



COORDINADOR
ELÉCTRICO NACIONAL

PROGRAMA TALLER

¿Cómo se prepara el Sistema Eléctrico Nacional para enfrentar el eclipse del 2 de julio?



📅 Día: miércoles 19 de junio. ⌚ Hora: de 09:00 a 11:00 hrs. 📍 Lugar: Auditorio Colegio de Ingenieros, Avenida Santa María 0506, Providencia.

Características del Eclipse del 2 de julio de 2019 Experiencia Internacional y Pronósticos

ÍNDICE

• 1 • **Características del Eclipse**

• 2 • **Experiencias Internacionales**

• 3 • **Pronóstico en el SEN**

ÍNDICE

• 1 • **Características del Eclipse**

• 2 • **Experiencias Internacionales**

• 3 • **Pronóstico en el SEN**

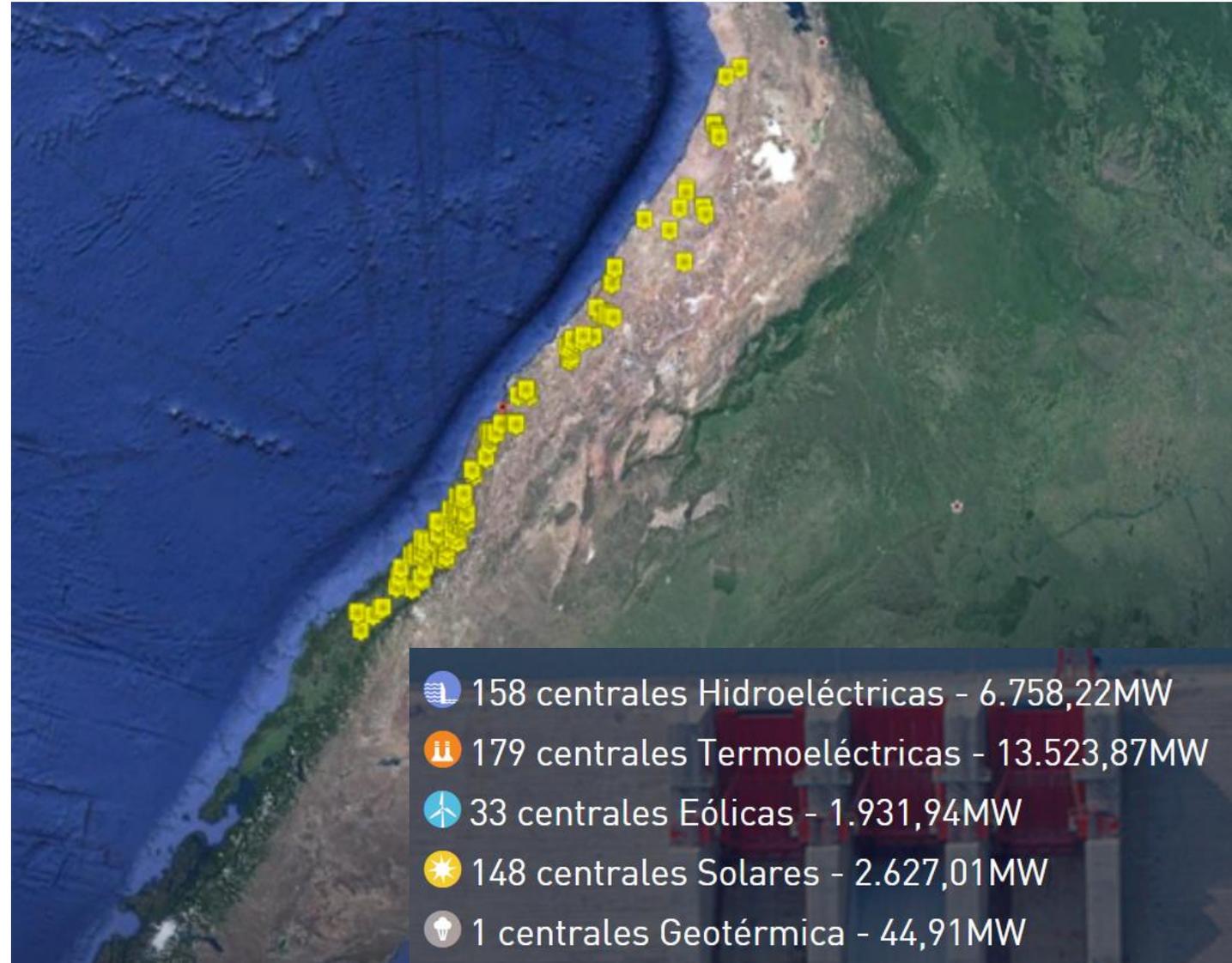
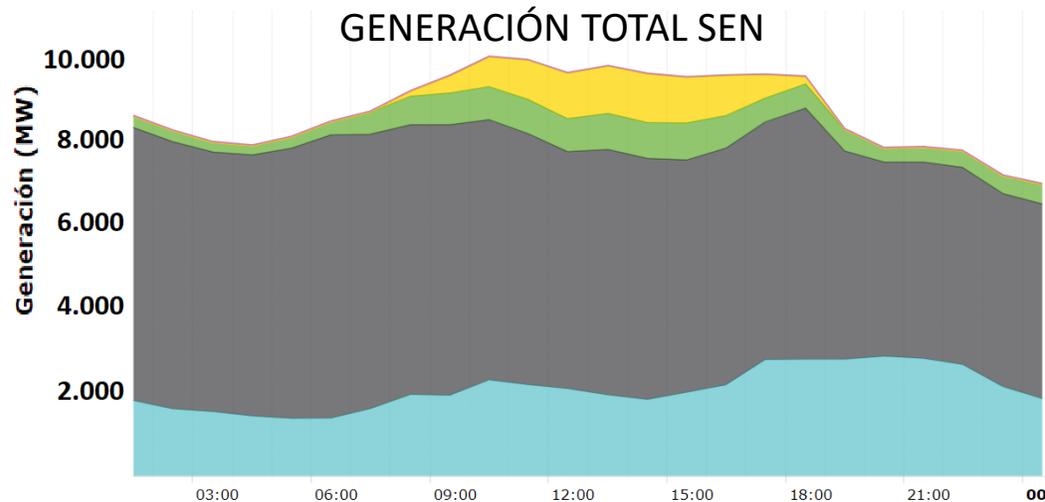
1.- Características del Eclipse

Capacidad Instalada de generación solar representa el 10,6% en el Sistema Eléctrico Nacional

GENERACIÓN SOLAR SEN (fuente: Infotécnica)

ARICA Y PARINACOTA	8 MW
TARAPACÁ	161 MW
ANTOFAGASTA	831 MW
ATACAMA	898 MW
COQUIMBO	160 MW
VALPARAISO	113 MW
METROPOLITANA	277 MW
O'HIGGINS	129 MW
MAULE	16 MW
ÑUBLE	9 MW

GENERACIÓN TOTAL SEN



1.- Características del Eclipse

 2 de julio de 2019 — Total Solar Eclipse — La Serena, Chile

2 de jul de 2019, 16:39



Max View in La Serena

Global Event: Total Solar Eclipse

Local Type: Total Solar Eclipse, in La Serena

Begins: mar, 2 de jul de 2019, 15:22

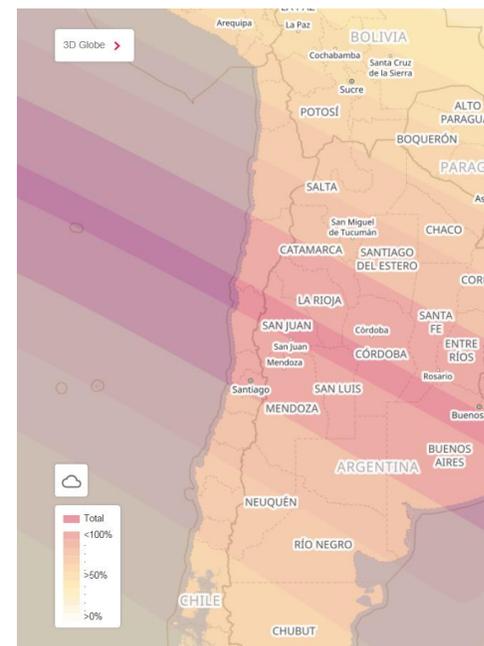
Maximum: mar, 2 de jul de 2019, 16:39 1,01 Magnitude

Ends: mar, 2 de jul de 2019, 17:46

Duration: 2 hours, 24 minutes

Totality: 2 minutes, 18 seconds

Ciudad	Región	Inicio	Máximo	Final	Grado de Oscurecimiento
Arica	Arica y Parinacota	15:32:40	16:46:06	17:50:01	65%
Iquique	Tarapacá	15:31:28	16:45:43	17:50:18	71%
Antofagasta	Antofagasta	15:28:15	16:44:02	17:50:00	83%
Copiapó	Atacama	15:25:46	16:42:00	17:48:33	95%
La Serena	Coquimbo	15:22:38	16:39:23	17:46:35	100%
Valparaíso	Valparaíso	15:20:15	16:36:30	17:43:41	92%
Santiago	Metropolitana	15:21:34	16:37:06	17:43:44	92%
Rancagua	O'Higgins	15:21:03	16:36:21	17:42:56	90%
Talca	Maule	15:18:56	16:34:18	17:41:06	85%
Concepción	Biobío	15:16:07	16:31:35	17:38:37	79%
Temuco	Araucanía	15:15:53	16:30:05	17:36:21	75%
Valdivia	Los Ríos	15:14:27	16:28:17	17:34:25	71%
Puerto Montt	Los Lagos	15:14:07	16:26:46	17:32:09	67%
Coyhaique	Aysén	15:13:12	16:22:43	17:15:19 (*)	59%
Punta Arenas (**)	Magallanes	16:09:55	17:13:33	17:36:50 (*)	46%



Time	Phase	Event	Direction	Altitude
15:22 <i>mar, 2 de jul</i>		Partial Eclipse begins <i>The Moon touches the Sun's edge.</i>	 320°	 25.5°
16:38 <i>mar, 2 de jul</i>		Full Eclipse begins <i>The Sun becomes totally eclipsed.</i>	 307°	 13.7°
16:39 <i>mar, 2 de jul</i>		Maximum Eclipse <i>Moon is closest to the center of the Sun.</i>	 306°	 13.5°
16:40 <i>mar, 2 de jul</i>		Full Eclipse ends <i>The total eclipse ends.</i>	 306°	 13.3°
17:46 <i>mar, 2 de jul</i>		Partial Eclipse ends <i>The Moon leaves the Sun's edge. Sun close to horizon, recommend going to a high point.</i>	 297°	 1.5°

(*) Hora corresponde a la puesta de sol, la cual se produce previo al fin del eclipse en dicha ubicación.

(**) Horas expresadas en la zona horaria de Magallanes (GMT-3).

