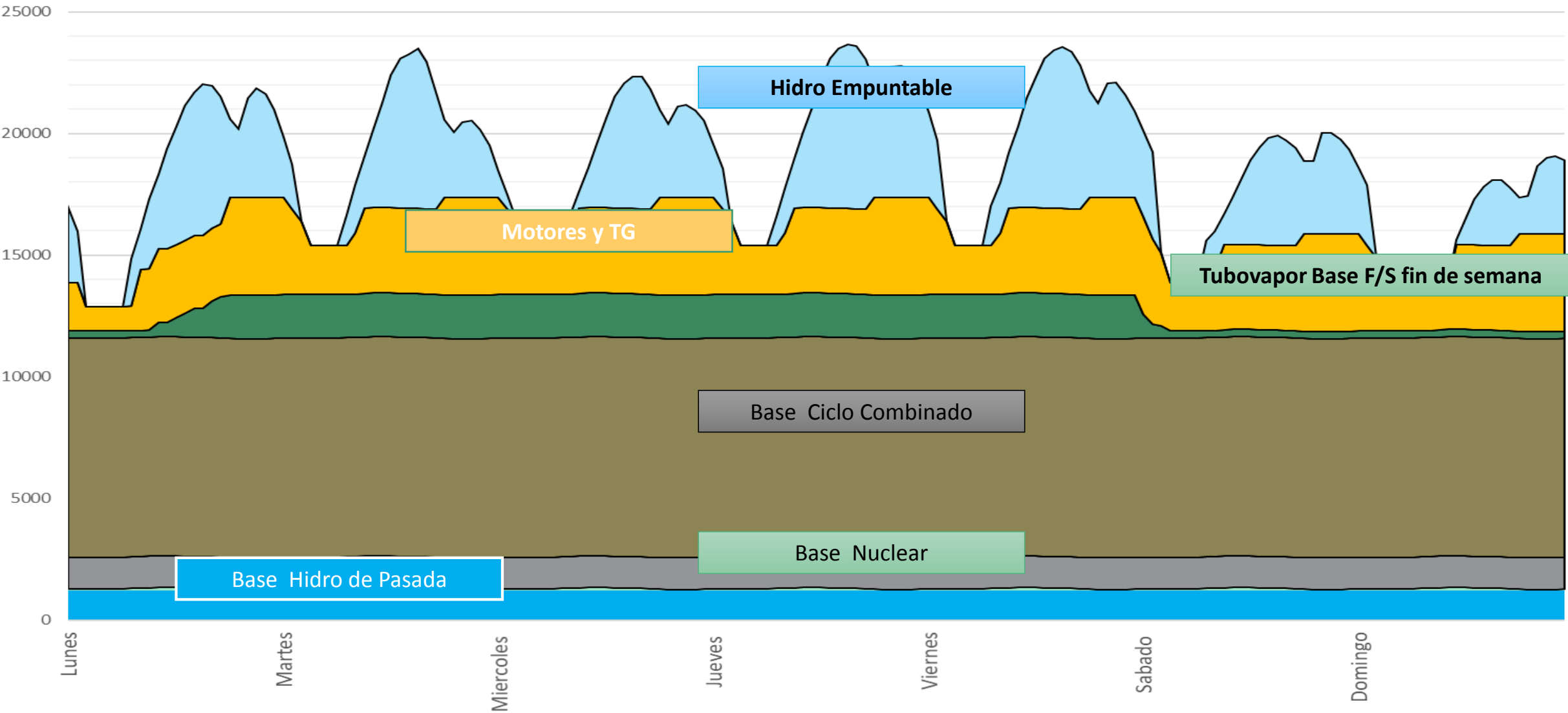


Cubrimiento Despacho Semanal por Tipo de Tecnología

7 días X 24 hs VERANO

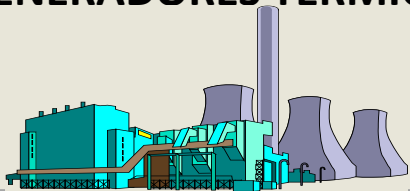
Cubrimiento Despacho Diario por tipo de Tecnología

HIDRO BASE EOL SFV NUCLEAR CC TV TG/MOTORES HIDRO PUNTA



OFERTA

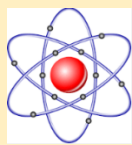
GENERADORES TÉRMICOS



GAS
NATURAL

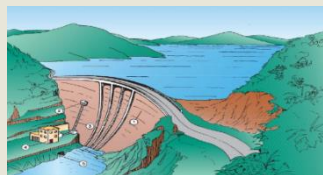


LÍQUIDO



URANIO

EMBALSES – Centrales Hidro.



