



## Modelos y herramientas

Ing. Ruben Chaer  
Gerente de Técnica y  
Despacho Nacional de Cargas

27 de Octubre de 2022  
Montevideo -Uruguay

# Cronograma del taller

- 09:00:00 Introducción general a la programación de la operación.
- 09:20:00 Pronósticos de caudales hidráulicos. IMFIA-FJR
- 09:50:00 Pronósticos Solar. LES-FJR
- 10:10:00 Pronósticos Eólicos (calibración modelos ADME).
- 10:30:00 PAUSA - CAFÉ
- 10:45:00 Mejoras a modelo de Demanda y Demanda en Partidos.
- 11:05:00 Detalles de la integración de todo lo anterior a los VATES
- 11:25:00 Detección de problemas en las consignas de control de generación y notificación
- 11:35:00 Declaración de Disponibilidades
- 11:45:00 Escenas del próximo capítulo (VatesA)
- 12:00:00 fin

## Bases de la organización del mercado

- Mercado abierto para Generadores y Consumidores.
- Despacho centralizado en base a costos (NO Ofertas).
- La actividades de Transmisión y Distribución son monopolios regulados.

## Principales cometidos de ADME

- Despacho centralizado óptimo. Incluye la valoración del agua de las centrales hidroeléctricas y la determinación del orden de despacho.
- Administración y Liquidación del mercado Spot de Energía.
- Administración del mercado de contratos.

# Principales riesgos del mercado

- 1) Hidroelectricidad. Hay años secos y años lluviosos. Dependiendo de la suerte, Uruguay puede recibir 10.000 GWh en un año (esto es el 80% de su demanda actual) o solo 3.000 GWh con una distribución casi uniforme. Este es un riesgo difícil de mitigar, ya que implica condiciones que duran uno o dos años.
- 2) Exportaciones Spot. Si bien las exportaciones no forman el precio spot en cada hora, al exportar agua embalsada, el precio del mercado interno de energía se está viendo afectado indirectamente en las siguientes semanas/meses. Esto implica un riesgo de mayores ingresos para los generadores y mayores costos para los consumidores por sus transacciones en el mercado spot; para lo cual los contratos entre ambas partes son importantes instrumentos de mitigación de riesgos.
- 3) Importaciones Spot. Si forman precio y por tanto en forma directa implica una reducción del precio interno (favoreciendo a los consumidores y reduciendo el ingreso de los generadores). Nuevamente los contratos entre generadores y consumidores son instrumentos de mitigación del riesgo.

# Principios del Despacho Óptimo Centralizado.

- Solo se consideran costos variables (no costos fijos).
- Determinación del valor del agua en embalses por su valor futuro.
- Sanción del Precio Spot como Costo Marginal con un tope de US\$250/MWh.
- Los Contratos funcionan como instrumentos de mitigación de riesgos y no tienen influencia en el despacho económico.
- Se utilizan Cuatro Escalones de Falla (racionamiento) fijados por el Poder Ejecutivo.
  - 2%=CTR+10% , 5%=600 US\$/MWh, 7.5%=2400 US\$/MWh y 85.5%=4000 US\$/MWh

# Participantes 27/10/2022

76 Generadores

1 Operador de redes de transmisión (UTE).

1 Operador de redes de distribución (UTE).

1 Distribuidor-comercializador (UTE).

Los Generadores tiene el rol de Grandes Consumidores por sus demandas.

Aunque la ley lo permite, hasta el momento no existen consumidores industriales libres.

A la fecha (27/08/2022), cuatro consumidores industriales han iniciado el proceso para convertirse en Participantes Grandes Consumidores.