ÍNDICE

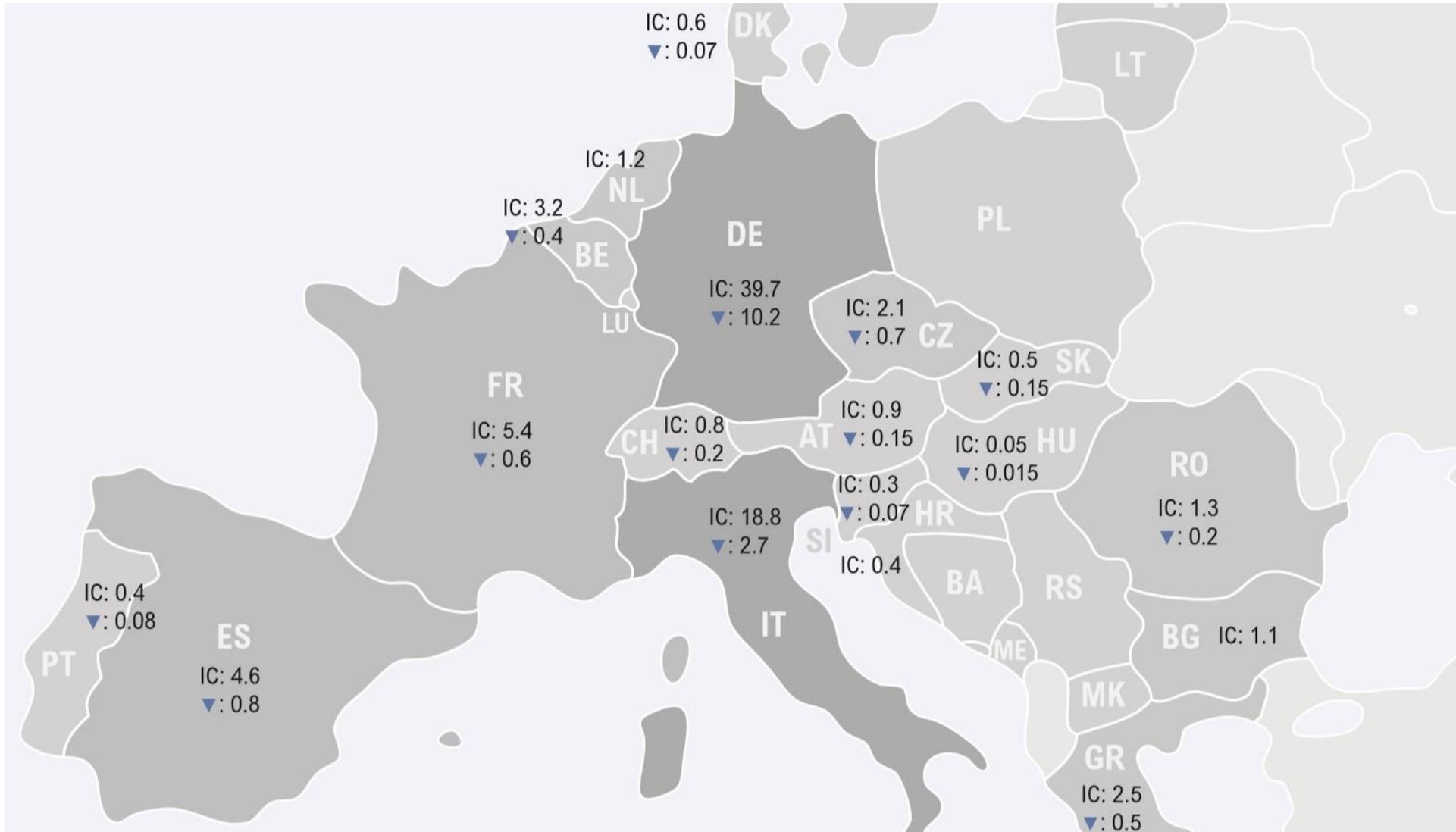
• 1 • Características del Eclipse

• 2 • **Experiencias Internacionales**

• 3 • Pronóstico en el SEN

2.- Experiencias Internacionales

Eclipse Solar afectó a Europa el 20 de marzo de 2015 con 90 GW de capacidad de generación solar

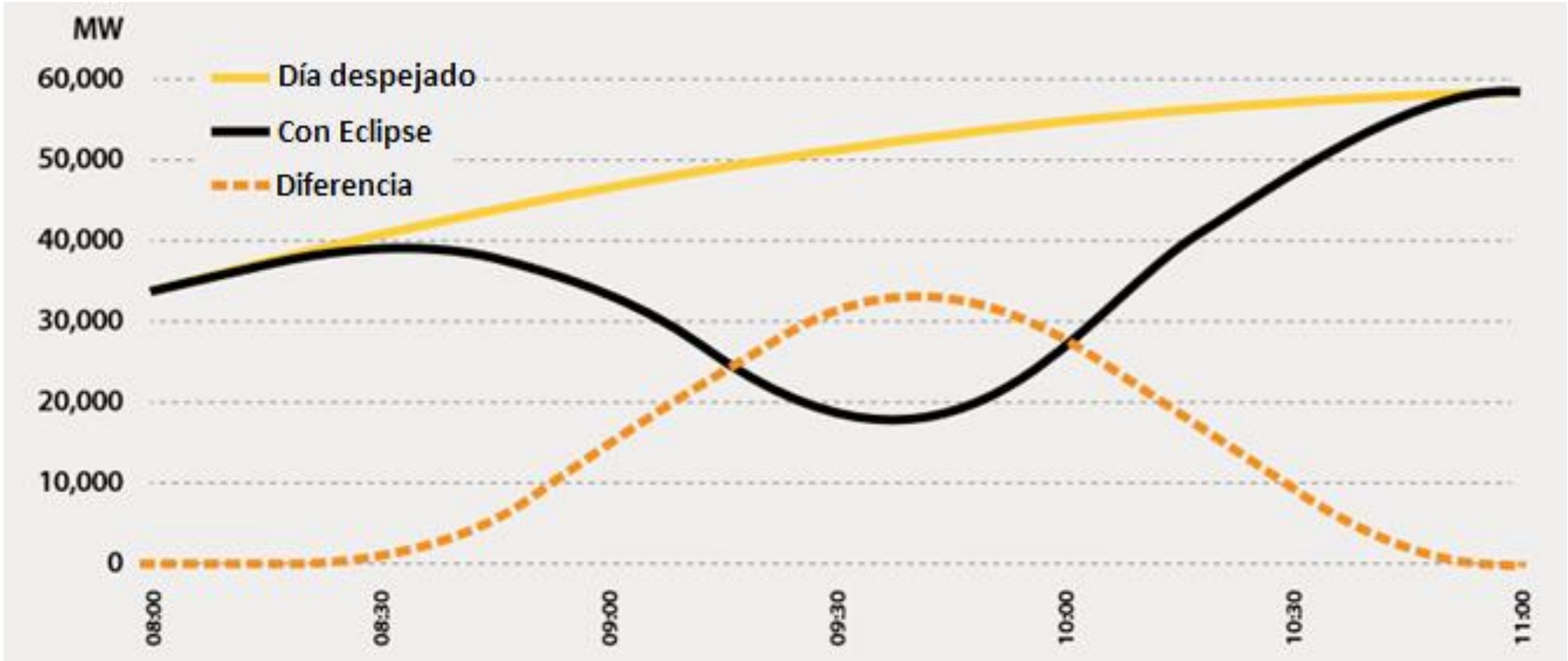


Alemania, Italia, Francia y España concentran el 75% de la capacidad de generación solar

Capacidad Instalada PV en Europa y reducción esperada (GW)

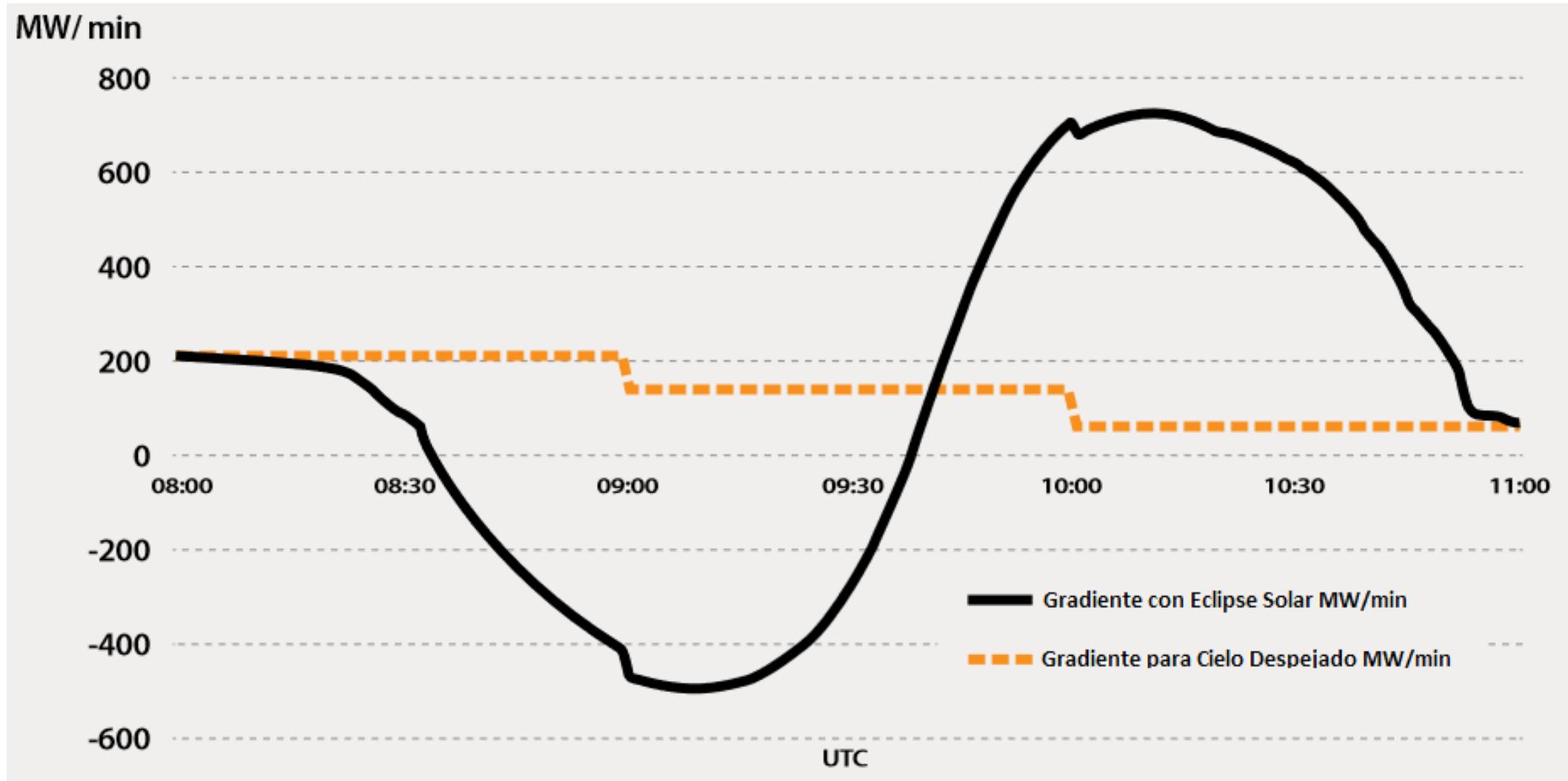
2.- Experiencias Internacionales

Se determinó una reducción estimada de generación solar de 35 GW, pero el principal desafío era la disminución de 20 GW en 1 hora y, posteriormente, su rápido aumento en casi 40 GW



2.- Experiencias Internacionales

Los pronósticos realizados estimaron tasas de reducción e incremento de generación solar que son 2 a 4 veces mayores que las tasas diarias normales del amanecer y el atardecer, respectivamente.