RENOVABLES



IMPORTACIÓN



CICLOS COMBINADOS	11179 MW
TURBO VAPORES	4453 MW
TURBO GASES	7370 MW
MOTORES	1694 MW
NUCLEAR	1755 MW

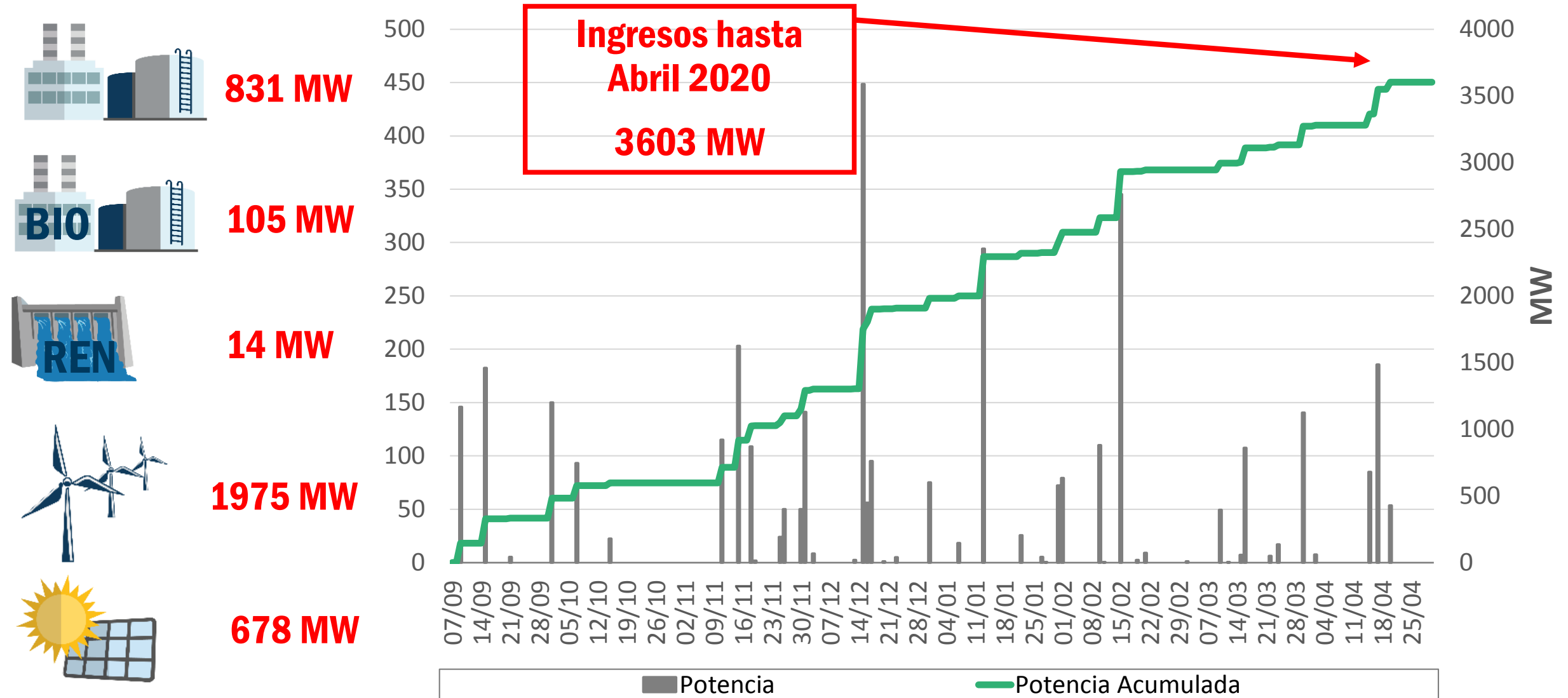
PASADA Y EMBALSES	9816 MW
DE BOMBEO	975 MW

EÓLICAS	1418 MW
FOTOVOLTAICAS	435 MW
BIOCOMBUSTIBLES	160 MW
HIDRO RENOVABLES	488 MW

41000 MW

Ingresos previstos hasta 30/04/2020

CRONOGRAMA INGRESOS DE GENERACIÓN



Programación Estacional

Analizar la operación futura del sistema eléctrico para los próximos 3 ó 6 meses

Previsión de Combustibles
Mantenimientos de generación y transporte
Evaluación de riesgo de energía y potencia
Evolución de embalses
Calculo de costos futuros

Programación Semanal

Analiza y coordina la operación de las próximas dos semanas.

Confirma mantenimientos programados y coordina correctivos
Define despacho hidrotérmico del Sistema optimizando los recursos primarios disponibles (Combustibles y Caudales)
Decide la utilización de las reservas hidráulicas