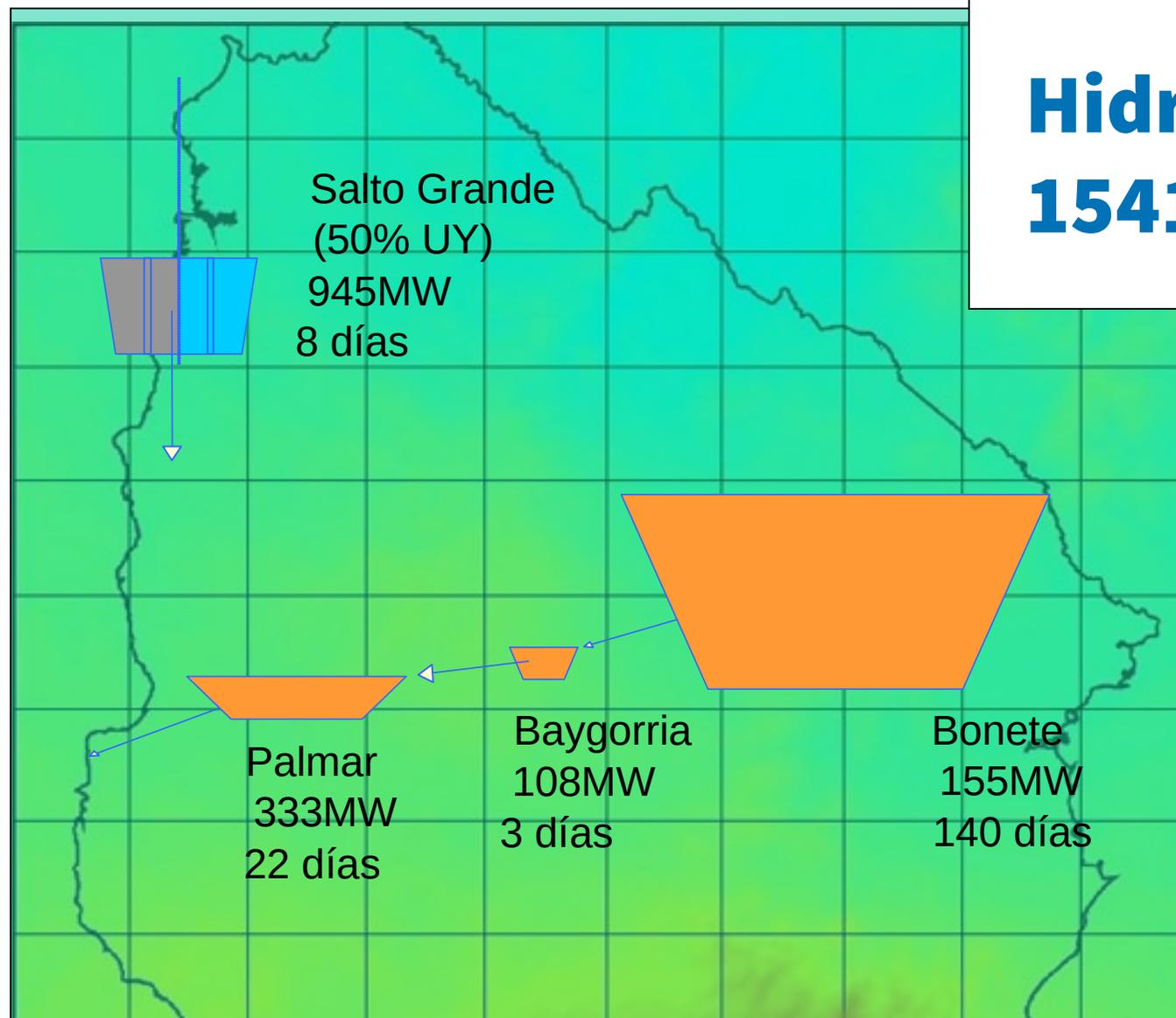


# Breve descripción del Sistema Interconectado Nacional de Uruguay.



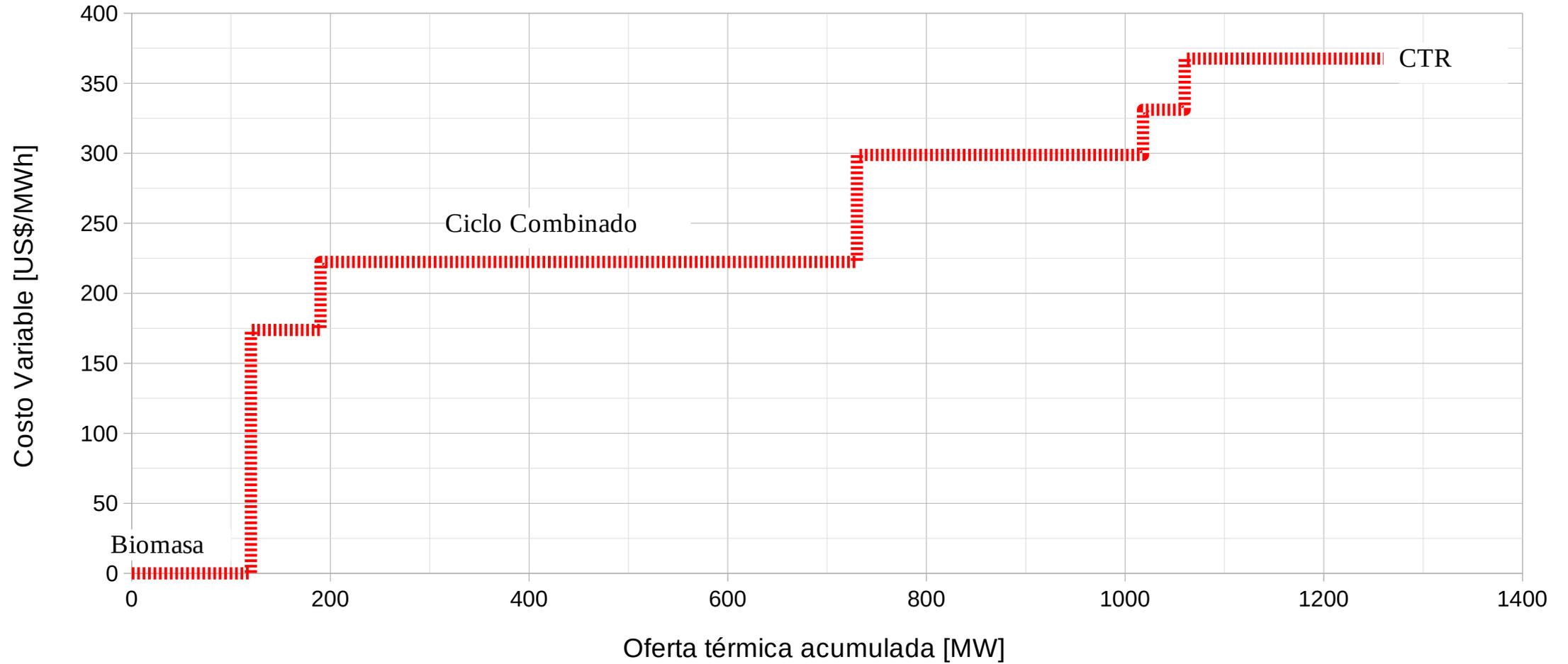
# Hidroeléctricas

## 1541 MW



Futura expansión: No hay grandes proyectos a realizar.  
Posibilidad de generación distribuida en mini y micro usos 200 MW.  
Estaciones de bombeo distribuidas 300 – 1000 MW

