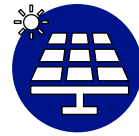




Pronóstico de Generación de Energía Solar Fotovoltaica en El Salvador

Contenido



Generación Solar en
El Salvador



Proceso de implementación



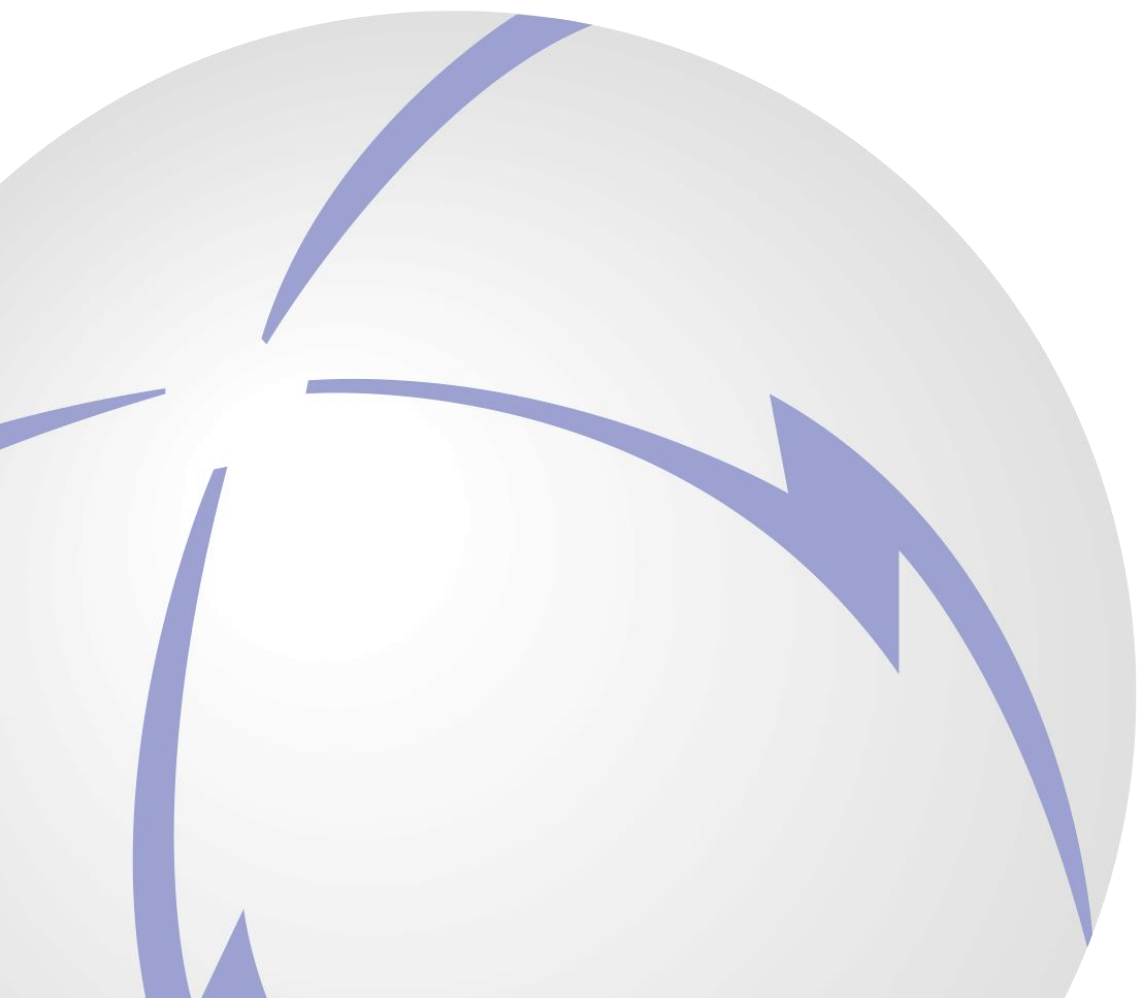
Comparación de