Programación Diaria

Coordina la operación del día siguiente

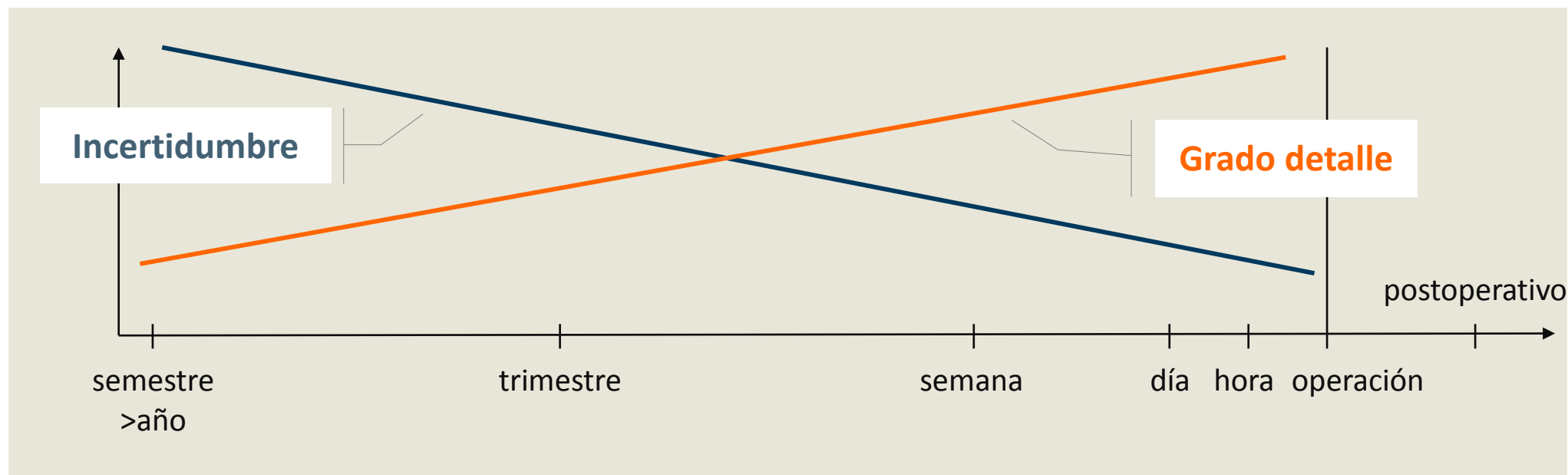
Previsión de demandas
Distribución optima de energías hidráulicas definidas por la Programación Semanal
Despacho de generación horario contemplando restricciones de transporte y de áreas

Combustibles

Asegura la disponibilidad en Centrales del combustible Previsto (Gas y Líquidos)

Coordina con el Sector Gas y gestiona los volúmenes necesarios para cada Central.
Previsión de combustibles líquidos para cada Central para cumplir con la intención de despacho

Grado de detalle vs. Incertidumbre



ESTACIONAL

OSCAR/MARGO

Modelo Estocástico

- Mantenimientos
- Recursos primarios
- Embalses
- Riesgo
- Costos Futuros

Semanal

Determinístico

- Confirma mantenimientos
- Despacho Hidrotérmico
- Reservas Hidro

Diario

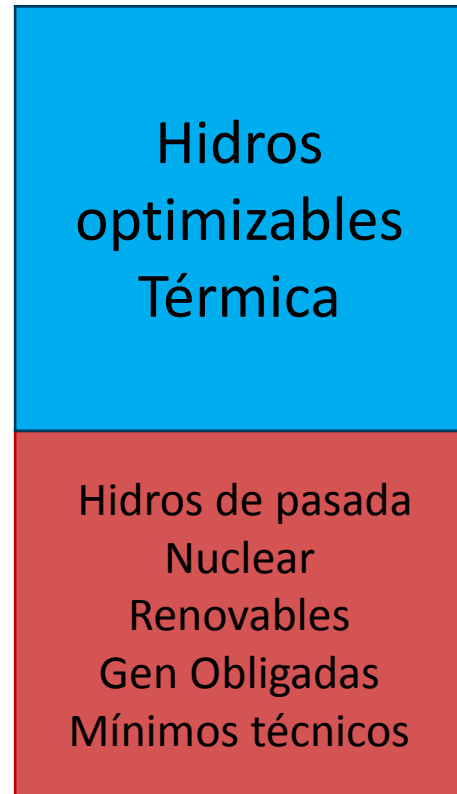
Determinístico

- Demanda
- Despacho Hidro-térmico horario
- Restricciones Transporte

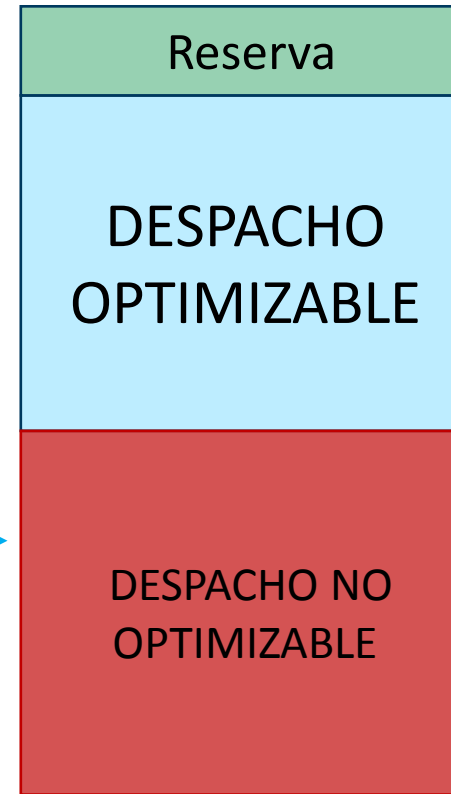
Modelos de optimización (programación lineal) **función objetivo** minimizar costo total de operación contemplando **restricciones** hidráulicas, de transporte, de combustibles, tiempos arranque y parada, etc.