# Oferta térmica



@13-junio-2022 @ WTI: 118 U\$S/bbl

# El vecindario



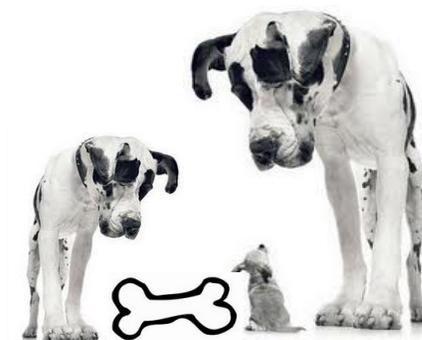
**28 GW inst.**



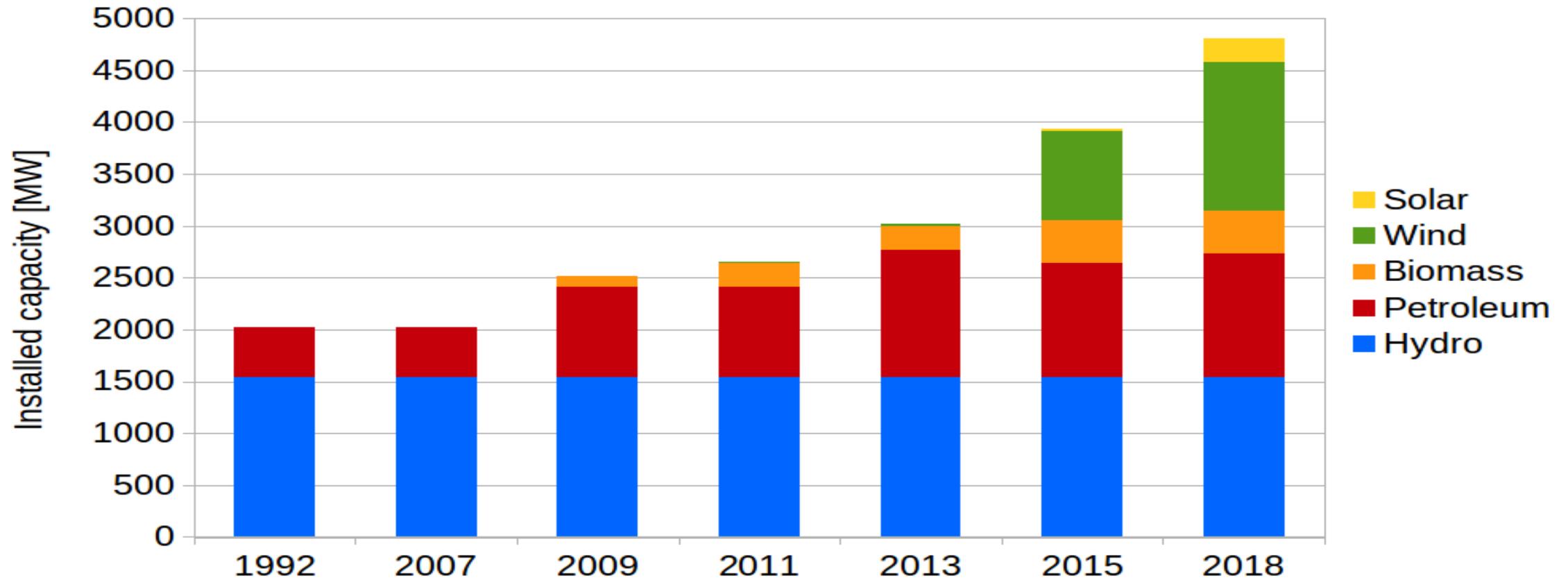
**4.8 GW inst.**



**130 GW inst.**

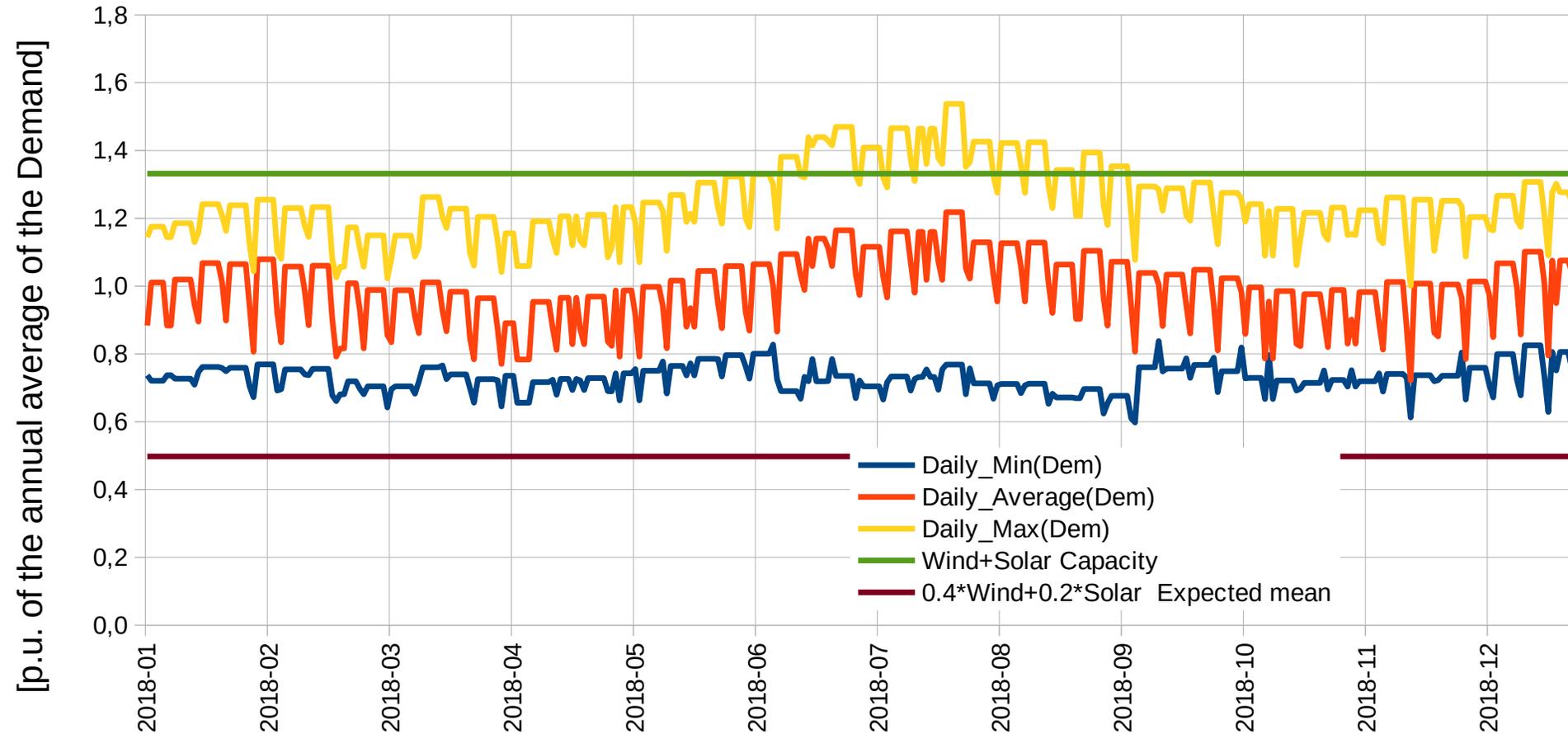


# Evolución de la matriz de generación



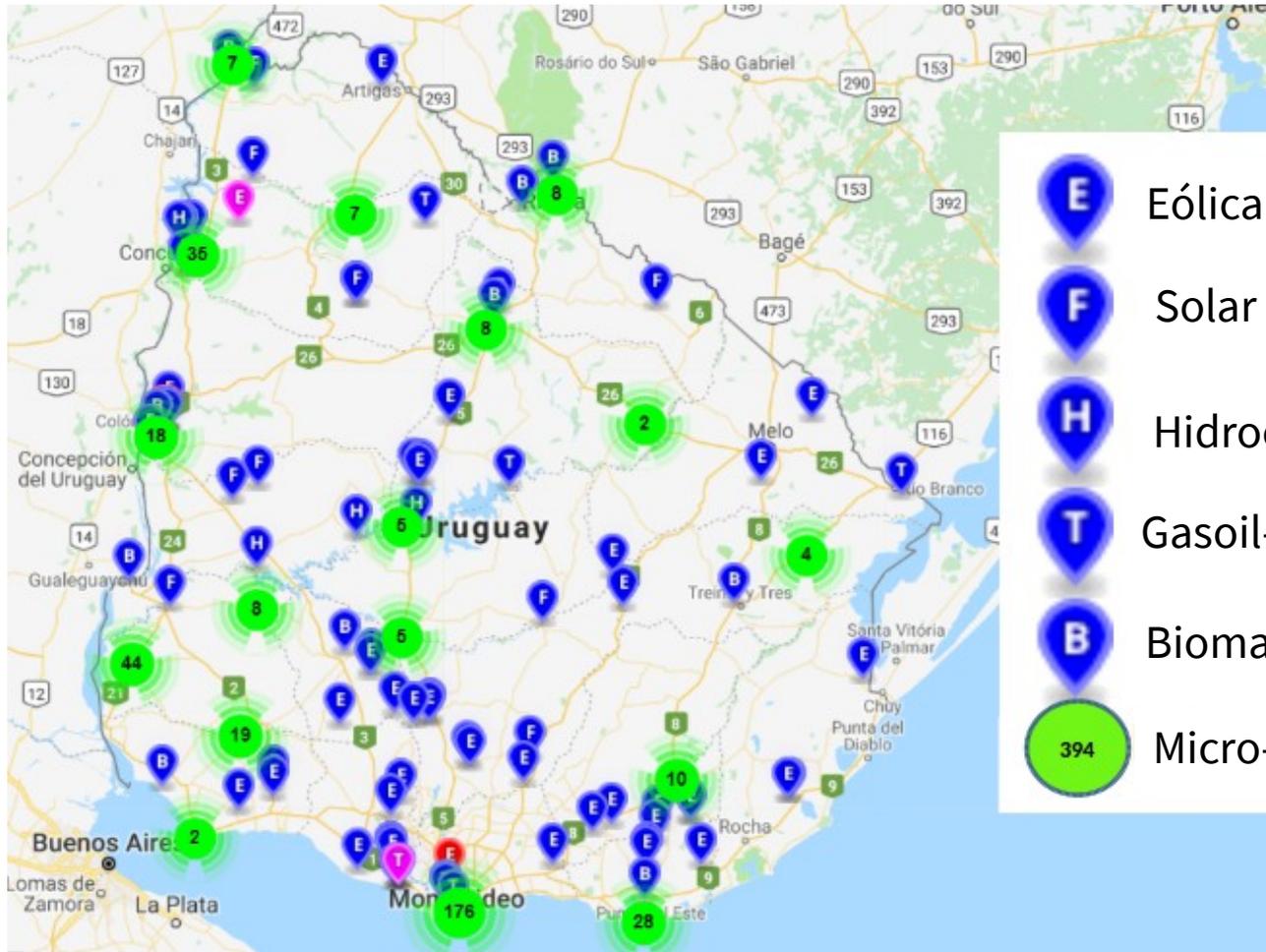
## Uruguay 2018.

La capacidad instalada de energía solar más eólica supera el pico diario de Demanda en el 70% de los días del año.



2021 Pico de la Demanda: 2,200 MW

2021 Energía: 11200 GWh



- Eólica