pronósticos



Evaluación de los pronósticos



Conclusiones



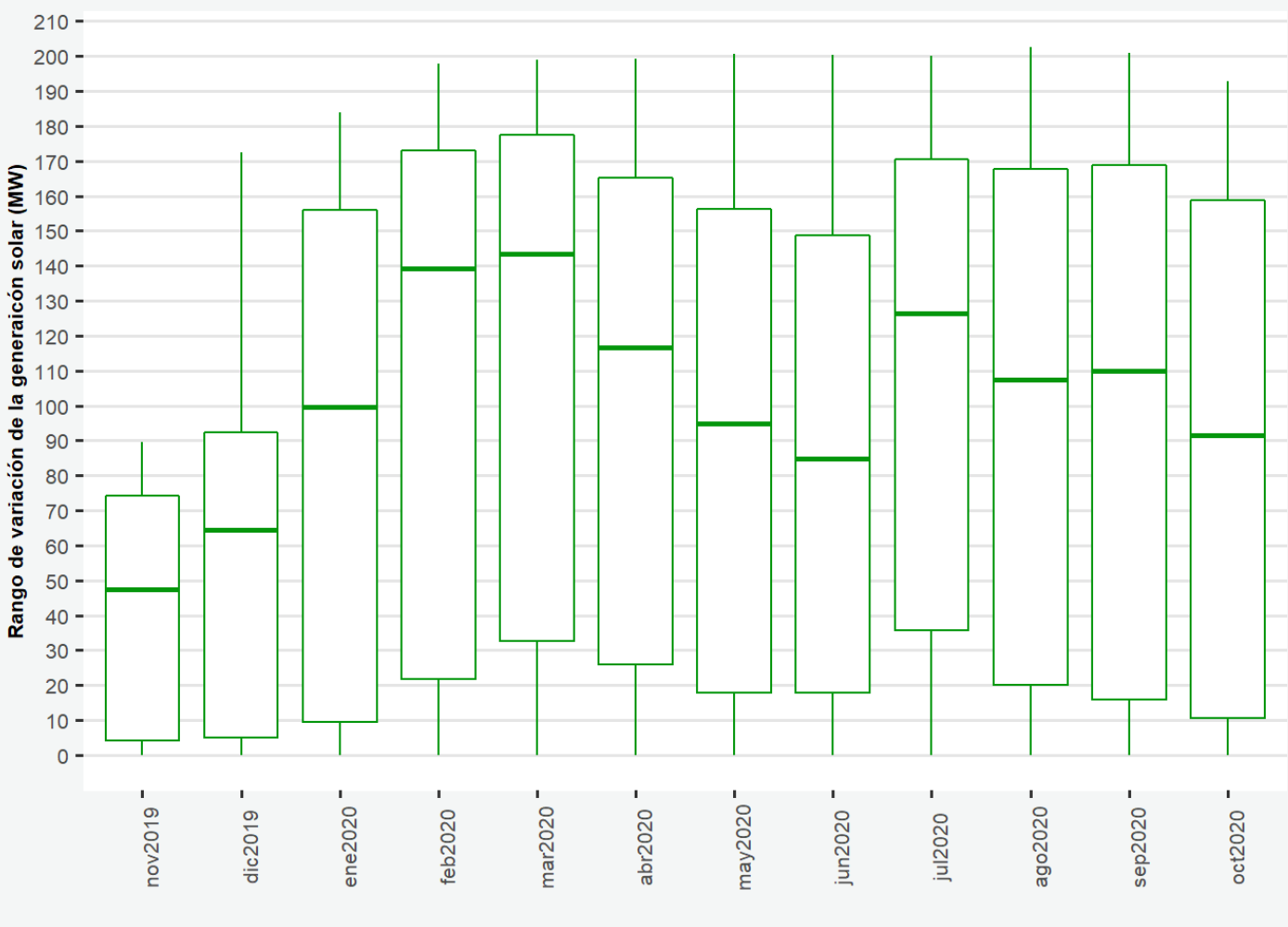
Generación Solar

en El Salvador

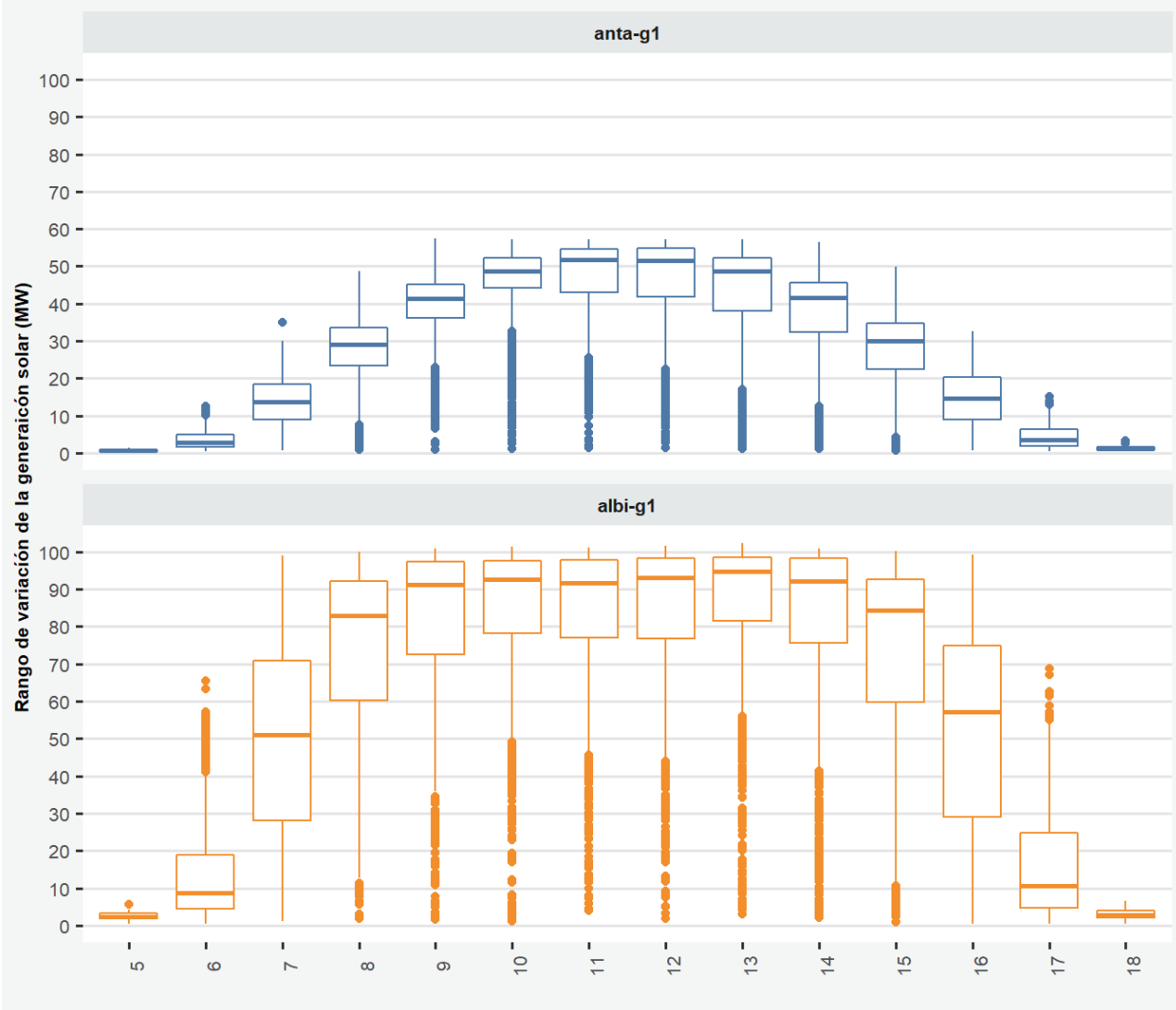
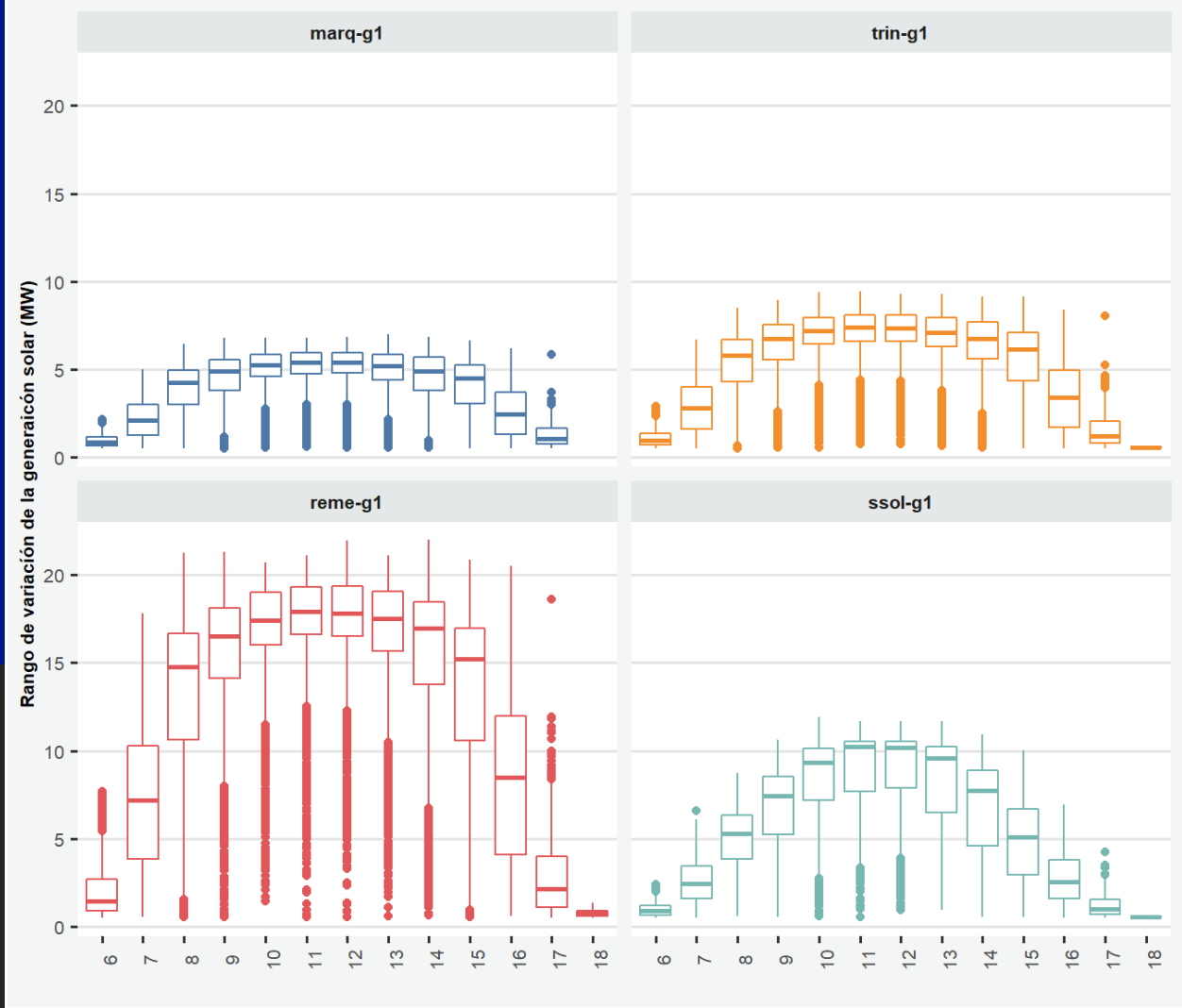
Parque Solar en el Mercado Mayorista (MM)