OFERTA - DEMANDA - DESPACHO OPTIMIZABLE

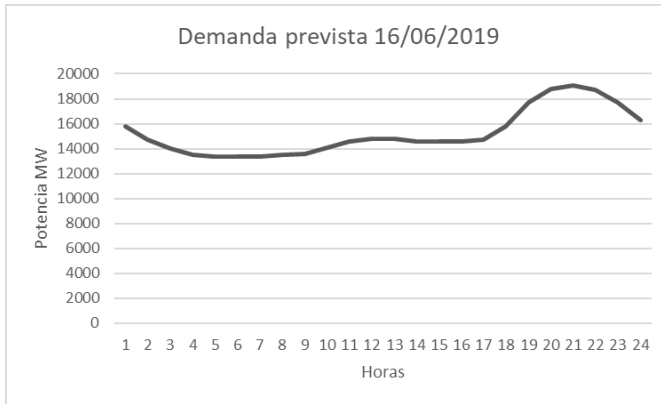
OFERTA



DEMANDA

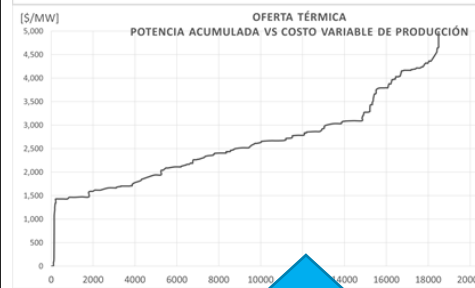
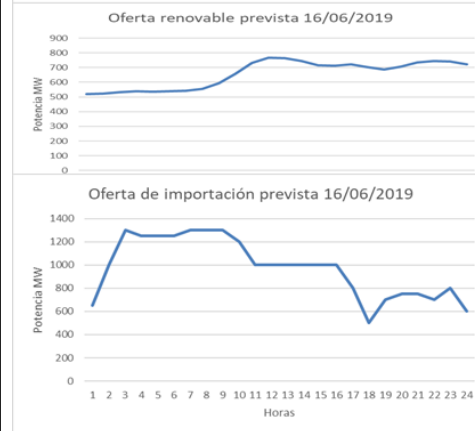
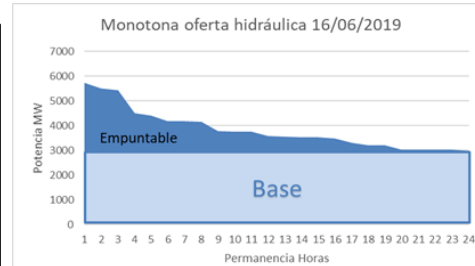


Proceso Despacho DIARIO

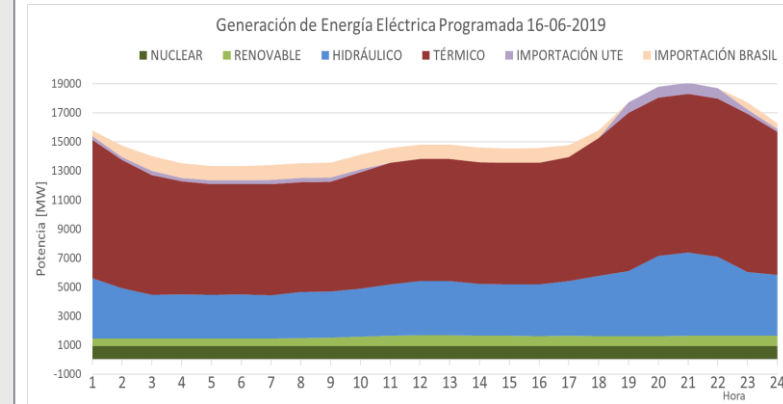


Ej: Transporte

Define oferta que puede abastecer las demandas en función de las restricciones vigentes,



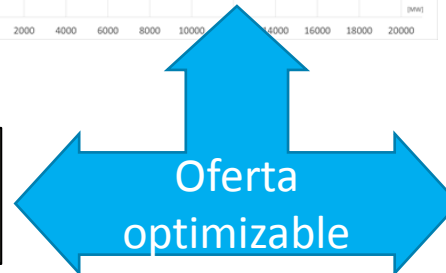
Solución más económica dentro de las restricciones vigentes considerando las ofertas disponibles optimizables aplicadas las restricciones de transporte.