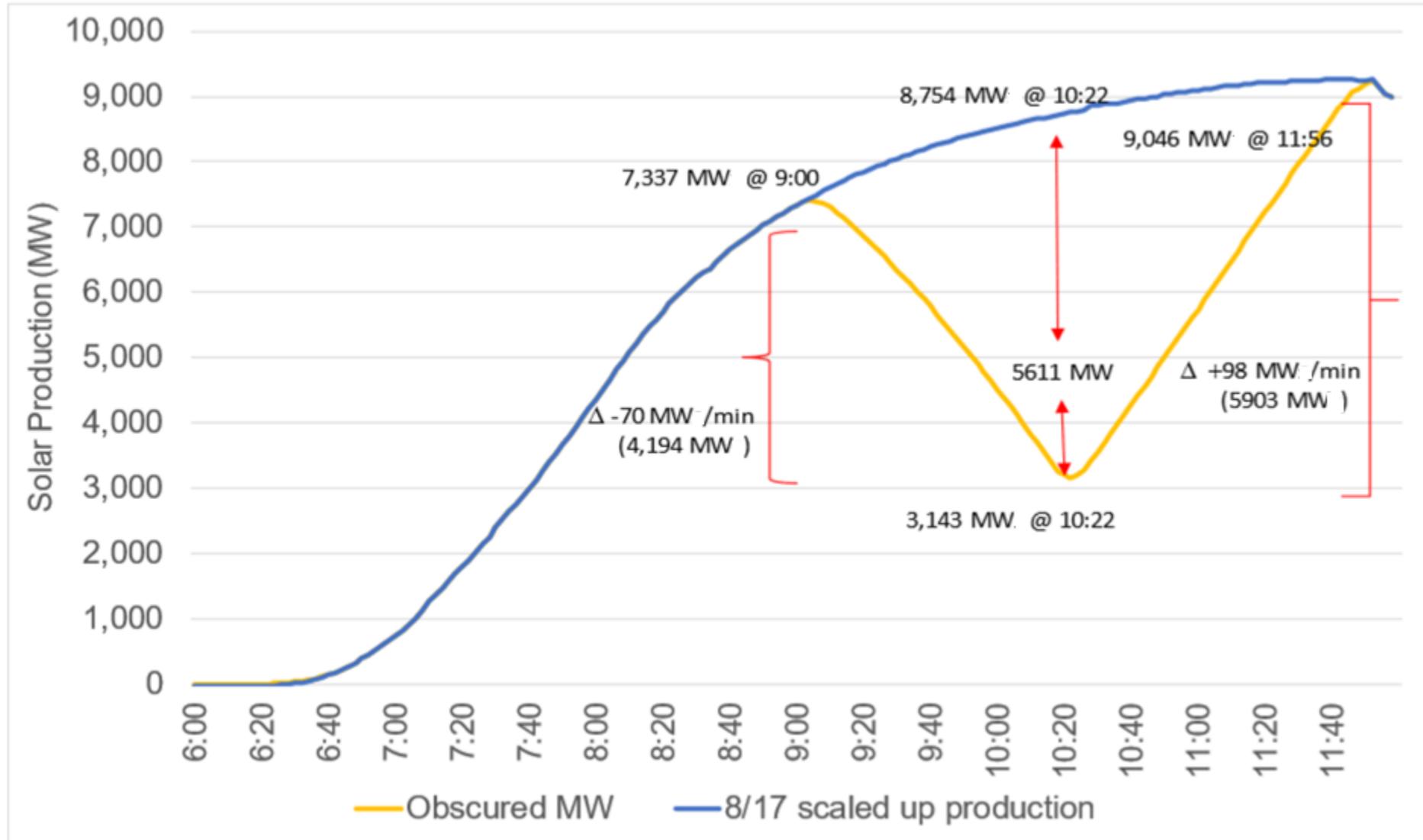
2.- Experiencias Internacionales

Principales lecciones aprendidas

- ✓ Establecimiento de conceptos operacionales especiales para las reservas.
- ✓ Mayores reservas para control de frecuencia (hasta el doble en Alemania).
- ✓ Mantener Error de Control de Área igual a cero.
- ✓ Uso estratégico del almacenamiento en centrales de bombeo.
- ✓ Limitar trabajos programados durante el día del eclipse.
- ✓ Menores transferencias por corredores HVDC entre los países nórdicos, el Reino Unido y Europa continental.
- ✓ Telecomunicaciones de emergencia activadas permanentemente, con respaldo.
- ✓ Capacitación especializada para operadores a través del OTS.
- ✓ Coordinación con operadores de los sistemas de distribución.
- ✓ Reducción anticipada y controlada de la generación fotovoltaica en Italia

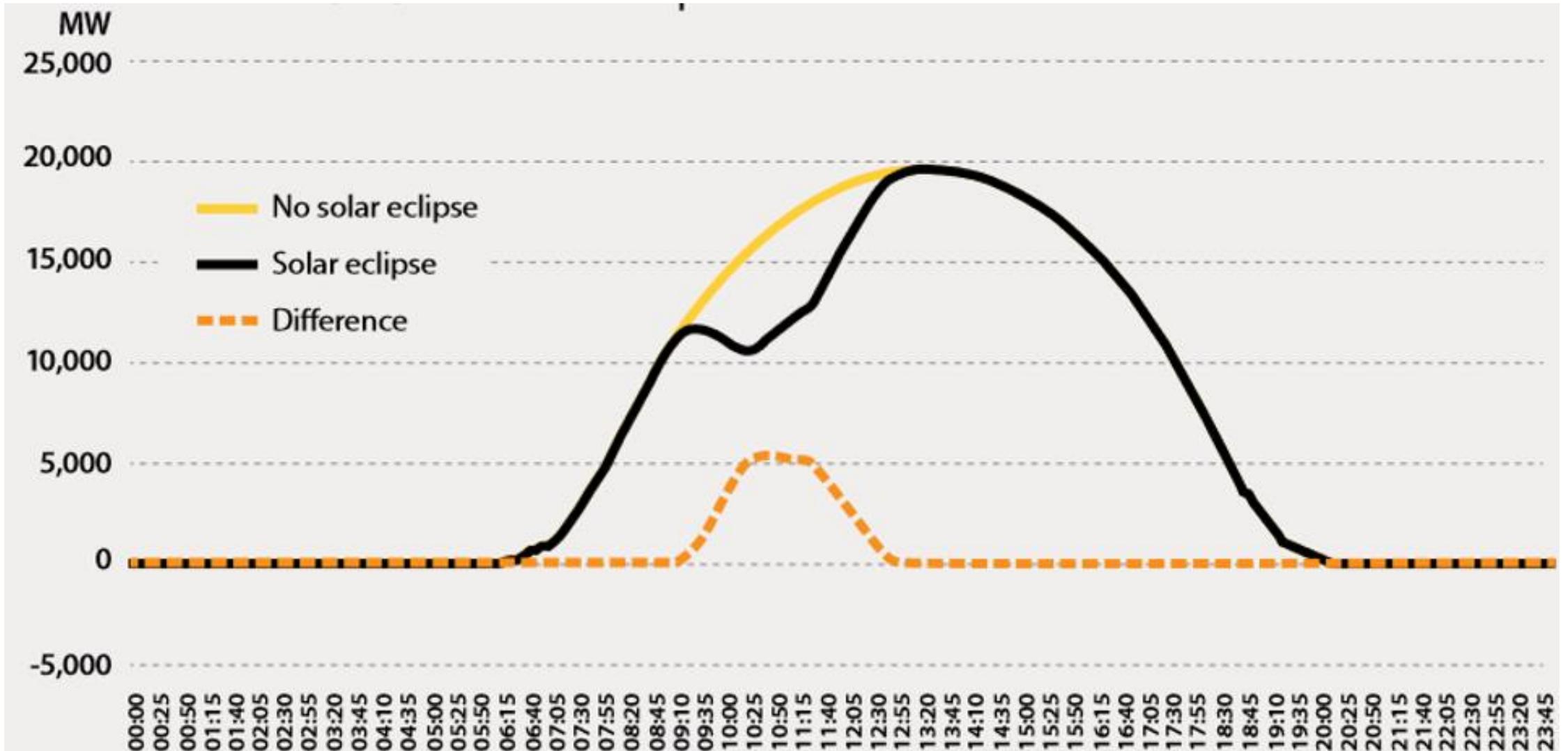
2.- Experiencias Internacionales

El sistema operado por CAISO tenía 10.000 MW de capacidad instalada de generación PV. Además, se estimó en 5.800 MW la generación solar distribuida en techos