- Solar
- Hidroeléctrica
- Gasoil-Fueloil
- Biomasa
- 394 Micro-generador

|      |    |
|------|----|
| 4812 | MW |
| 1432 |    |
| 226  |    |
| 1538 |    |
| 1191 |    |
| 413  |    |
| 12   |    |



# Control de los generadores

(operación en tiempo real realizada por DCU en el marco del CAS)



SCADA

## Modos de control

- Potencia Activa
- Potencia Reactiva
- Tensión

## Herramientas adicionales

Automatic Generation Control (AGC)

Dynamic Line Rating (DLR)

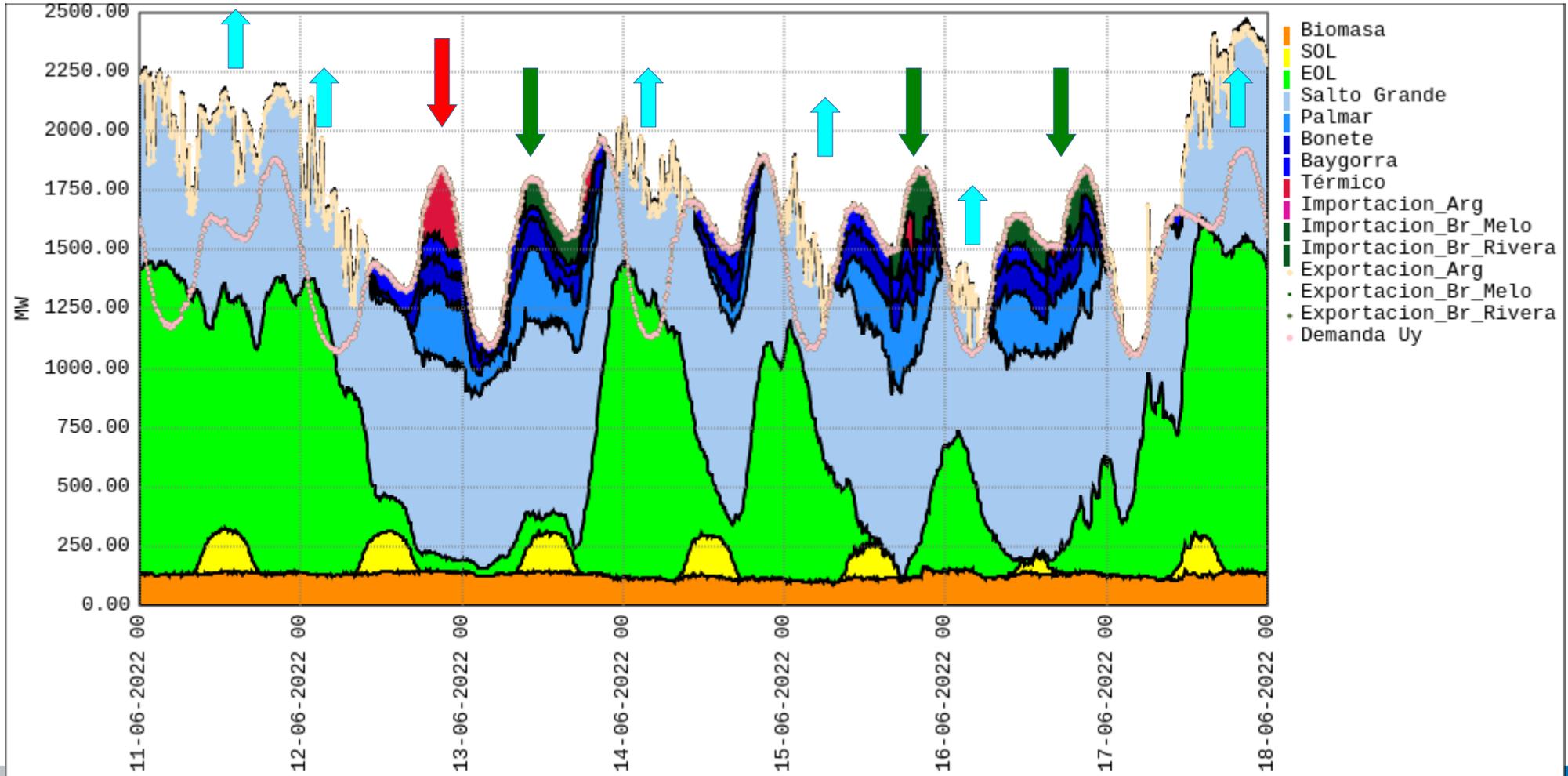
Remedial Action Scheme (RAS)