Planta	Capacidad (MW)	Fecha de puesta en servicio
Antares	60	1 de abril de 2017
Trinidad	8	26 de enero de 2019
Márquez	6	26 de enero de 2019
Remedios	20	26 de enero de 2019
Albireo	100	29 de diciembre de 2019
Sonsonate Solar	10	31 de enero de 2020
Total	204	

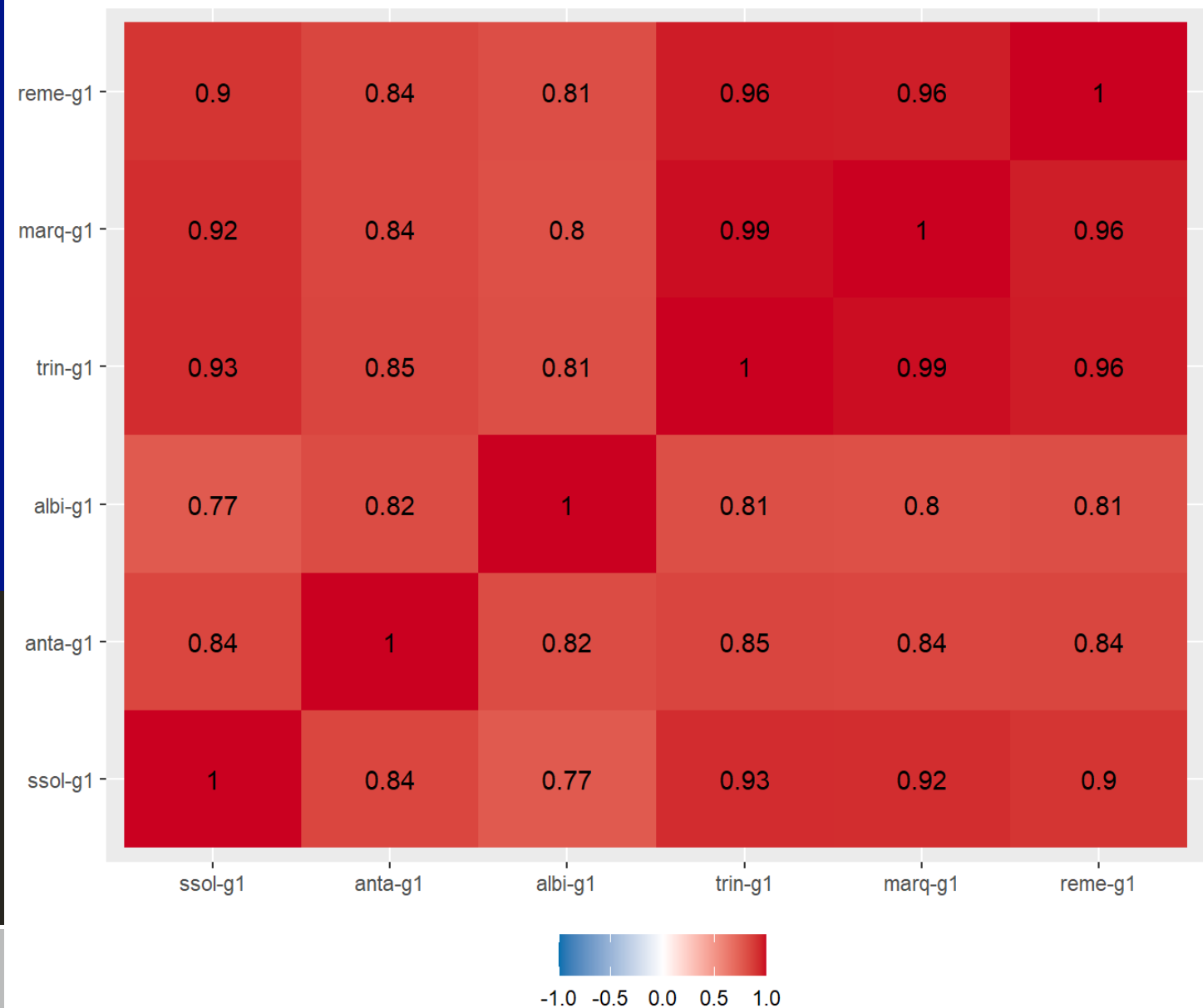
Año	Demanda máxima del MM (MW)
2016	1,093
2017	1,081
2018	1,072
2019	1,044
2020	1,010