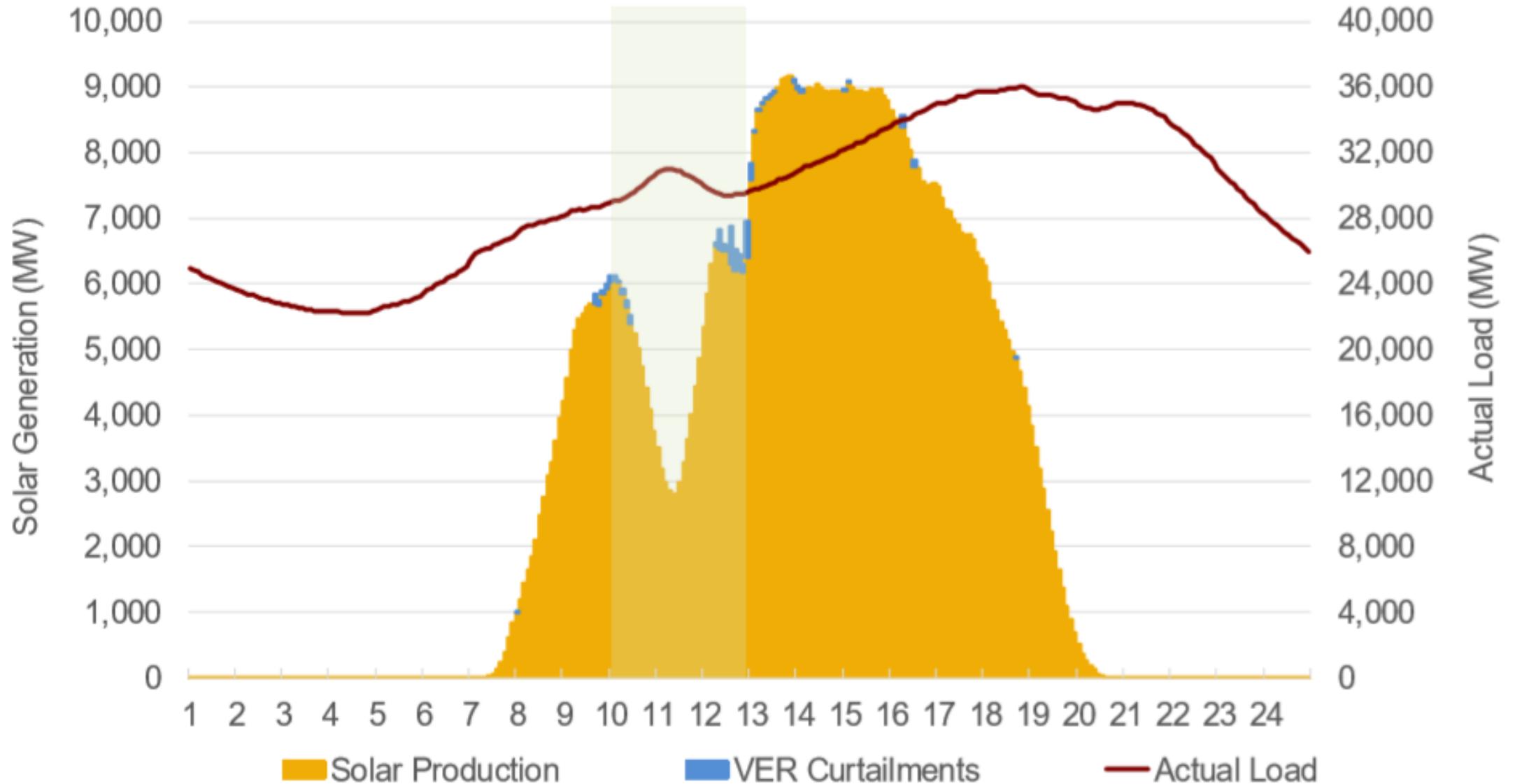
2.- Experiencias Internacionales

La reducción estimada de la generación solar total (UPV y DPV) fue de 5.000 MW



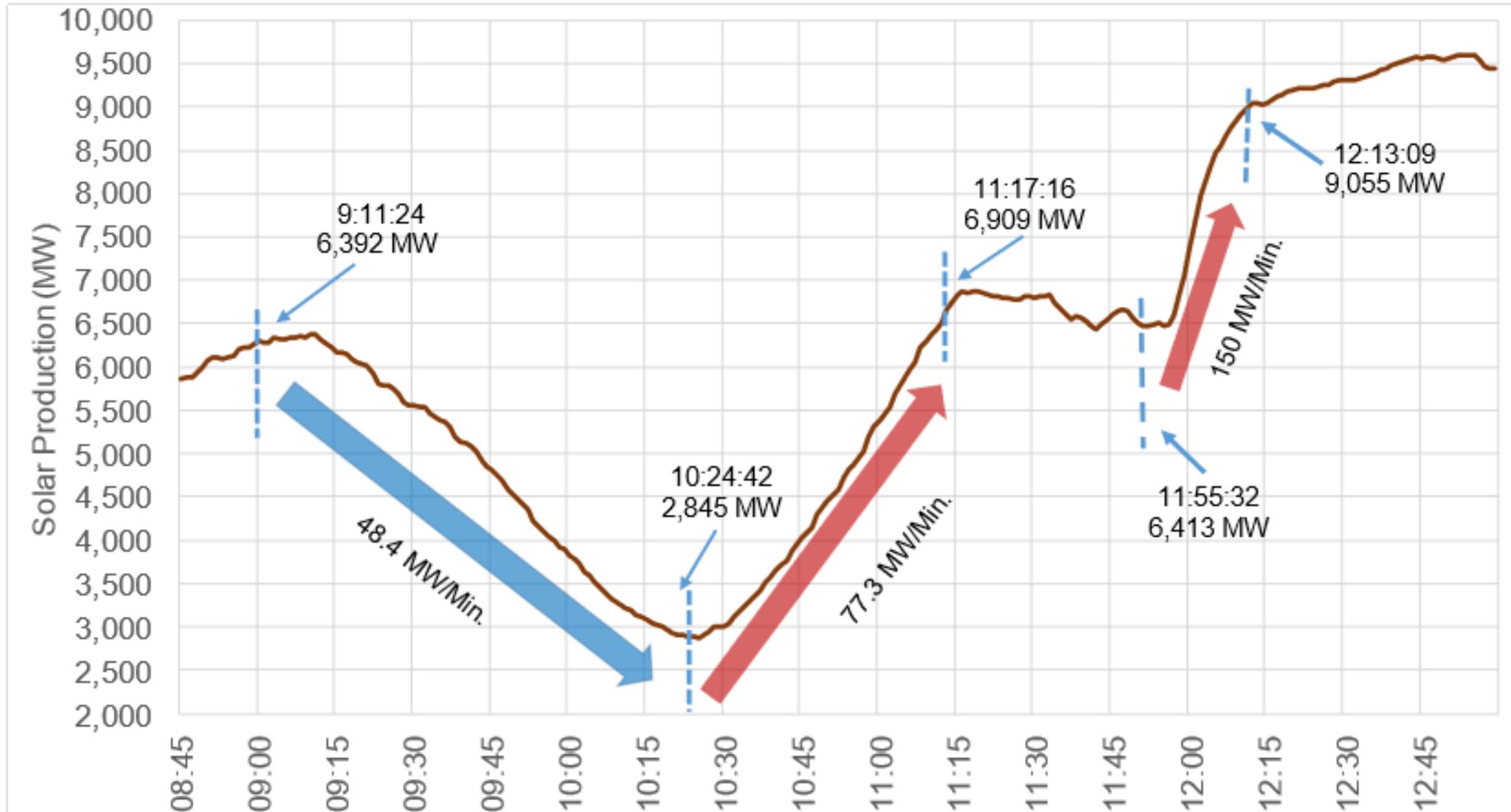
2.- Experiencias Internacionales

Se realizaron recortes de la generación solar al inicio y al final del eclipse



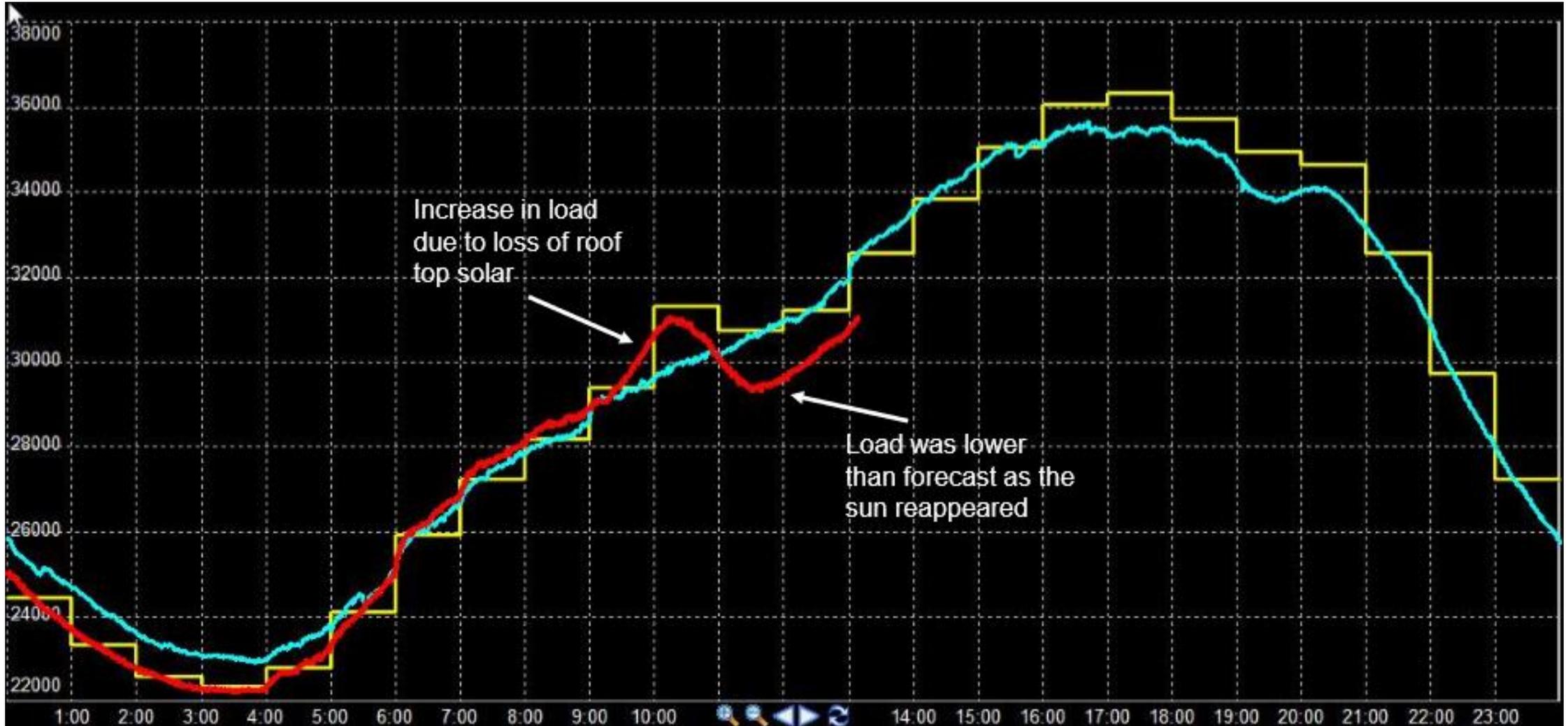
2.- Experiencias Internacionales

Generación solar y rampas reales durante el eclipse



2.- Experiencias Internacionales

Aumento de demanda por reducción de generación solar en techos.



2.- Experiencias Internacionales

Principales Lecciones aprendidas

- ✓ Planificación y preparación realizadas con mucha antelación dado el alto impacto del evento.
- ✓ Plan de preparación centrado en las estrategias operativas y de comunicación.
- ✓ El pronóstico preciso dado el alto monto de generación solar reducida y altas de rampas de bajada y subida.
- ✓ Capacitación específica adicional a los operadores de CAISO.
- ✓ Comunicaciones permanentes sobre las condiciones esperadas, incluidas las compañías de gas, de energía hidroeléctrica y de recursos solares.
- ✓ Control operacional más estricto durante el eclipse, incluida mayor reserva de regulación y ajuste de bandas del AGC.
- ✓ Limitación de generación solar en la etapa final del eclipse por imposibilidad de reducir rápidamente la generación convencional.