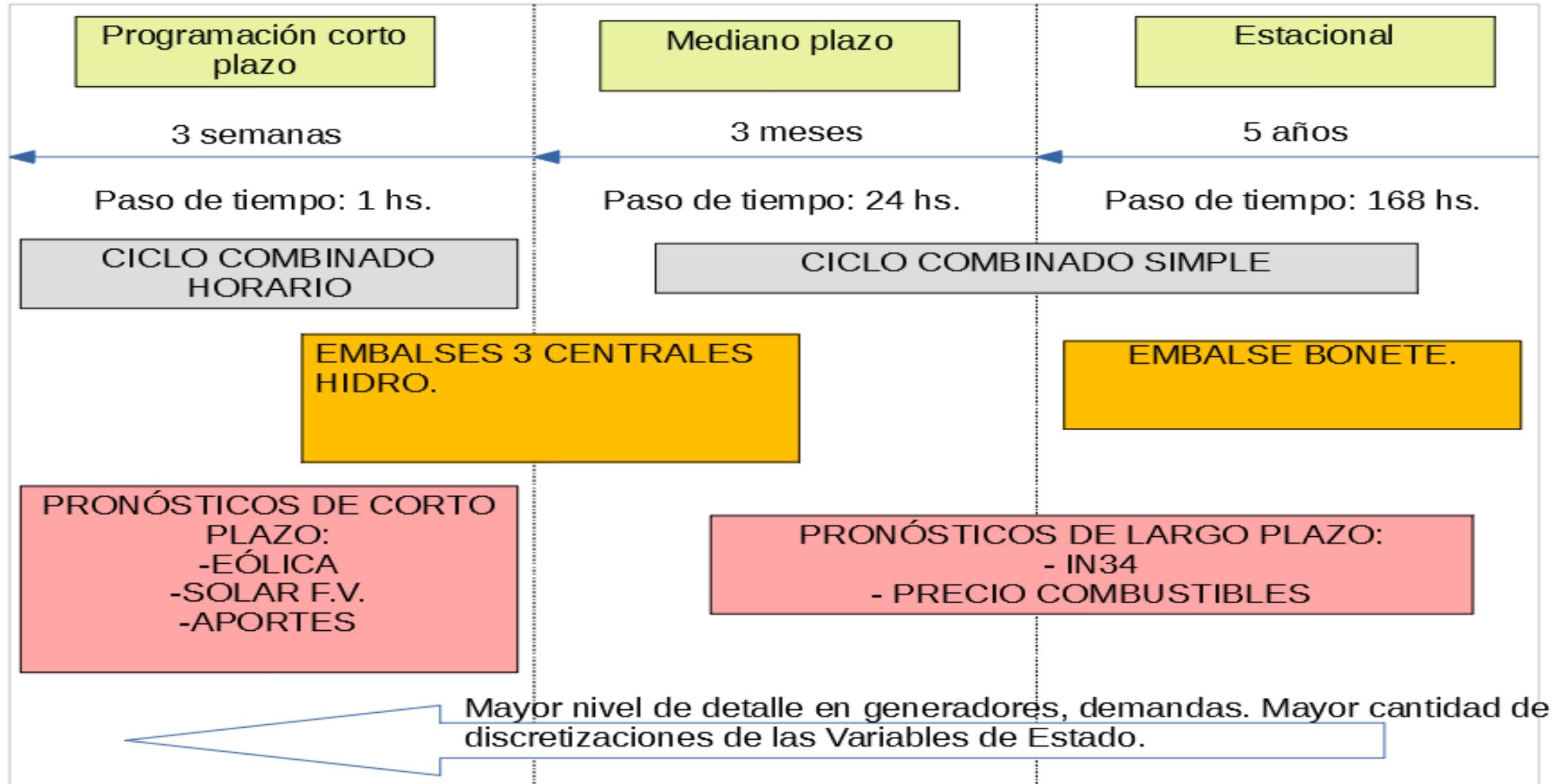
# Importancia de los INTERCAMBIOS OCASIONALES. Importancia de los pronósticos.



Ejemplo: Una semana de junio de 2022 con exportaciones a Argentina e importaciones desde Brasil.



# Etapas de la programación energética



Plataforma de Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica.