Demanda a satisfacer



Ecuaciones de restricciones



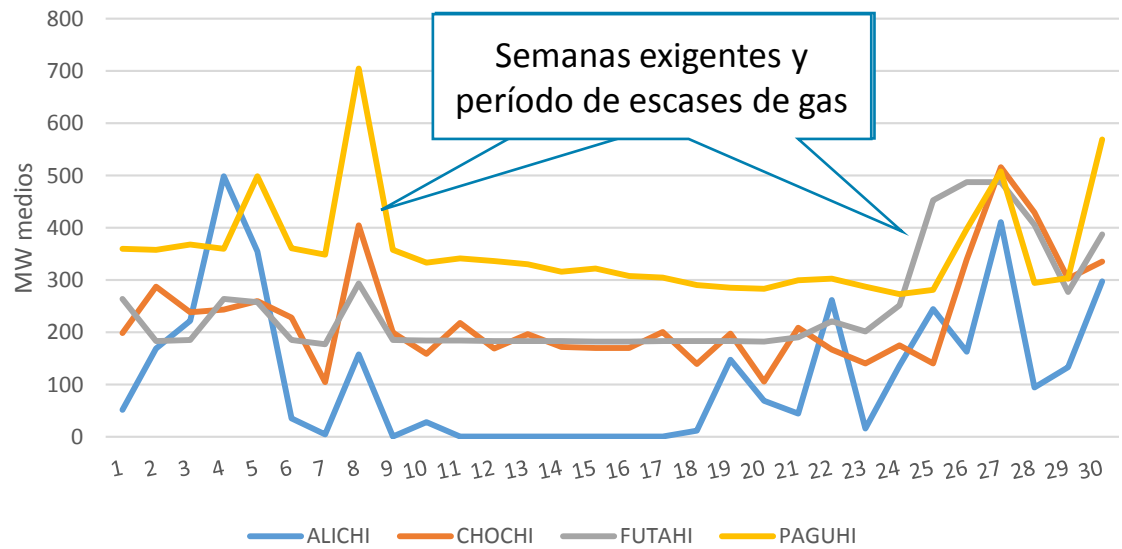
Ecuaciones de optimización



Despacho resultante

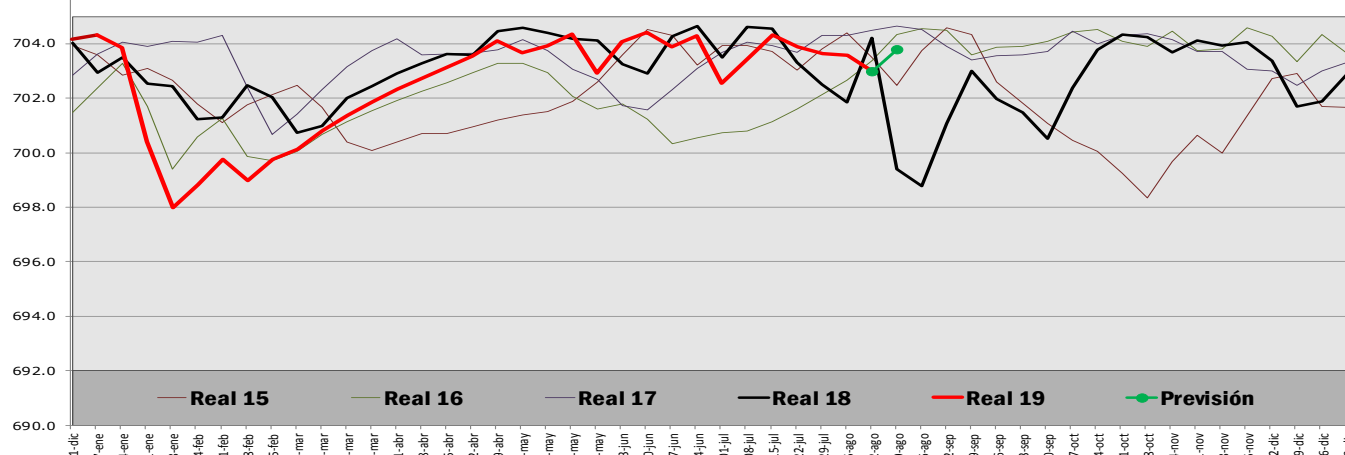
Previsión de utilización de energía Hidro y evoluciones de embalses.

Operación de Embalses año 2019

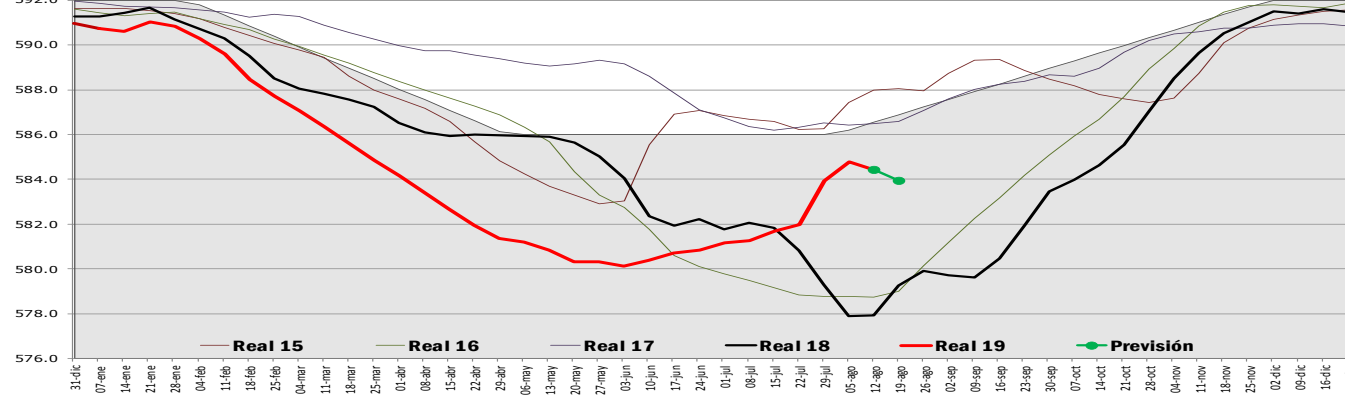


La gráfica muestra que las energías Hidro se reservan, sin correr riesgo de vertido, para ser utilizadas en semanas exigentes y en los períodos de invierno donde la disponibilidad de gas disminuye, tratando de esta forma de reducir el consumo de combustibles alternativos, mas costosos que el gas.