ÍNDICE

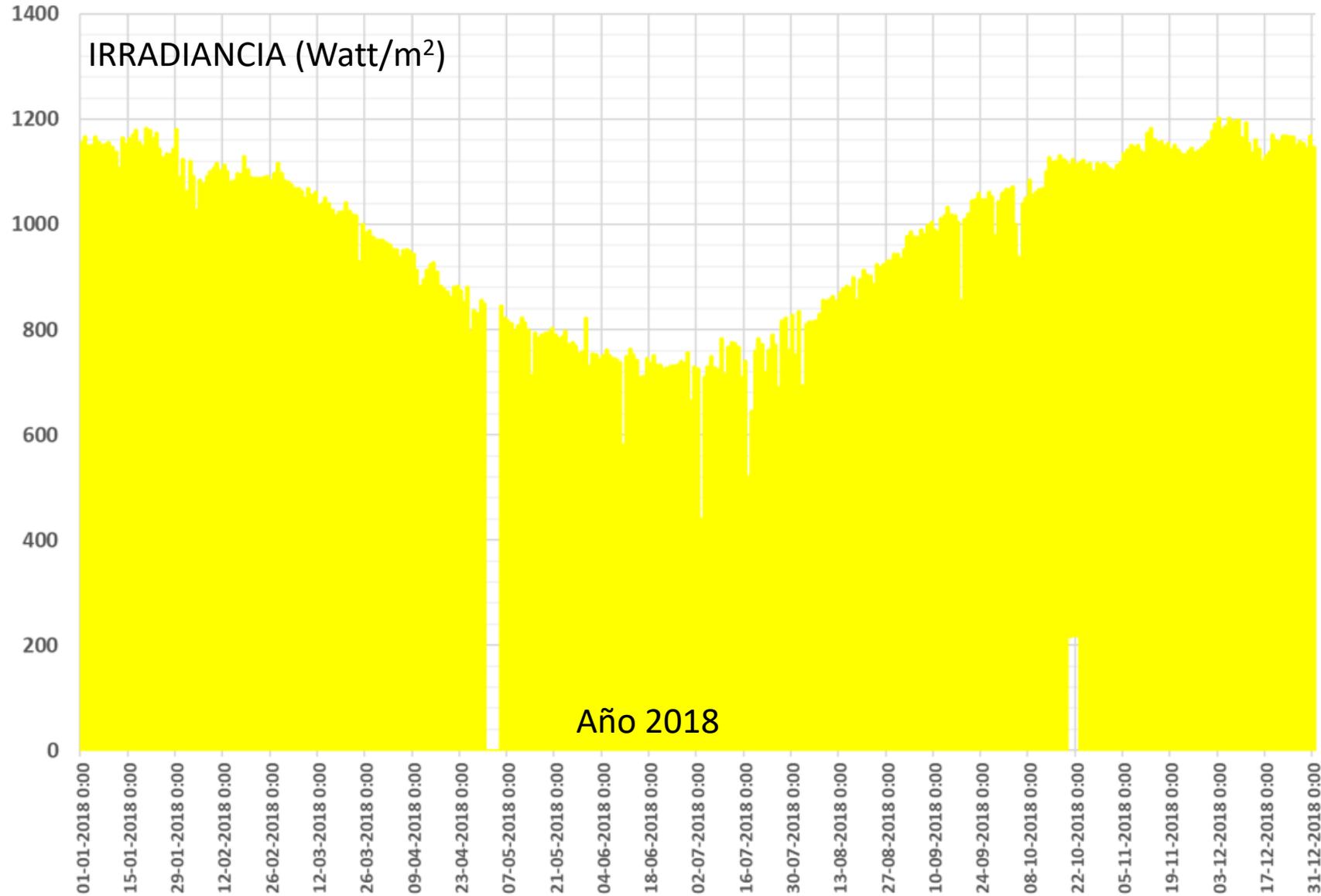
• 1 • Características
del Eclipse

• 2 • Experiencias
Internacionales

• 3 • Pronóstico en el
SEN

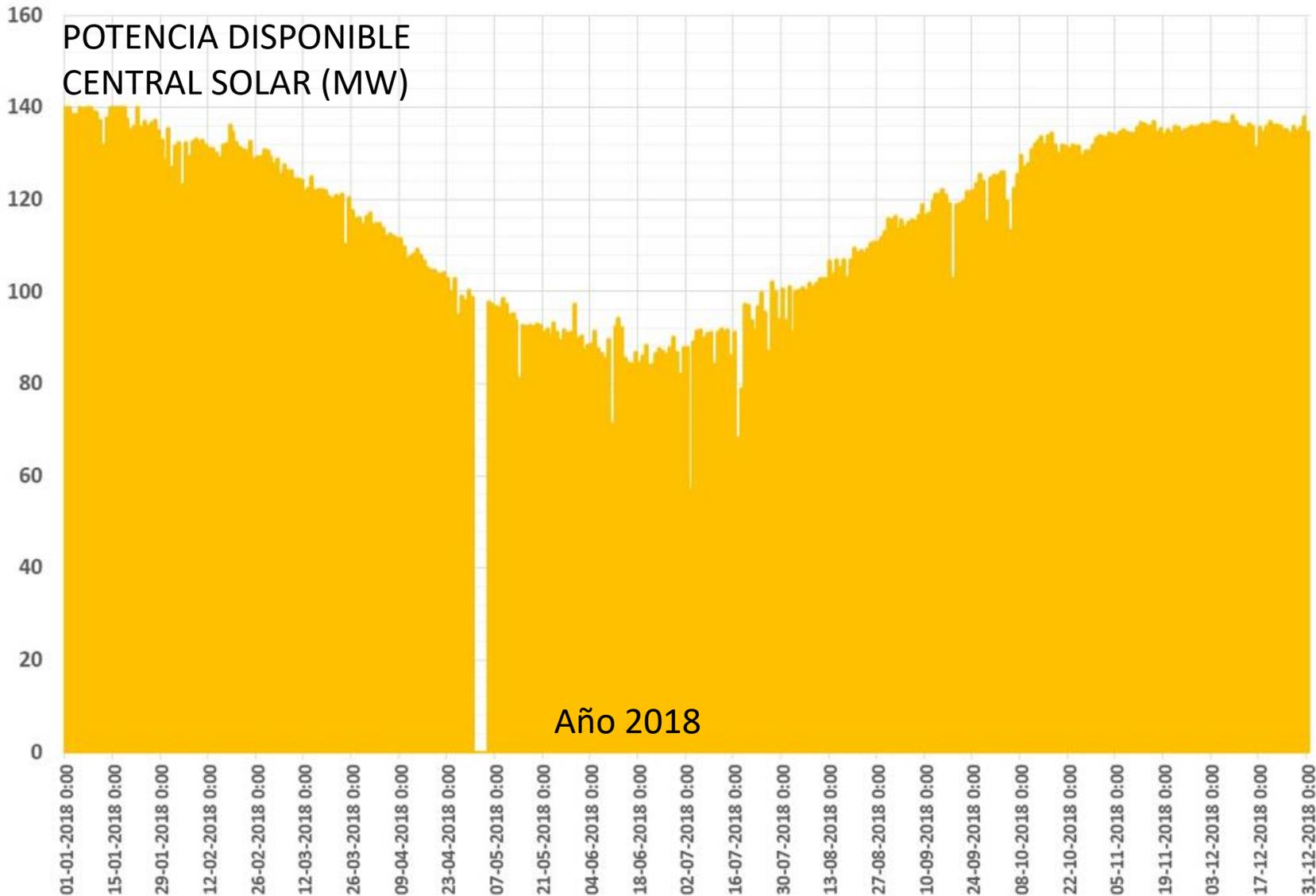
3.- Pronóstico del Impacto en el SEN

Eclipse ocurrirá en escenario favorable, menores niveles de irradiancias máximas



3.- Pronóstico del Impacto en el SEN

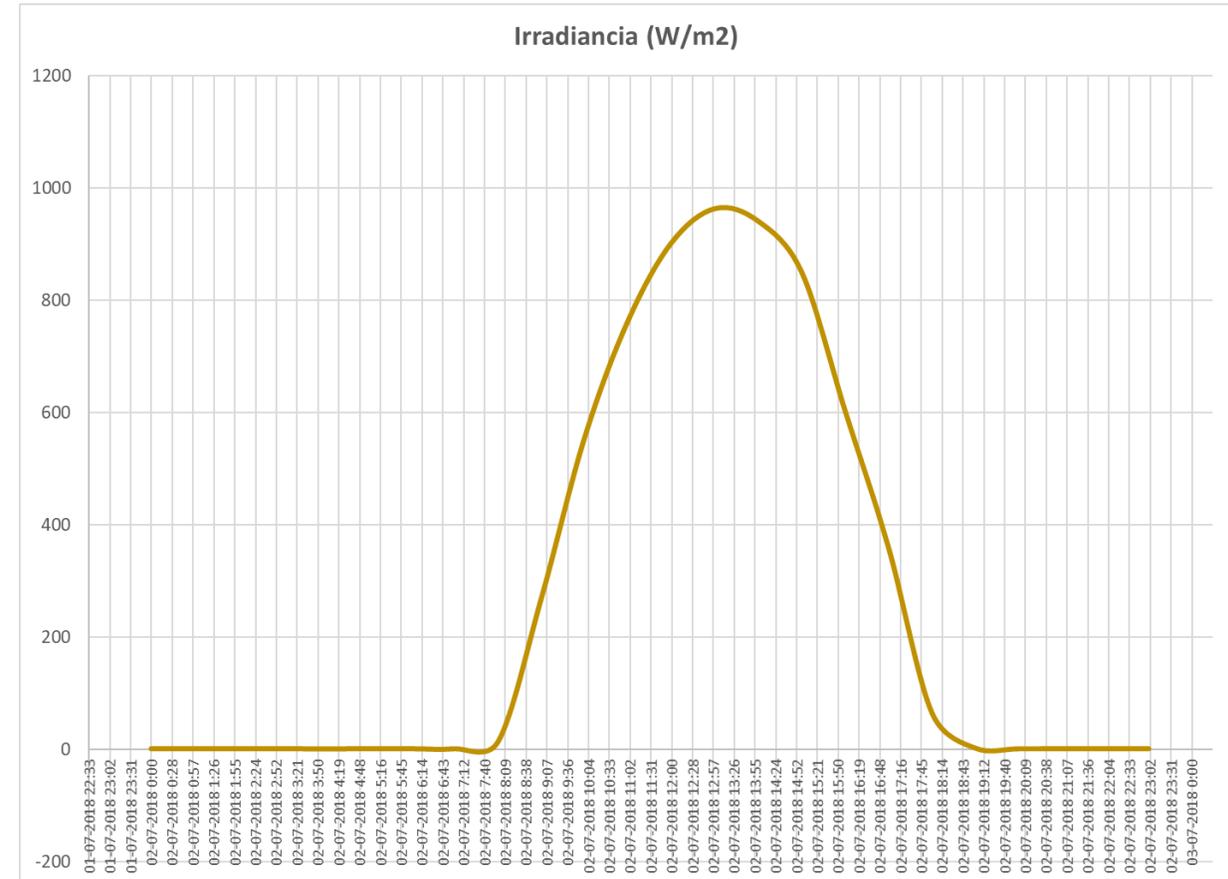
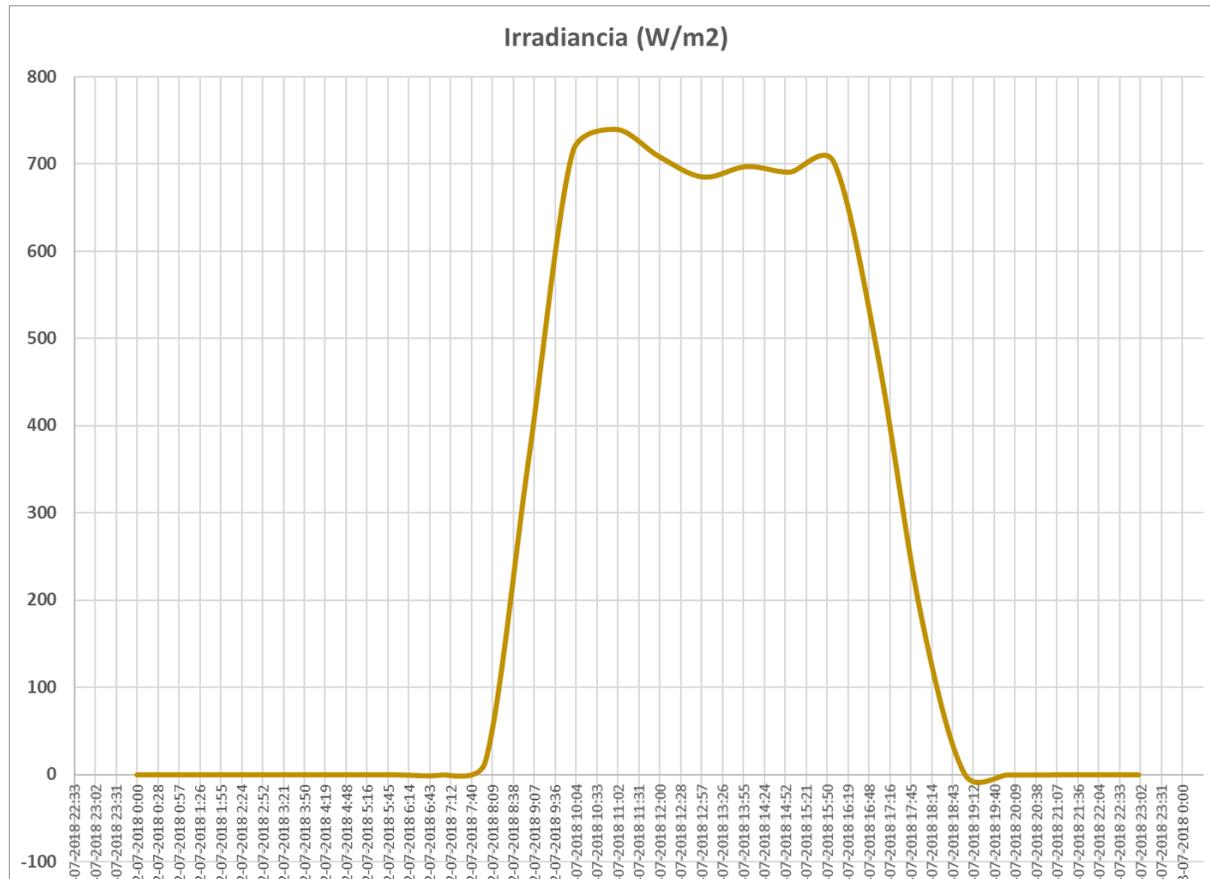
Potencias solares disponibles máximas entre un 60% a 70% de la capacidad