# SimSEE

<https://simsee.org>



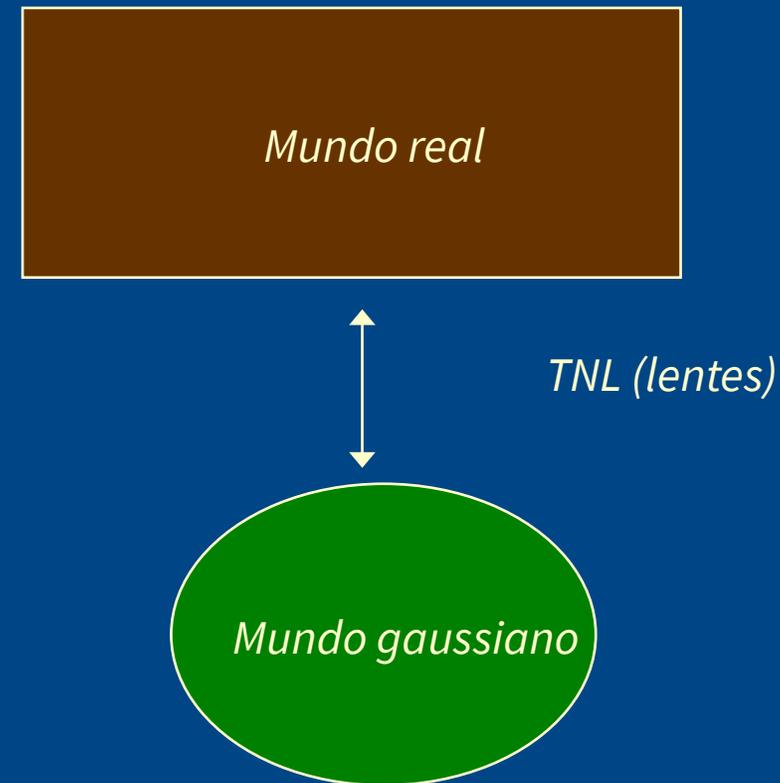
Plataforma de Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica. (SimSEE)

Principal diferencial con respecto a las alternativas:

- FREE OPEN SOURCE software (OpenSource).
- Modelado estocástico robusto CEGHs.

# CEGH modelos.

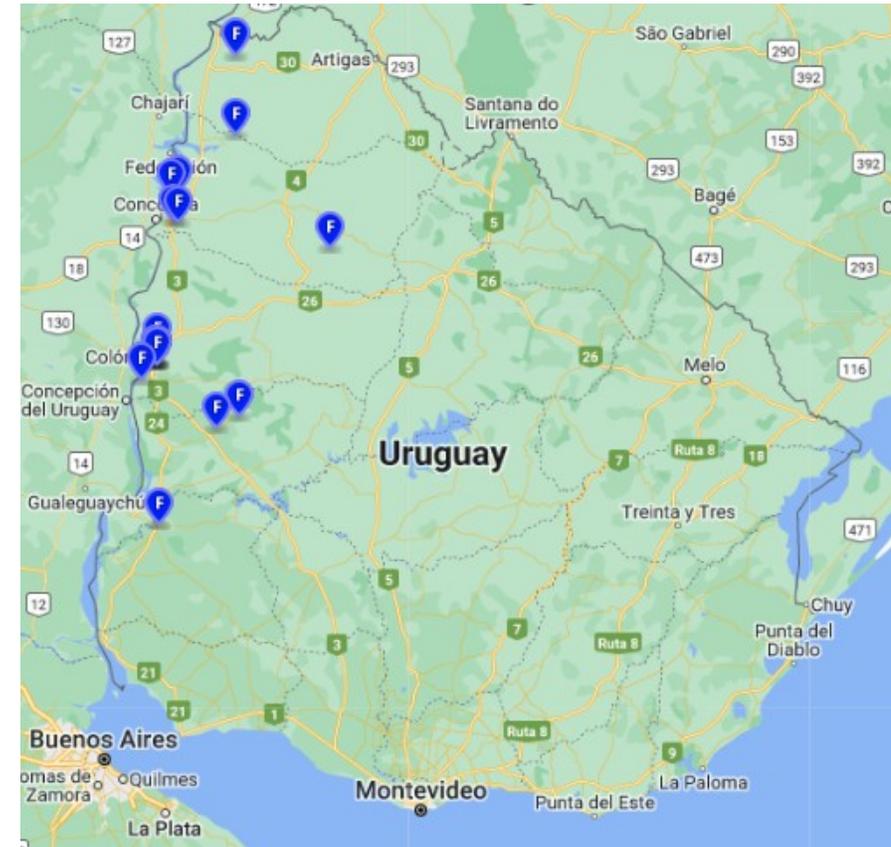
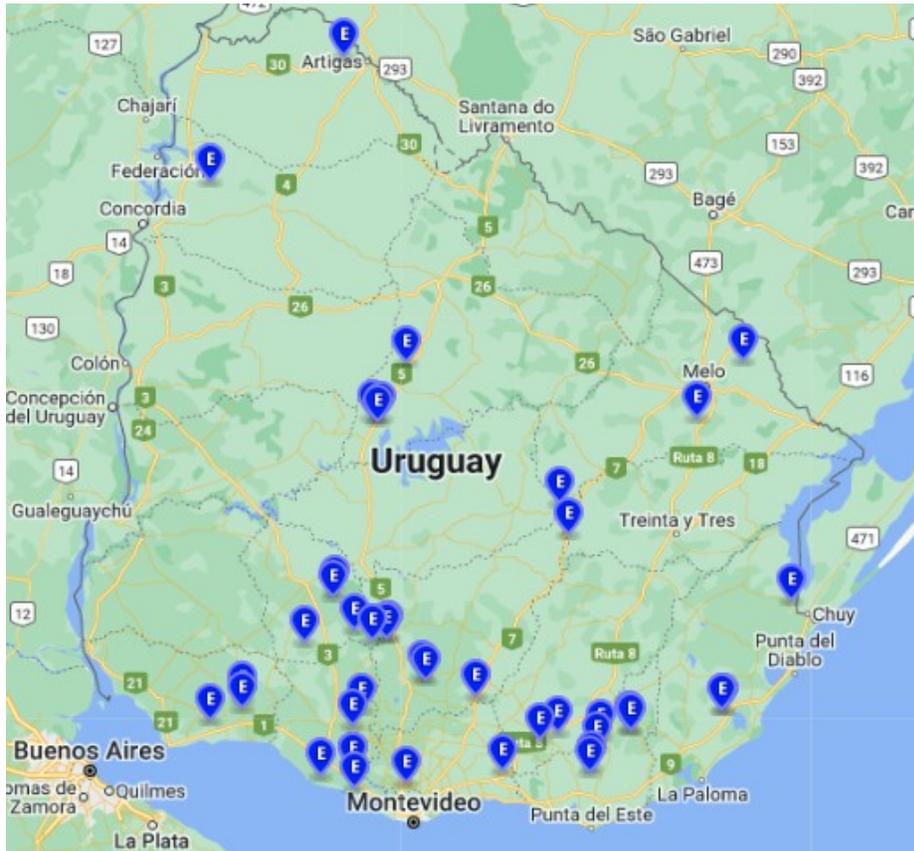
- Preservan los histogramas de amplitud.
- Preservan correlaciones temporales y espaciales.