Parque Solar en el Mercado Mayorista



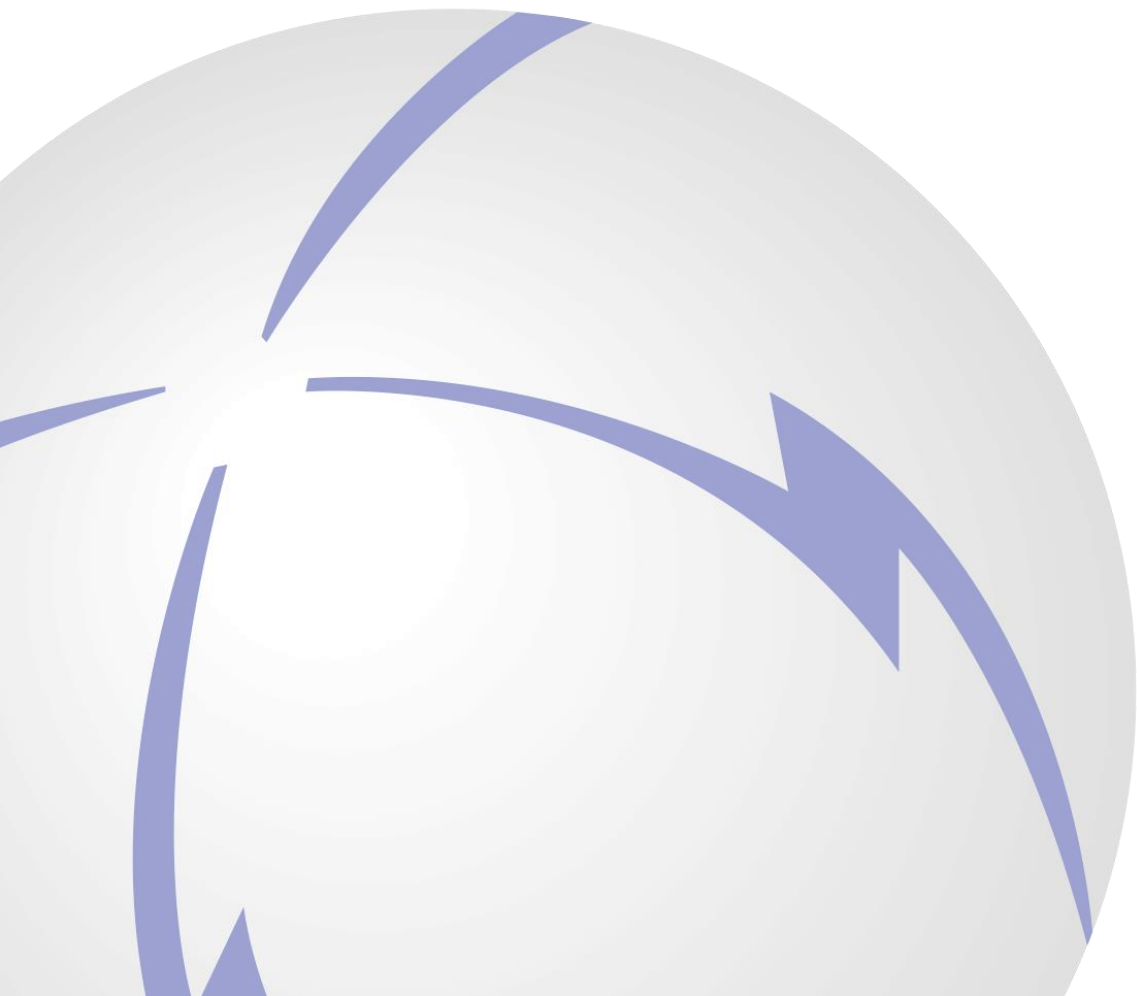
Parque Solar en el Mercado Mayorista



Matriz de correlación lineal de los datos reales de la generación de todas las plantas solares fotovoltaicas, de marzo a octubre 2020.



Proceso *de implementación*



Regulación nacional sobre pronóstico ERNC



El reglamento nacional establece que la **obligación de los pronóstico es de los Participantes del Mercado (PM)**, en las siguientes ventanas:

- **Semanal:** todos los jueves deben enviar el pronóstico horario para cada día de la semana siguiente.
- **Diaria:** todos los días deben enviar el pronóstico horario para el día siguiente.
- **Horaria:** cada hora debe enviar el pronóstico de las cuatro horas siguientes.
- No se establecen actualizaciones intrahorarias.
- No se definen indicadores de calidad del pronóstico

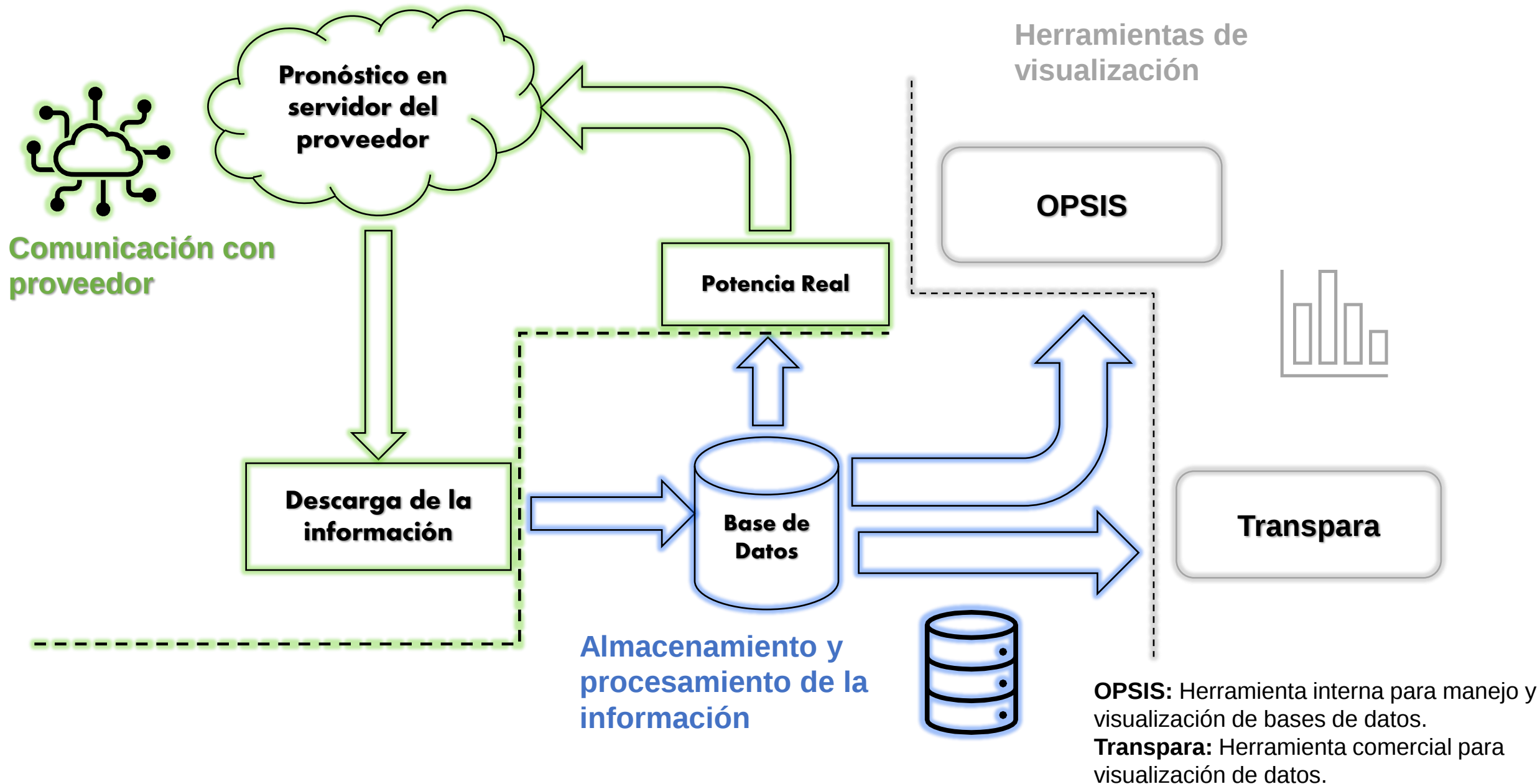
Regulación regional sobre *pronóstico ERNC*



El reglamento regional establece que se debe contar con **pronóstico centralizado**, en las siguientes ventanas:

- **Diaria:** se debe tener el pronóstico horario para el día siguiente.
- **Intrahoraria:** se debe realizar el pronóstico como mínimo con una resolución de 15 minutos, cada 15 minutos y un horizonte de 4 horas.
- No se definen indicadores de calidad del pronóstico

Elementos técnicos a considerar



Comunicación con proveedor



- ¿Tipo de pronóstico?
- ¿Tiempo de actualización?
- ¿Ventana de pronóstico?
- ¿Tipo de archivo?
- ¿Contenido del archivo?
- ¿Formato de nombre?