3.- Pronóstico del Impacto en el SEN

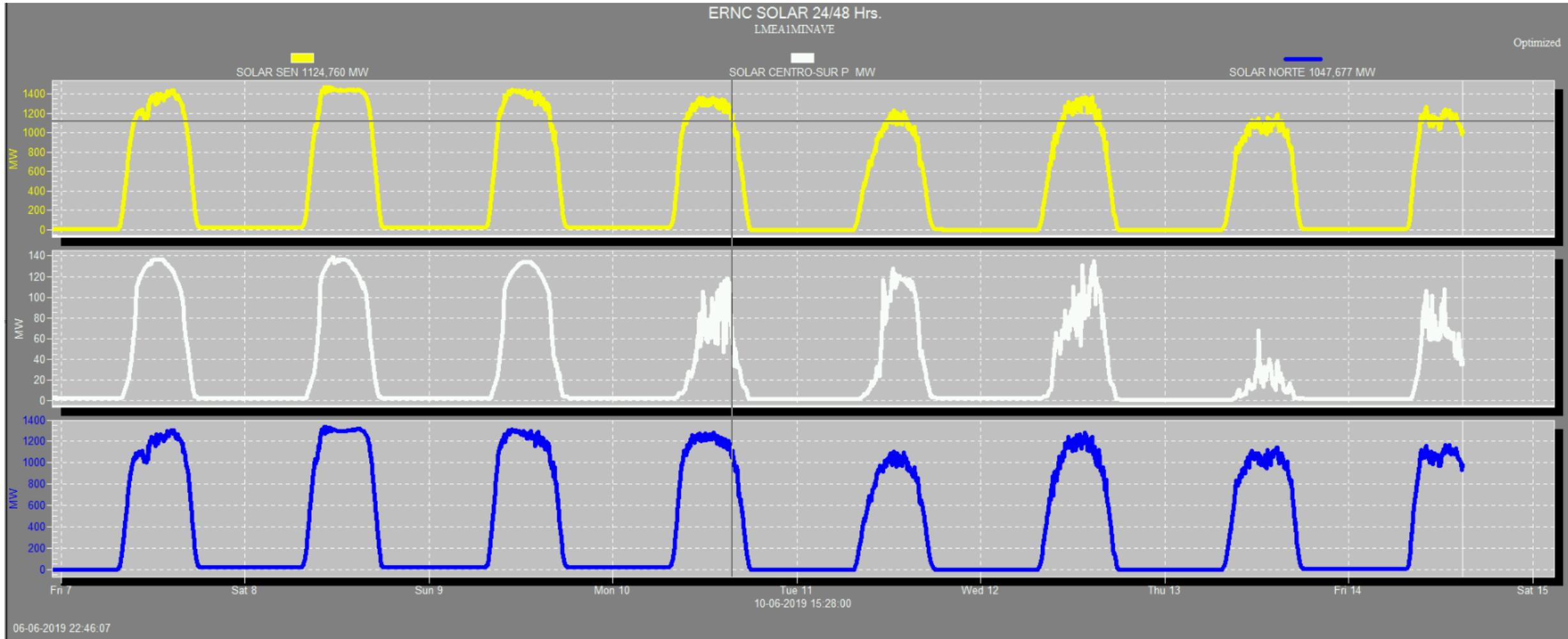
Irradiancia diaria en parques de generación solar

- Eclipse comenzará cuando la irradiancia sea inferior a la máxima diaria.
- Se estima que, al comienzo del eclipse, las potencias disponibles estarán en torno al 70% de la máxima diaria.



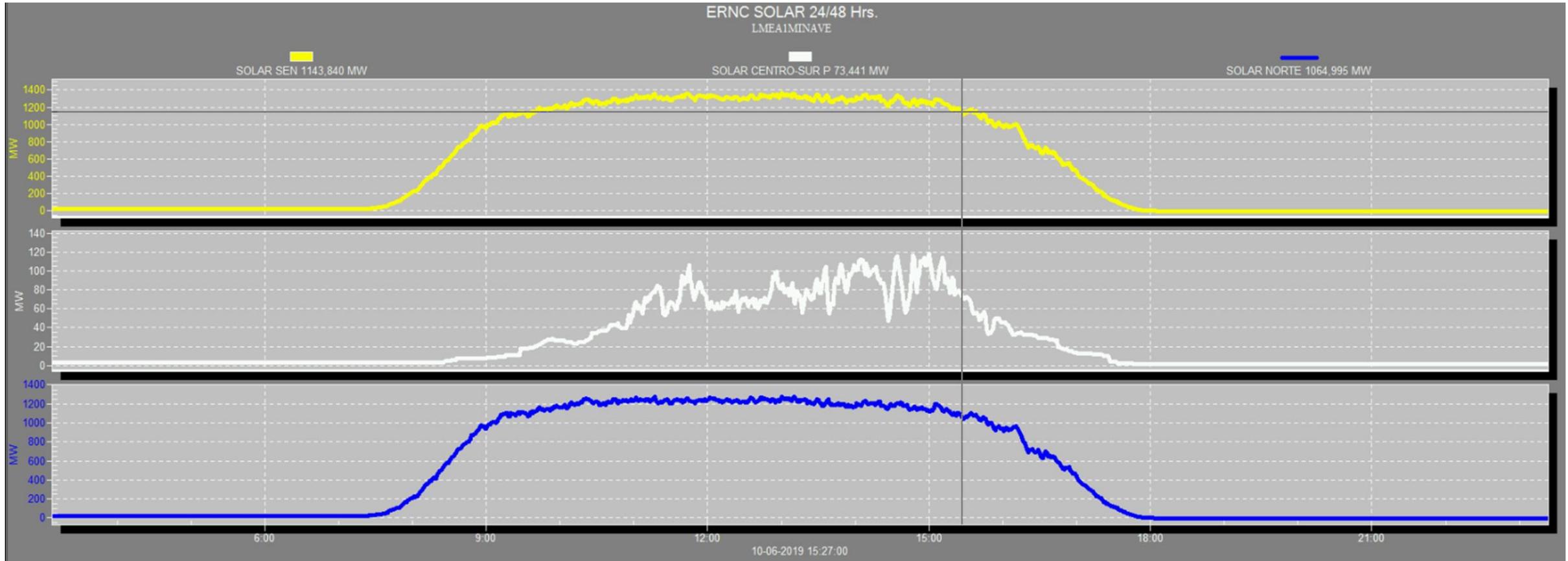
3.- Pronóstico del Impacto en el SEN

Generación solar durante última semana en el SEN, con generaciones máximas entre 1100 MW y 1400 MW



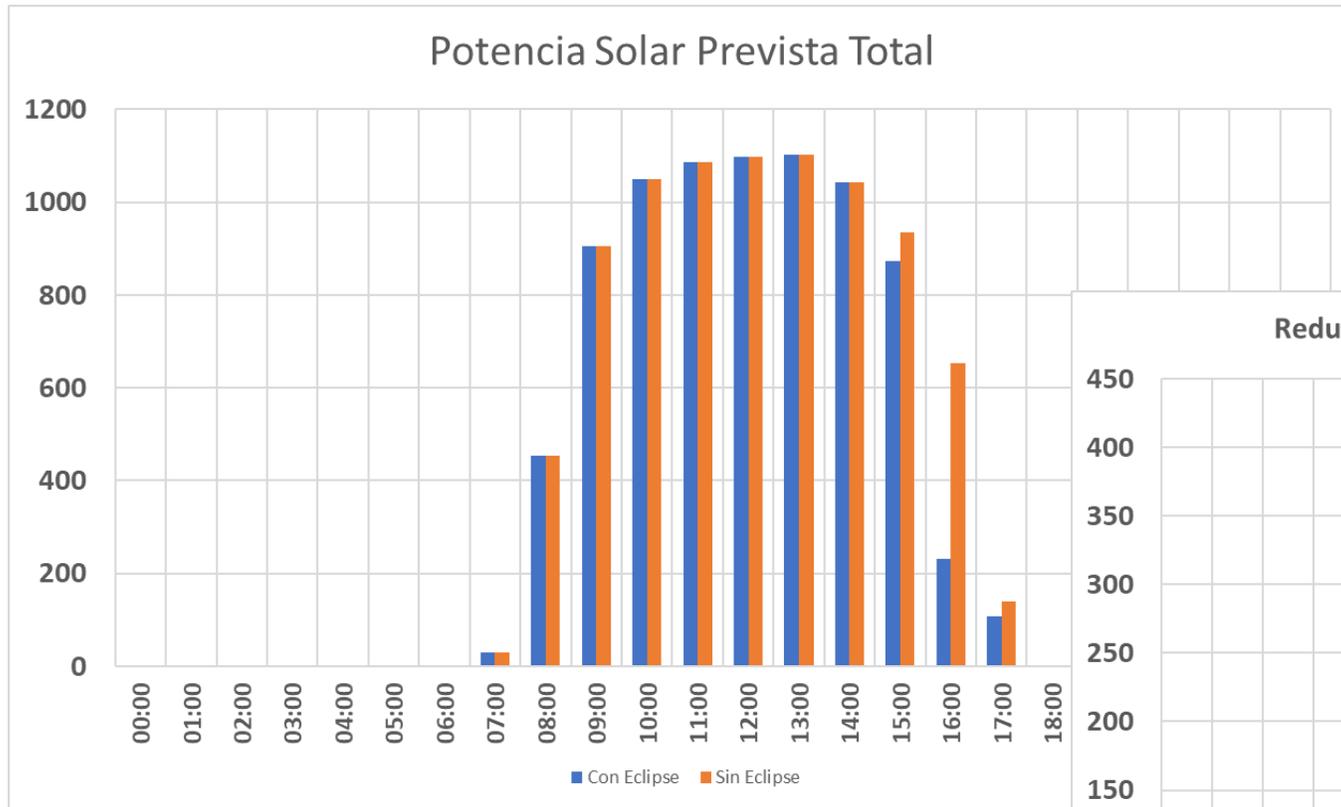
3.- Pronóstico del Impacto en el SEN

Generación solar en el SEN el día 10 de junio (día equivalente con respecto al solsticio de invierno del día 21 de junio)