# Pronósticos - correlación espacial y temporal

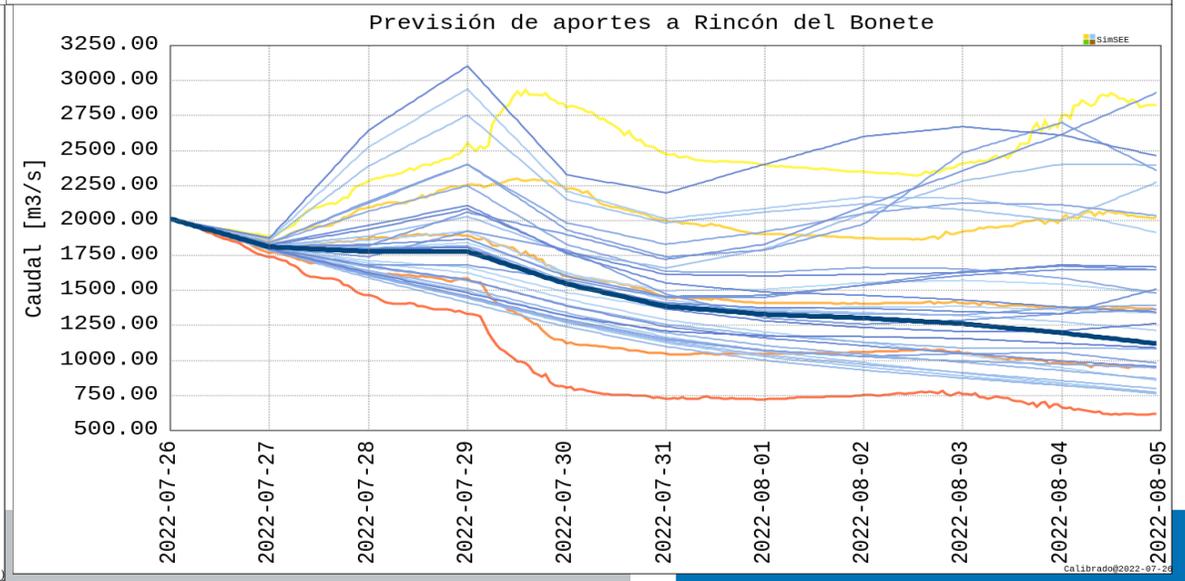
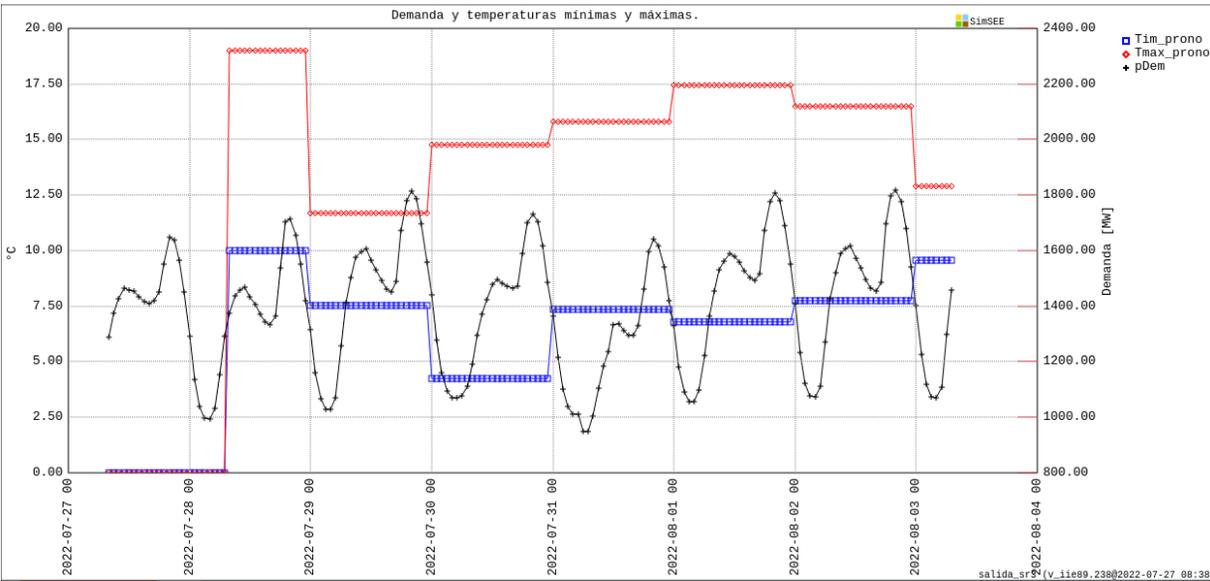
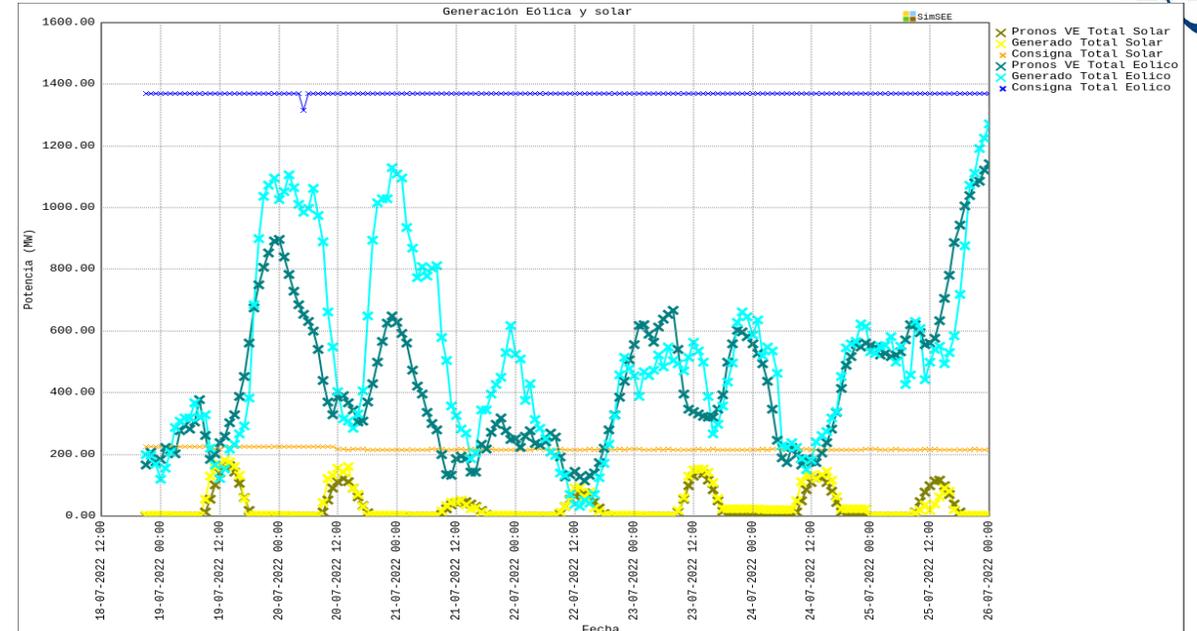