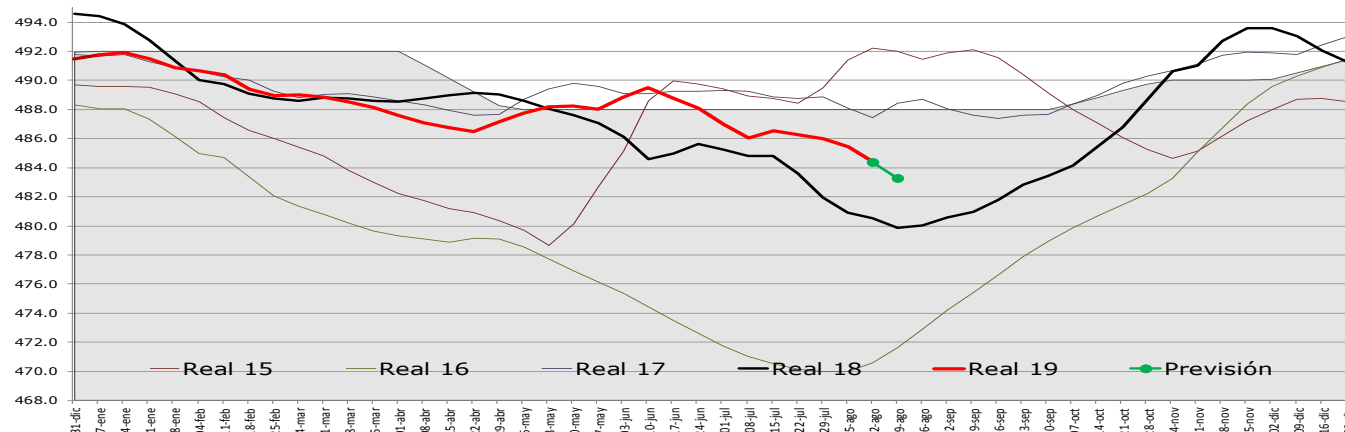
Evolución Cota Alicura



Evolución Cota Piedra del Águila



Evolución Cota Futaleufú



Optimización Hidro – Ejemplo semanas 7 y 8 de 2019

TEMP INFERIOR A LA MEDIA HIST

SEMANA CÁLIDA

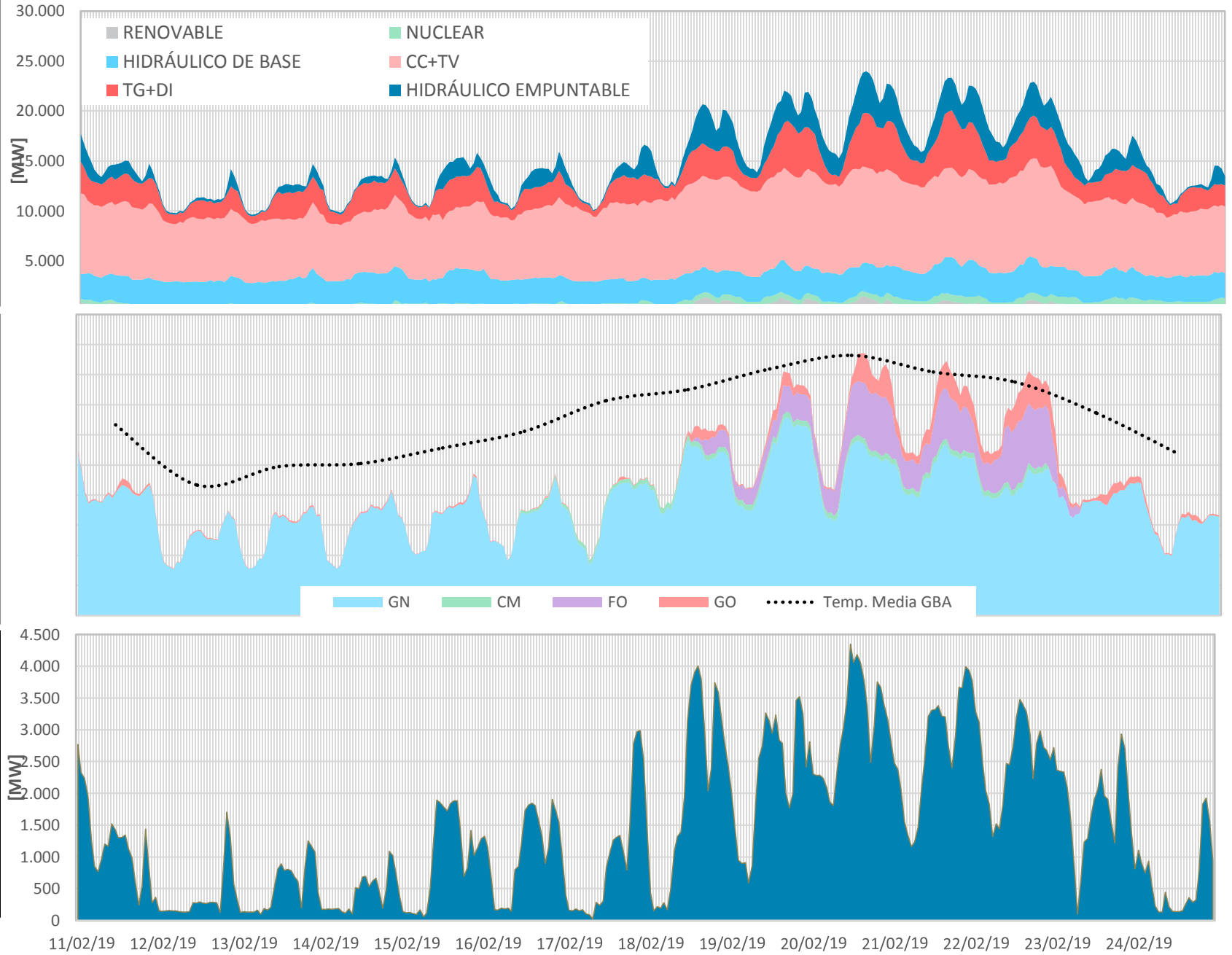
Despacho Real Semanal	Sem 07	Sem 08
Temp Media GBA	21.9	27.4
Demanda [MW med]	15362	19757
Térmico [MW med]	11162	13877
Nuclear [MW med]	439	655
Hidráulico [MW med]	3339	4869
Renovable [MW med]	364	365
Gas Natural [MMm3/día]	56.7	66.5
Carbón [Miles Ton]	3.5	15.8
Fuel Oil [Miles Ton]	0.0	28.1
Gas Oil [Miles m3]	2.1	19.2