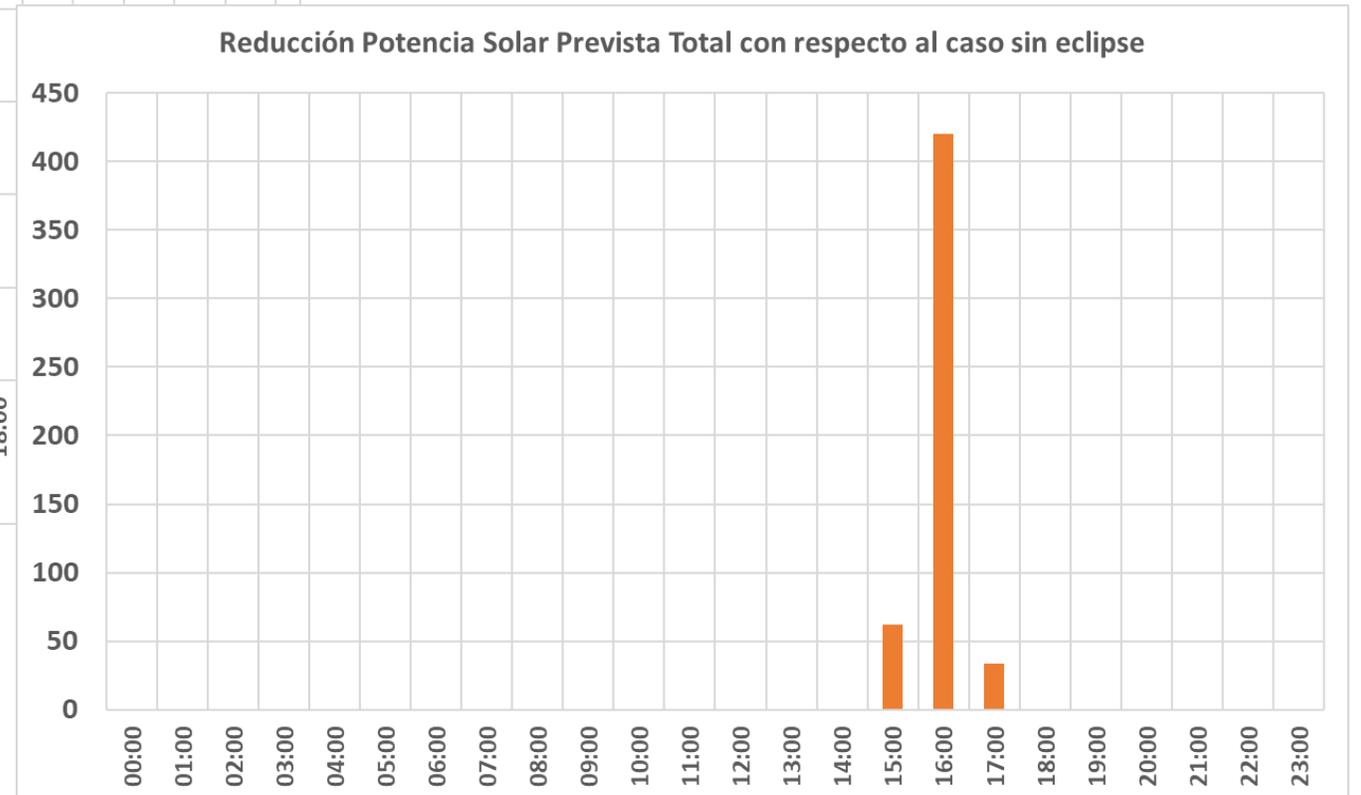


3.- Pronóstico del Impacto en el SEN

Pronóstico generación de empresa especializada en pronósticos para un día despejado



Evaluación del grado de oscurecimiento, es decir, la parte del disco solar que está oculta por la luna. Esta variable se utiliza como una corrección de la irradiancia.

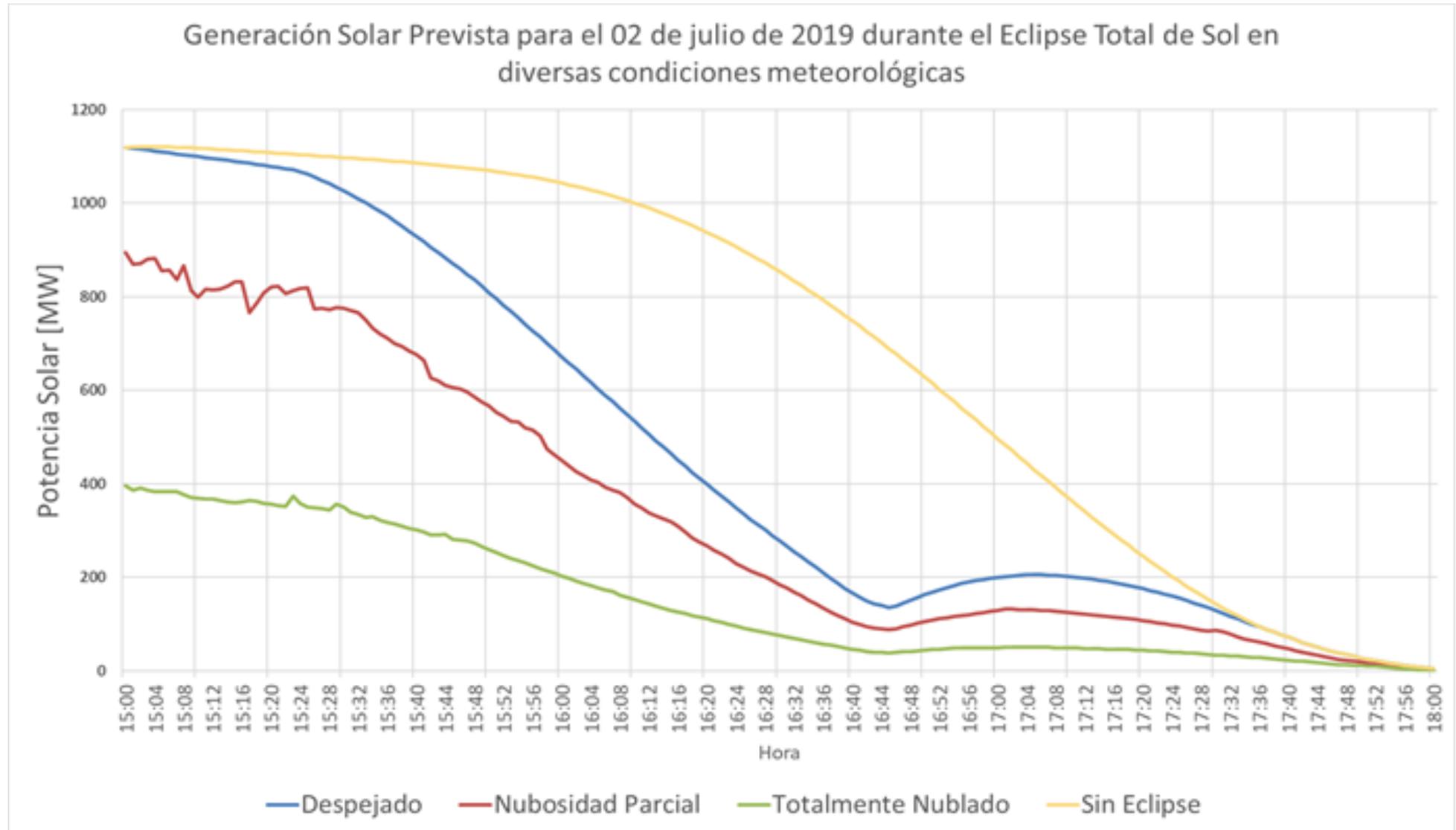


Alex Montornès, Bernat Codina, Zack J., Sola, Y., de la Universidad de Barcelona. Año 2015:

“Implementation of the Bessel’s method for solar eclipses prediction in the WRF-ARW model”

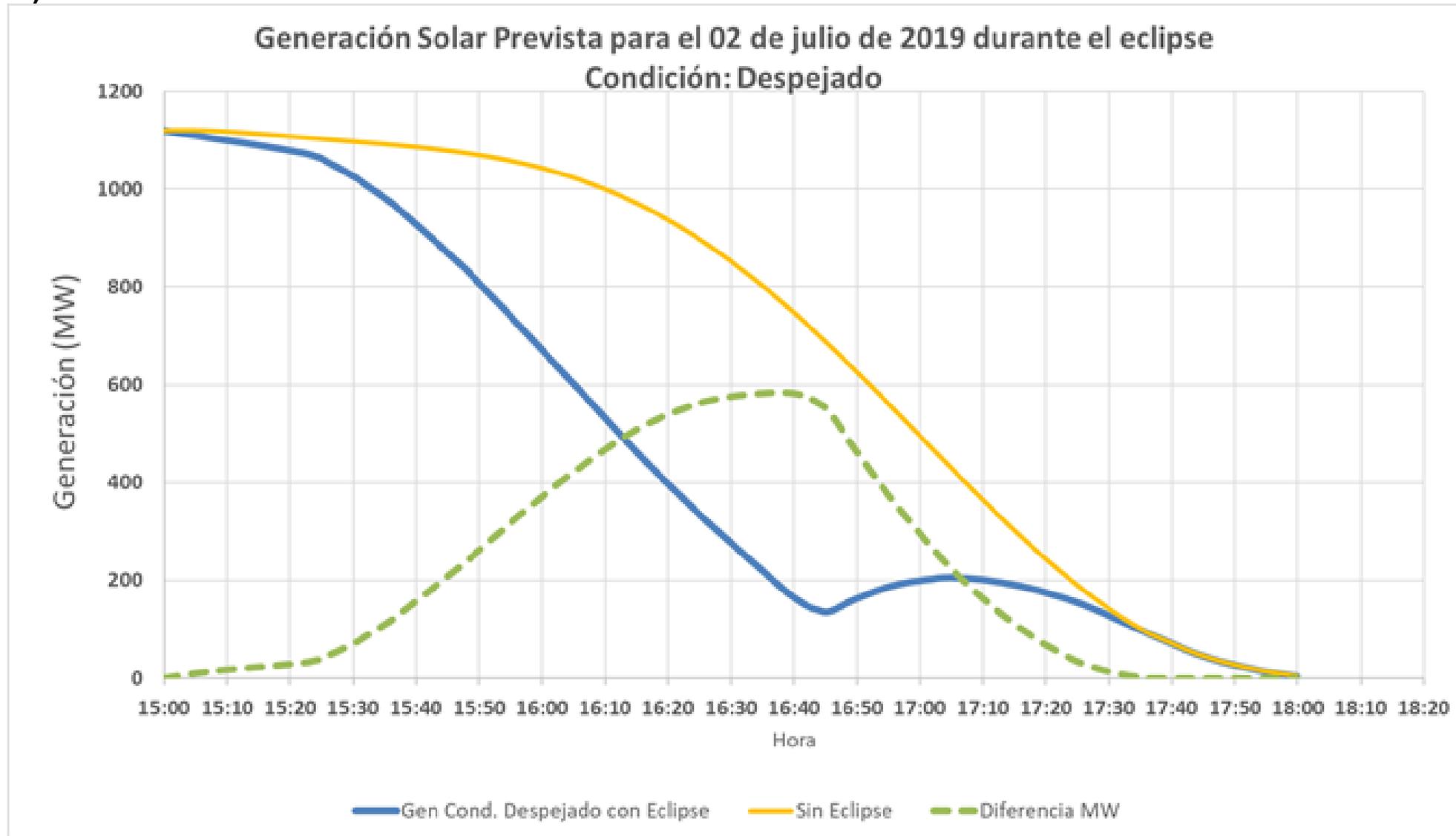
3.- Pronóstico del Impacto en el SEN

Pronósticos con mayor resolución para evaluar real impacto eclipse sobre la generación solar. Condición meteorológica del día influirá sobre el grado de impacto.