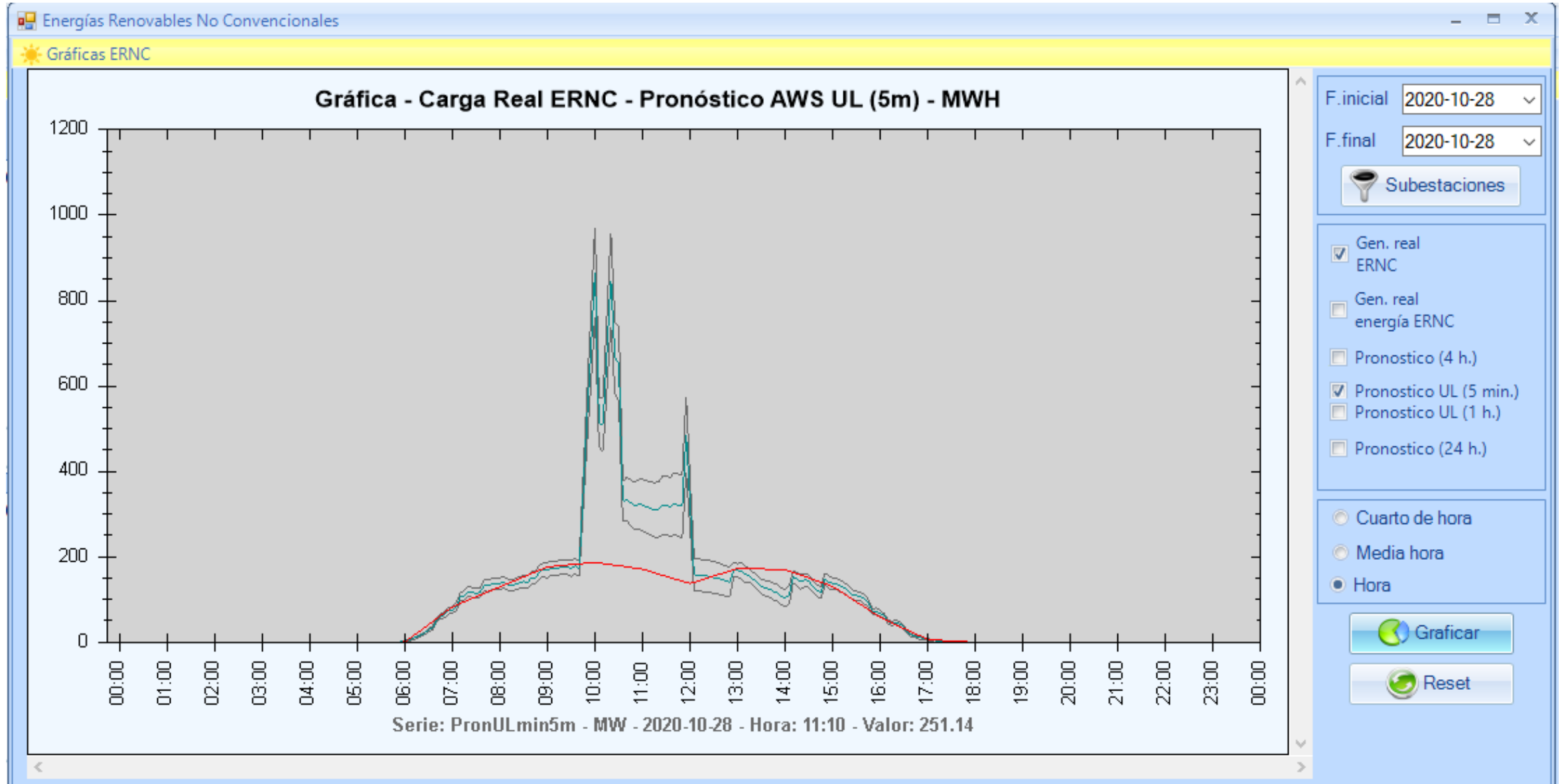
- Pronostico de energía horaria, con actualización horaria y ventana de 15 días
- Pronostico de potencia promedio de 5 minutos, con actualización de 5 minutos y ventana de 48 horas

```
ph2910202011.xml
1  <?xml version="1.0" ?>
2  <Pronostico>
3    <Envio Equipo="albi-gl" Fecha="29/10/2020" Hora="11">
4      <Registro Hora="12:00" Max="86.51" Min="65.76" Valor="76.13"/>
5      <Registro Hora="13:00" Max="79.68" Min="54.92" Valor="67.30"/>
6      <Registro Hora="14:00" Max="72.20" Min="45.71" Valor="58.96"/>
7      <Registro Hora="15:00" Max="59.71" Min="34.99" Valor="47.35"/>
8      <Registro Hora="16:00" Max="29.08" Min="15.75" Valor="22.42"/>
```

¿Cómo descargar/enviar información?