La optimización Hidráulica intenta mantener un costo de operación constante en el período optimizado, ubicando mayor energía en los momentos de mayor requerimiento térmico, ejemplo semana 8 del 2019.

Cubrimiento de la Demanda

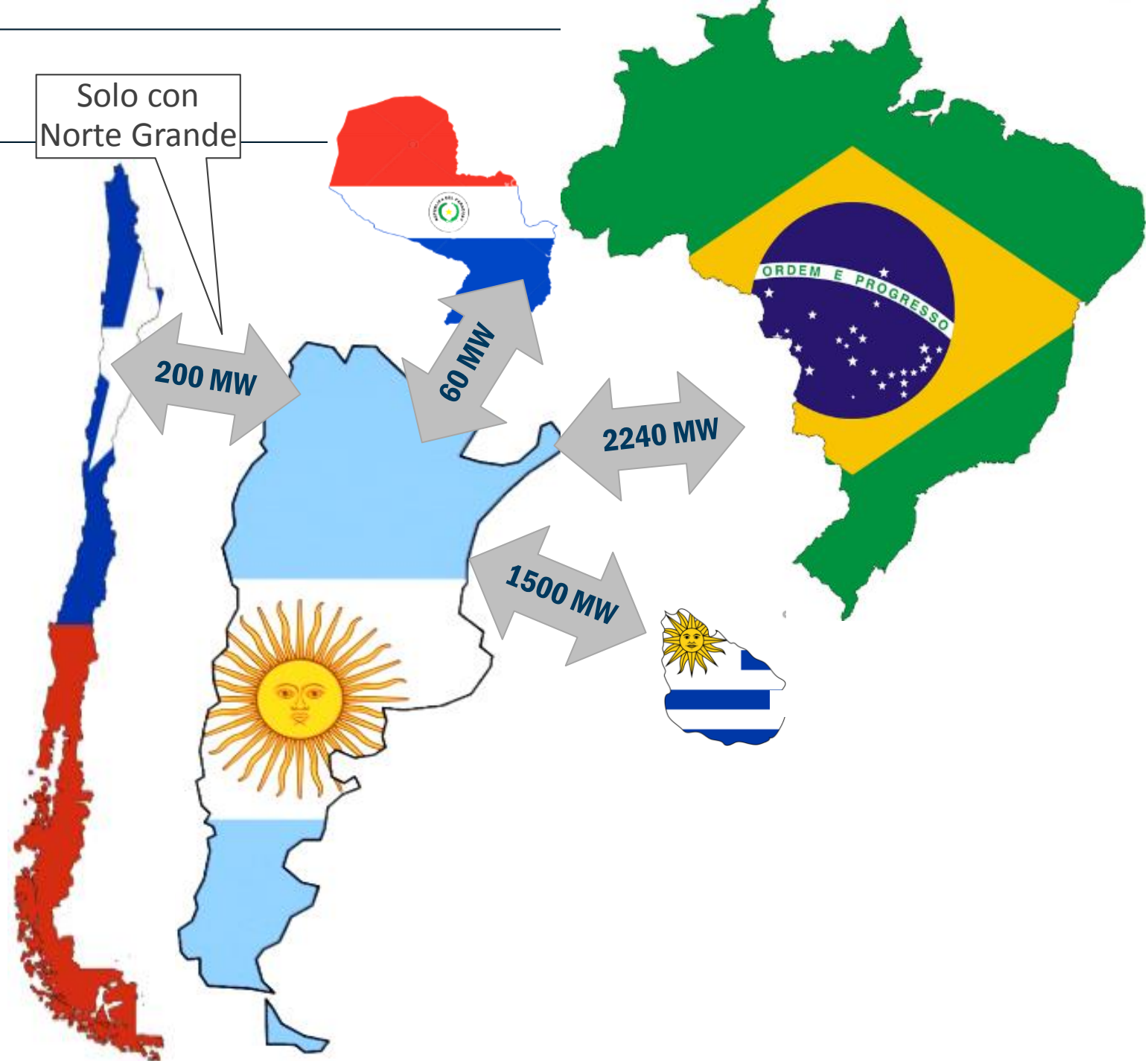
Consumos de Combustibles

Hidráulicos Optimizables



Importación - Exportación

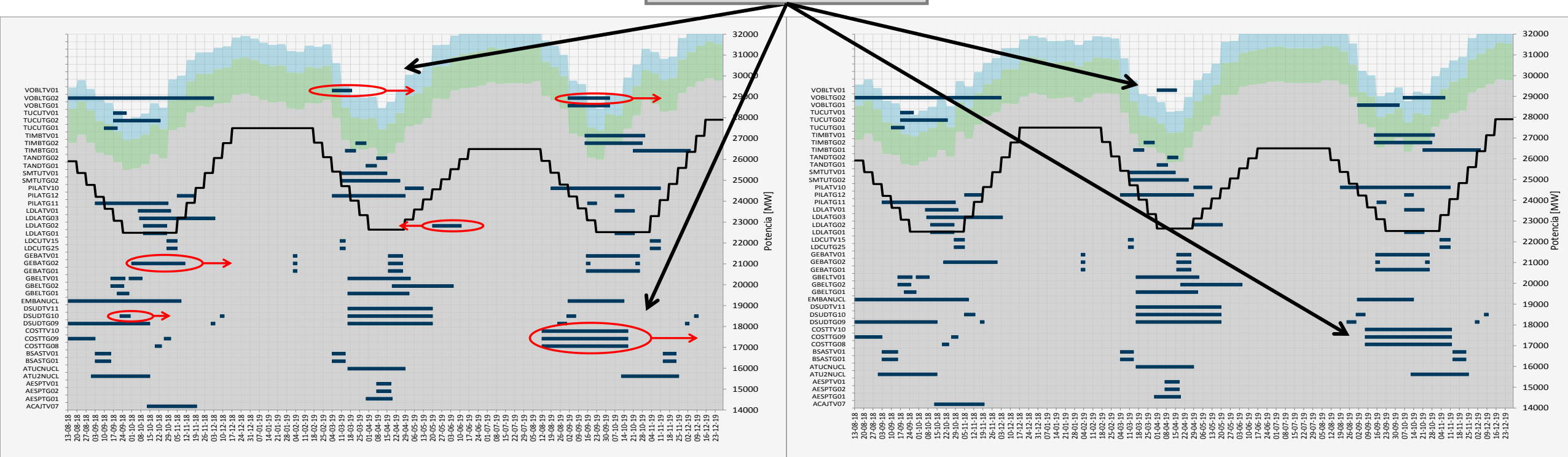
- Intercambios compensados de emergencia. Convenio de Asistencia ante emergencia entre países.
- Intercambios compensados de excedentes turbinables. Conveniencia de importar o exportar con excedentes hidro a compensar la energía en el futuro.
- Ofertas de oportunidad de excedentes circunstanciales. Oportunidad de importar o exportar a costo (min entre $\frac{1}{2}$ Costo marginal y 28 U\$/MWh, valor Res 1) y , cualquiera su origen, ofertas semanales interrumpibles.
- Acuerdo de provisión de energía Interrumpible con comercializadores a costo (min entre $\frac{1}{2}$ Costo marginal y 28 U\$/MWh, valor Res 1).



Coordinación de Mantenimientos

Se coordinan las fechas de salida de servicio por Mantenimientos Estacionales de cada unidad, a fin de evitar afectación a la seguridad de abastecimiento.
(reducciones de reservas, superposiciones en una misma área o mantenimientos en períodos críticos)