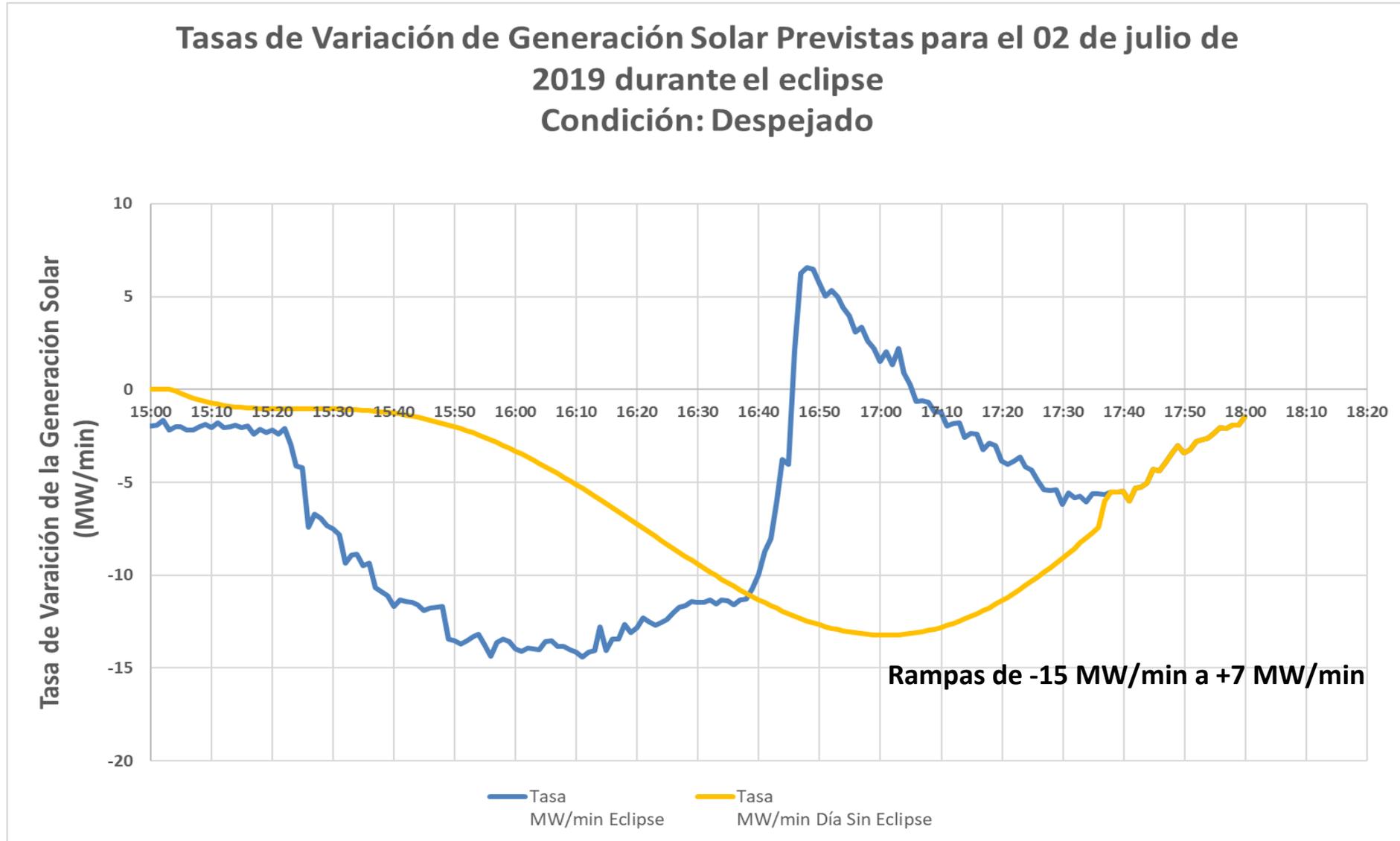
3.- Pronóstico del Impacto en el SEN

Para un día despejado, el déficit máximo de generación con respecto a la condición normal (sin eclipse) sería del orden de 600 MW



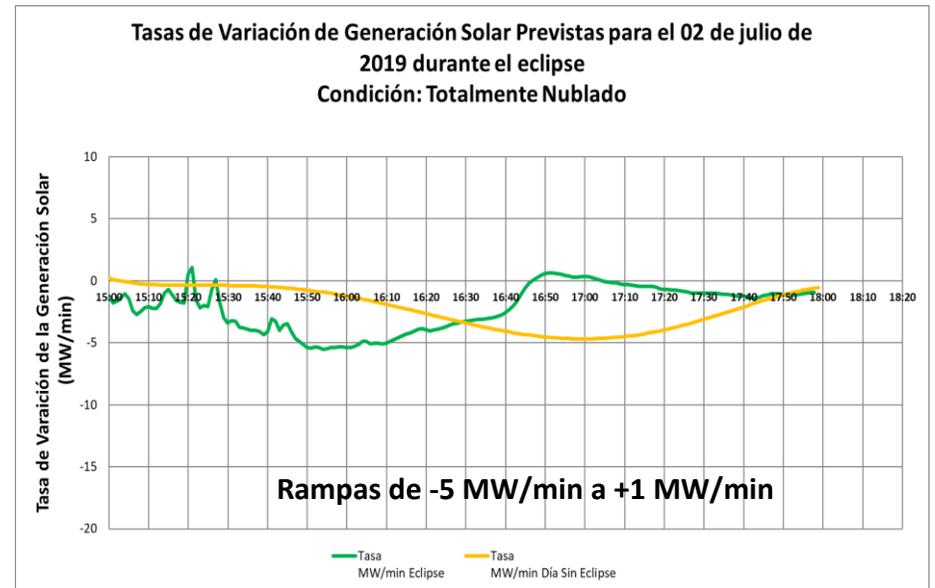
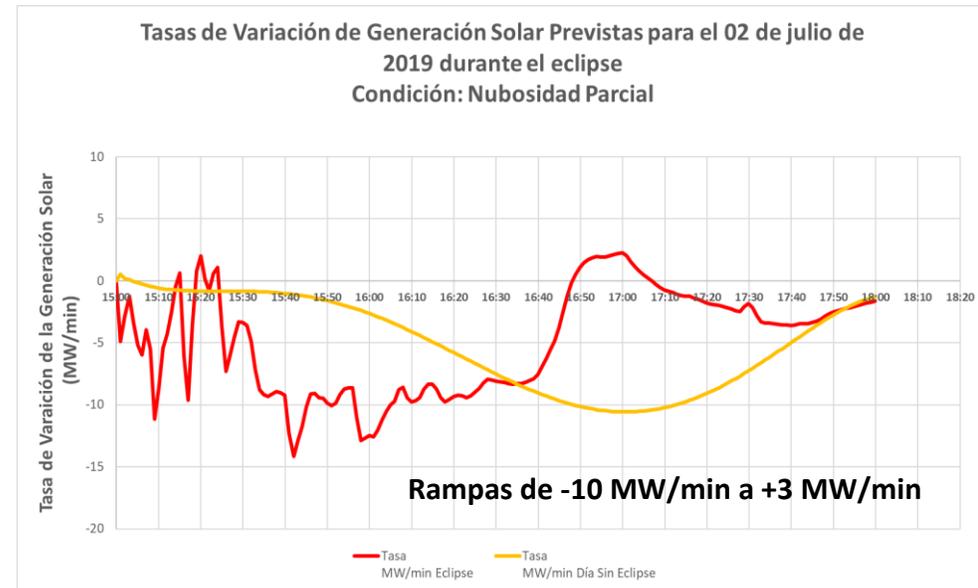
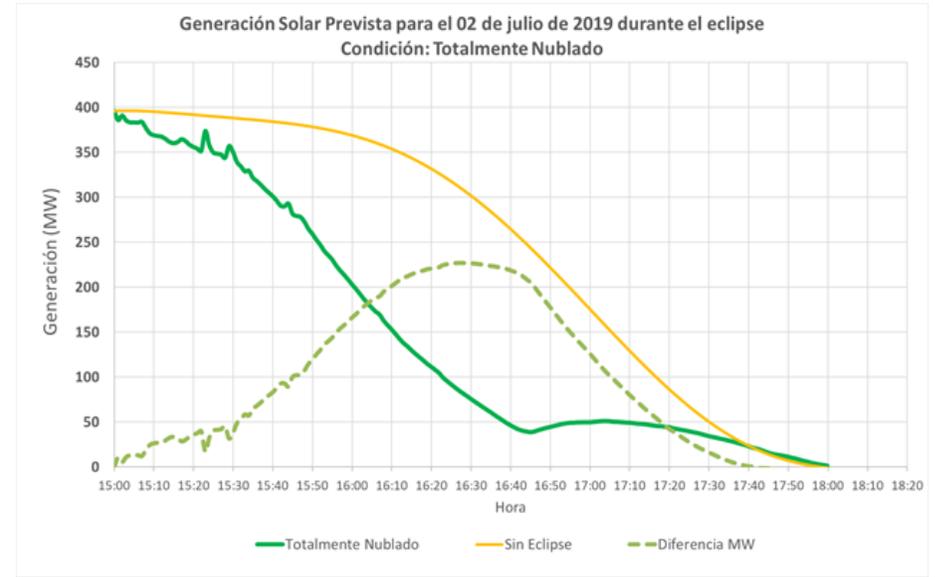
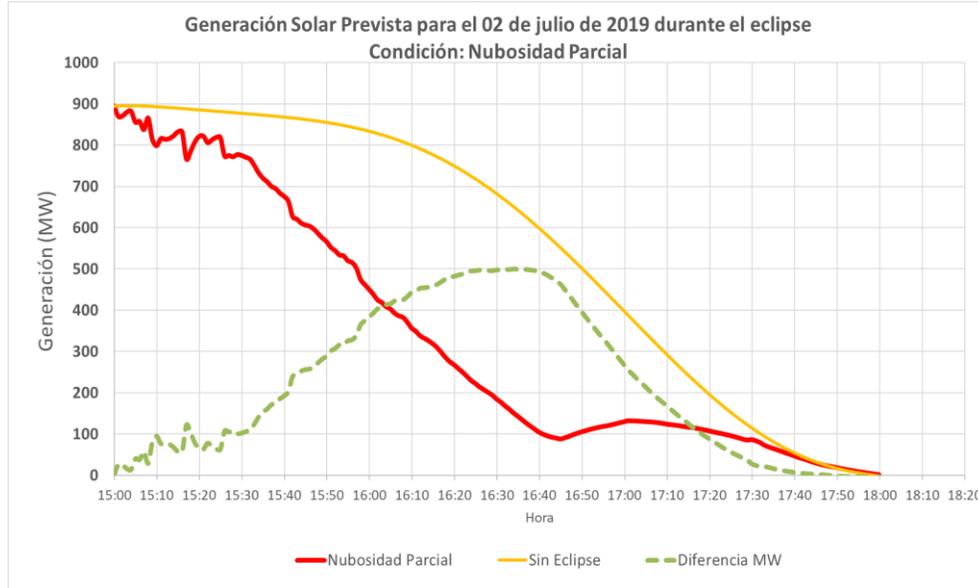
3.- Pronóstico del Impacto en el SEN

Rampa de reducción generación solar estimada en 15 MW/min, similar a rampa diaria natural



3.- Pronóstico del Impacto en el SEN

Pronóstico con menor impacto en día con Nubosidad Parcial y Totalmente Nublado



3.- Pronóstico del Impacto en el SEN

Otros efectos del eclipse tendrán un impacto menor:

- ✓ Aumento de la demanda
 - Reducción de generación solar distribuida en techos/detrás del medidor
 - Encendido del alumbrado público e interior
- ✓ Disminución de la demanda
 - Factor humano (Reducción de la productividad)
- ✓ Variación de la demanda eclipse EEUU: +4.5%
- ✓ Reducción del Viento
- ✓ Disminución de la temperatura ambiente (2-5°C, 10-30 min)

PROGRAMA TALLER

¿Cómo se prepara el Sistema Eléctrico Nacional para enfrentar el eclipse del 2 de julio?



📅 Día: miércoles 19 de junio. ⌚ Hora: de 09:00 a 11:00 hrs. 📍 Lugar: Auditorio Colegio de Ingenieros, Avenida Santa María 0506, Providencia.

Preguntas