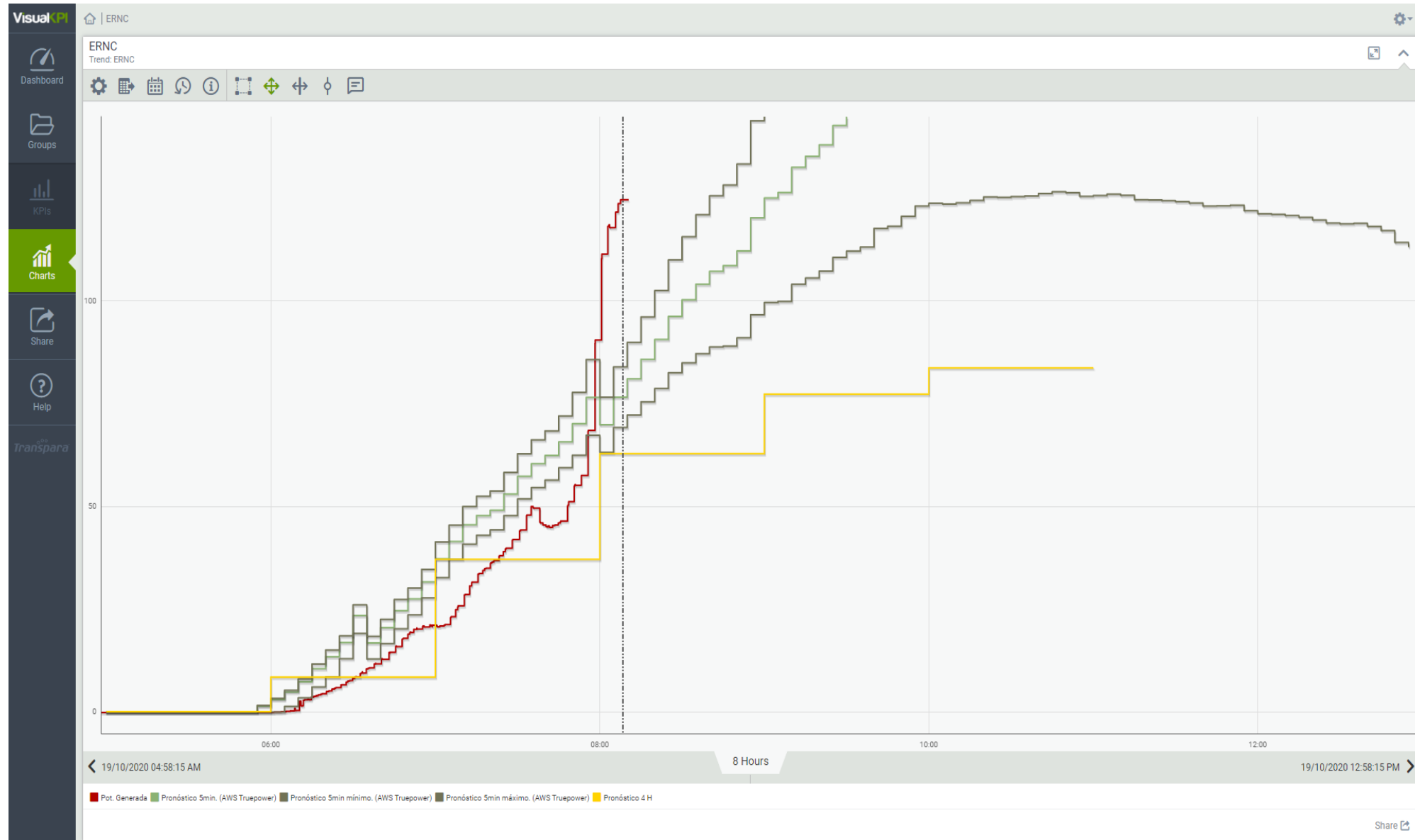
sFTP	→	Descarga
sFTP	→	Envío (cada minuto)

Visualización en sistema OPSIS

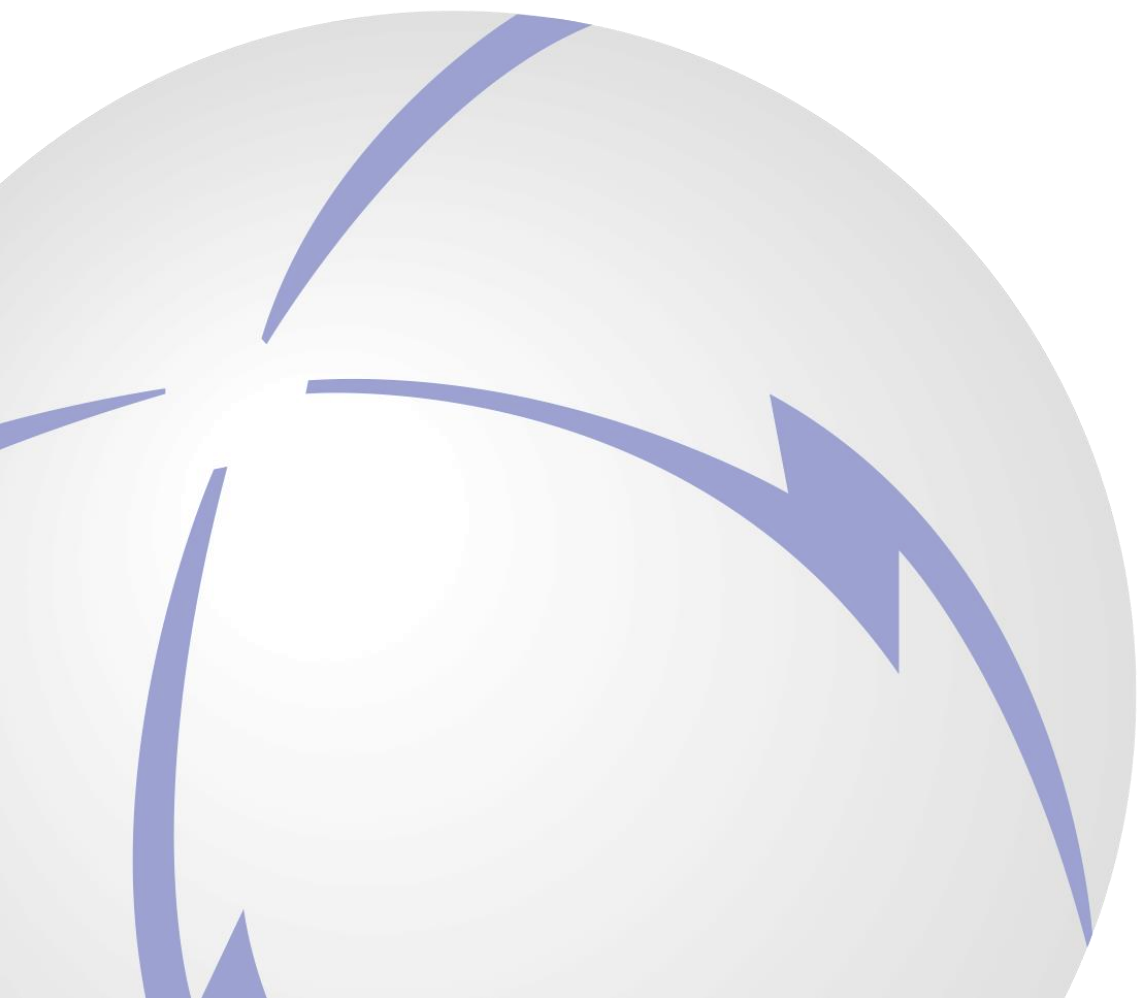


El objetivo también es mostrar problemas en el procesamiento de la información.