COORDINACIÓN



Servicio de reservas de corto y mediano plazo

Objeto: Las reservas de corto y mediano plazo son las requeridas en la operación por los requerimientos de calidad y seguridad del servicio. Incluye los siguientes tipos de reserva, que se diferencian por las características y velocidad de respuesta:

Reservas de corto plazo

- Reserva instantánea. Es aportada por la demanda en su conjunto, de acuerdo a los criterios y procedimientos establecidos en los Anexos 35 y 41 de LOS PROCEDIMIENTOS.
- Reserva para Regulación de Frecuencia. Es la asignada para RPF y RSF en generadores operando.
- Reserva operativa de CINCO (5) minutos. Máquinas que pueden aportar su oferta en 5 minutos
- Reserva de DIEZ (10) minutos. Ídem 5 minutos.
- Reserva fría de VEINTE (20) minutos. Grupos F/S que pueden cumplir su oferta en 20'.

.....

El OED deberá asignar las reservas señaladas dentro de los niveles requeridos y de acuerdo a los criterios y metodologías de ofertas y disponibilidad que se definen en el Anexo. El OED no podrá forzar generación para obtener la reserva requerida excepto para cumplir con el requerimiento mínimo de reserva para Regulación Primaria de Frecuencia (RPF), de acuerdo al Anexo 23.