Generación Eólica y Solar: CEGH que captura correlación de vientos/kt en 8 sitios del país.

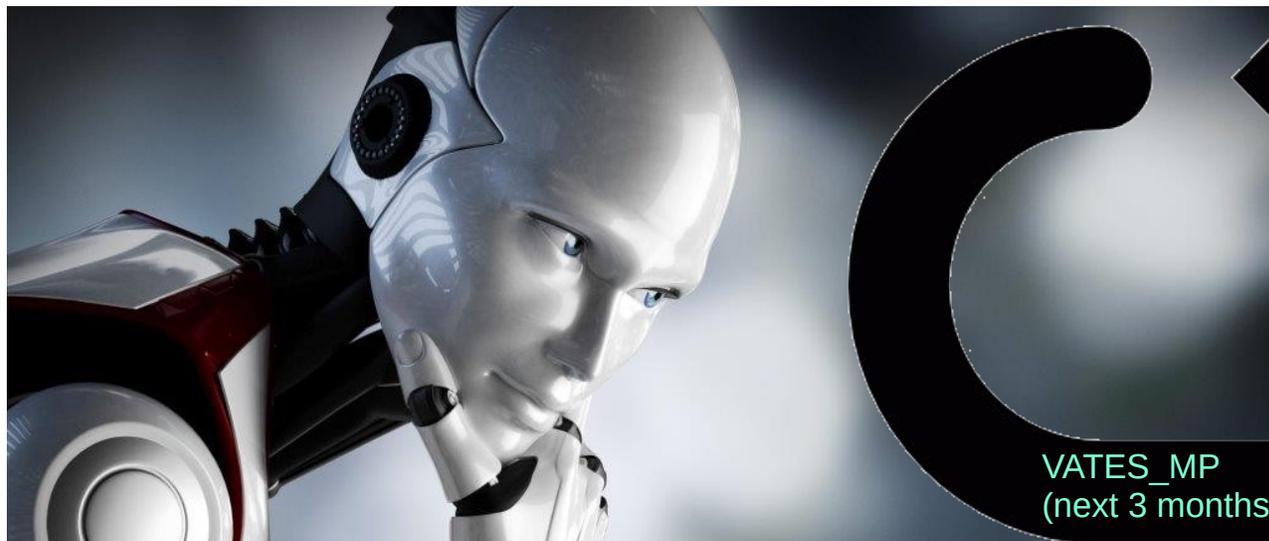


# Generación de pronósticos:

- Demanda: Meteoblue + modelo ADME.
- Eólica y Solar: Modelos Meteoblue + ADME.
- Entradas de agua Río Negro: Meteoblue + Modelo ADME-IMFIA
- Afluentes de agua Río Uruguay: Ensamble por CTM



Robots VATES: Despacho de energía con integración del estado del sistema y pronósticos en forma continua.



VATES\_MP  
(next 3 months with daily time-step)

**MP = 3 meses paso diario**  
El Niño, Demanda, caudales

Valor del agua  
Consumo de combustible  
Despacho Ciclo Combinado

**CP = 10 días paso hoarario**  
Caudales, Demanda, Solar, Eólica.

Valor del agua  
Consumo de combustible  
Bloques de Energía Exportables



VATES\_CP  
(next 240 h)

**OI = 24 hours (en desarrollo, LES)**  
Demanda, Solar, Eólica.

Restricciones de red.  
Reserva rotante.  
Seguimiento de la Demanda



VATES\_OI  
(next 24 h  
diezminutal)





<https://adme.com.uy>

Pronósticos de operación: Vates(CP | MP | Salas CP | Salas MP)

Pronósticos de eólica y solar: PRONOS.

Pronósticos de aportes hidráulicos: PRONOS\_HIDRO

Pronósticos de Demanda: <https://demanda.adme.com.uy>

### Valorización del agua.

| Día        | Valores en USD/MWh |              |             |                |                |               |
|------------|--------------------|--------------|-------------|----------------|----------------|---------------|
|            | Valor Bonete       | Valor Palmar | Valor Salto | Control Bonete | Control Palmar | Control Salto |
| 2022-07-26 | 3.8                | 21.9         | 18.9        | -2.0           | 3.0            | 11.7          |
| 2022-07-27 | 3.8                | 20.5         | 40.3        | -3.7           | 7.3            | -3.8          |
| 2022-07-28 | 0.4                | 25.2         | 39.3        | -              | -              | -             |
| 2022-07-29 | 1.0                | 20.6         | 46.6        | -              | -              | -             |
| 2022-07-30 | 1.8                | 15.8         | 45.3        | -              | -              | -             |
| 2022-07-31 | 1.8                | 14.5         | 42.9        | -              | -              | -             |
| 2022-08-01 | 1.7                | 14.2         | 43.0        | -              | -              | -             |

- Valores confirmados para ejecución
- Valores calculados por Vates
- Control: Confirmado > Calculado Vates.
- Control: Indiferente.
- Control: Confirmado < Calculado Vates.
- No aplica sistema de control



Bajar archivos de pronóstico: ( [Precio Spot](#) | [Valores del agua.](#) )