Visualización en Transpara

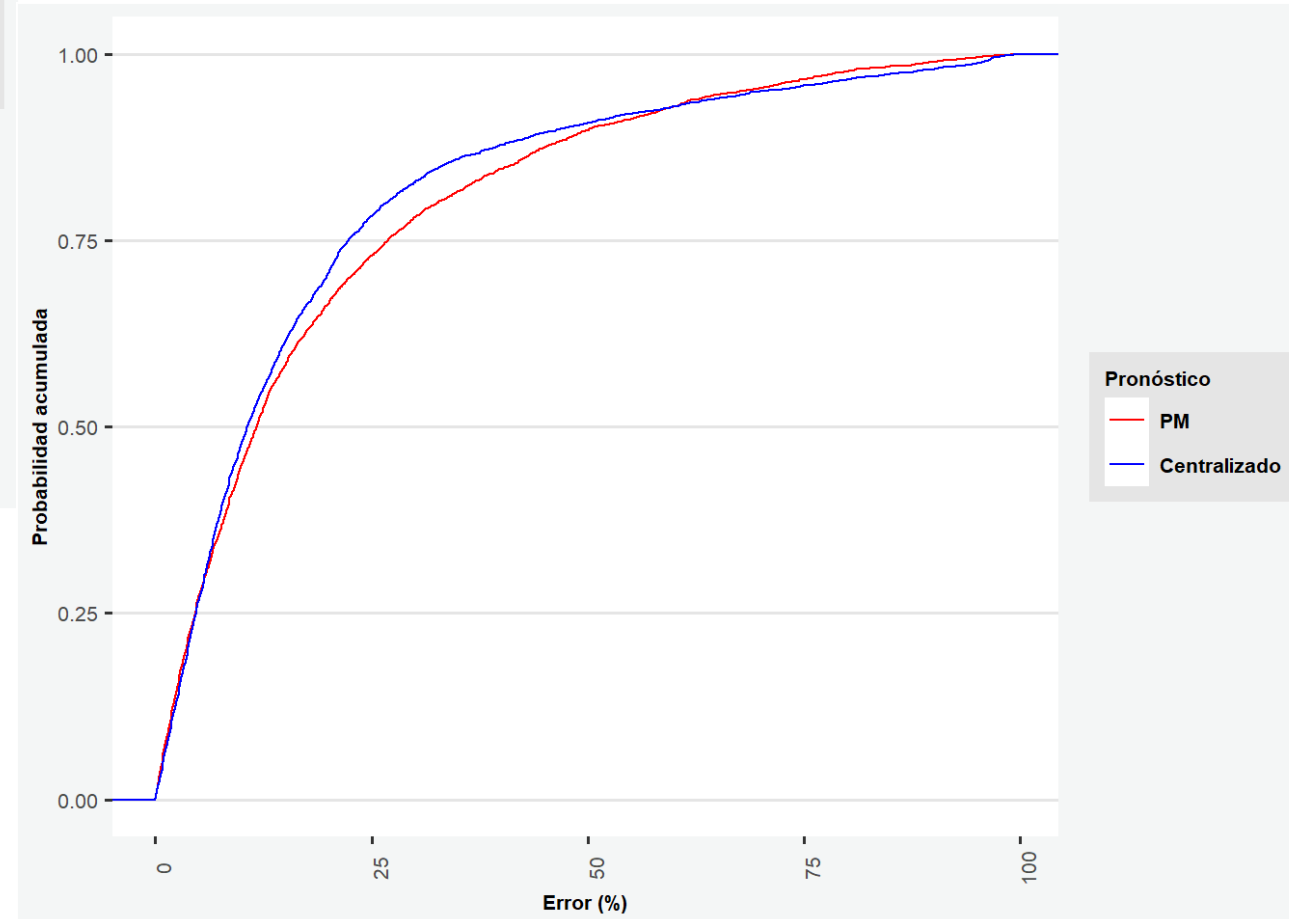
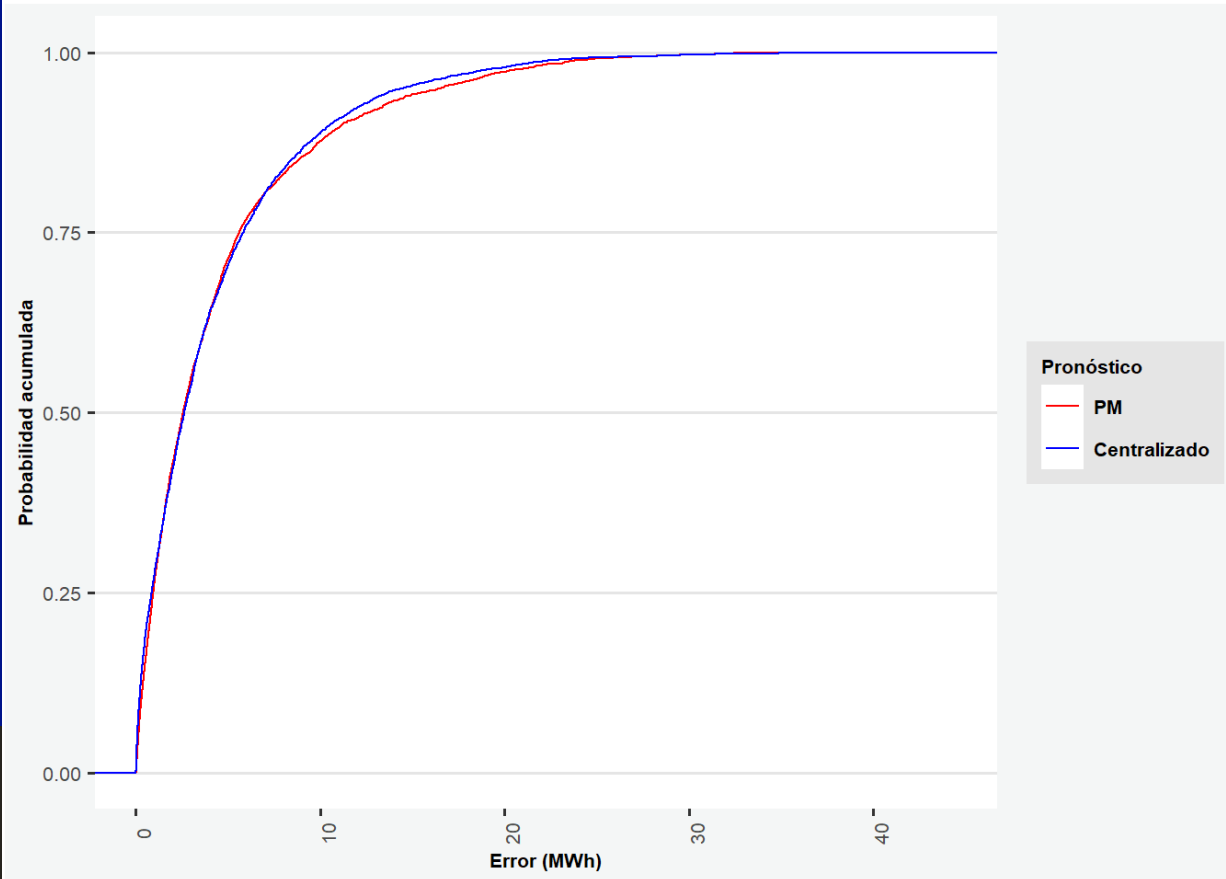


El objetivo también es mostrar problemas en el pronóstico recibido.

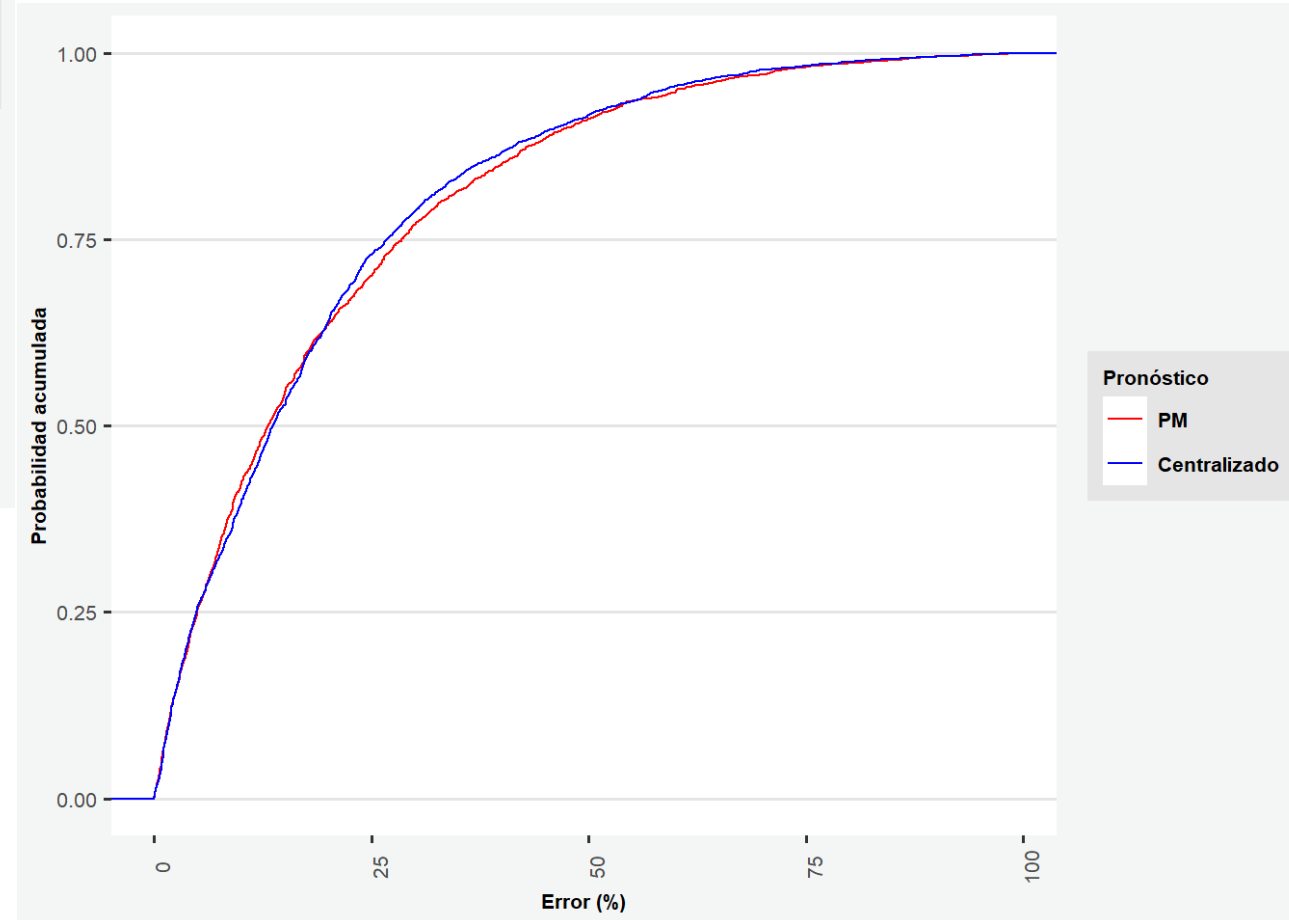
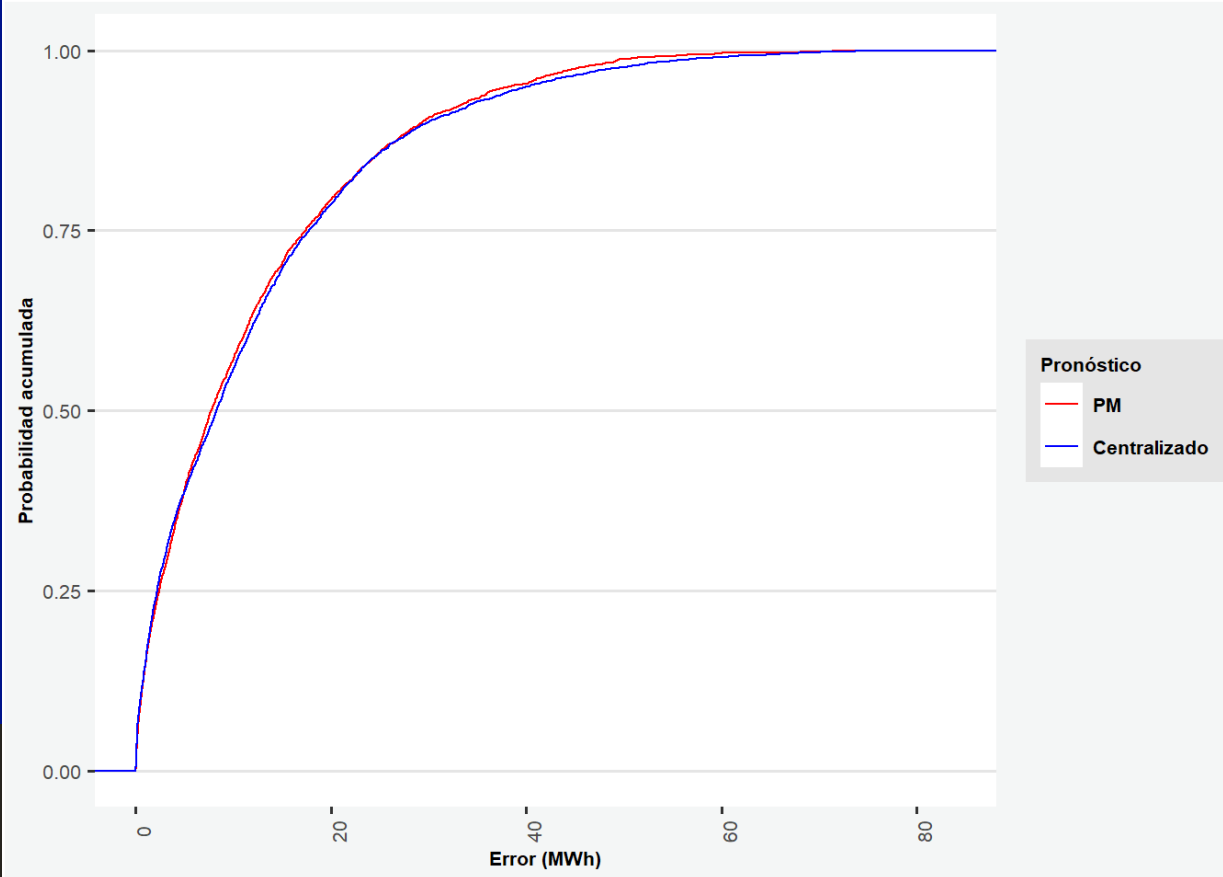


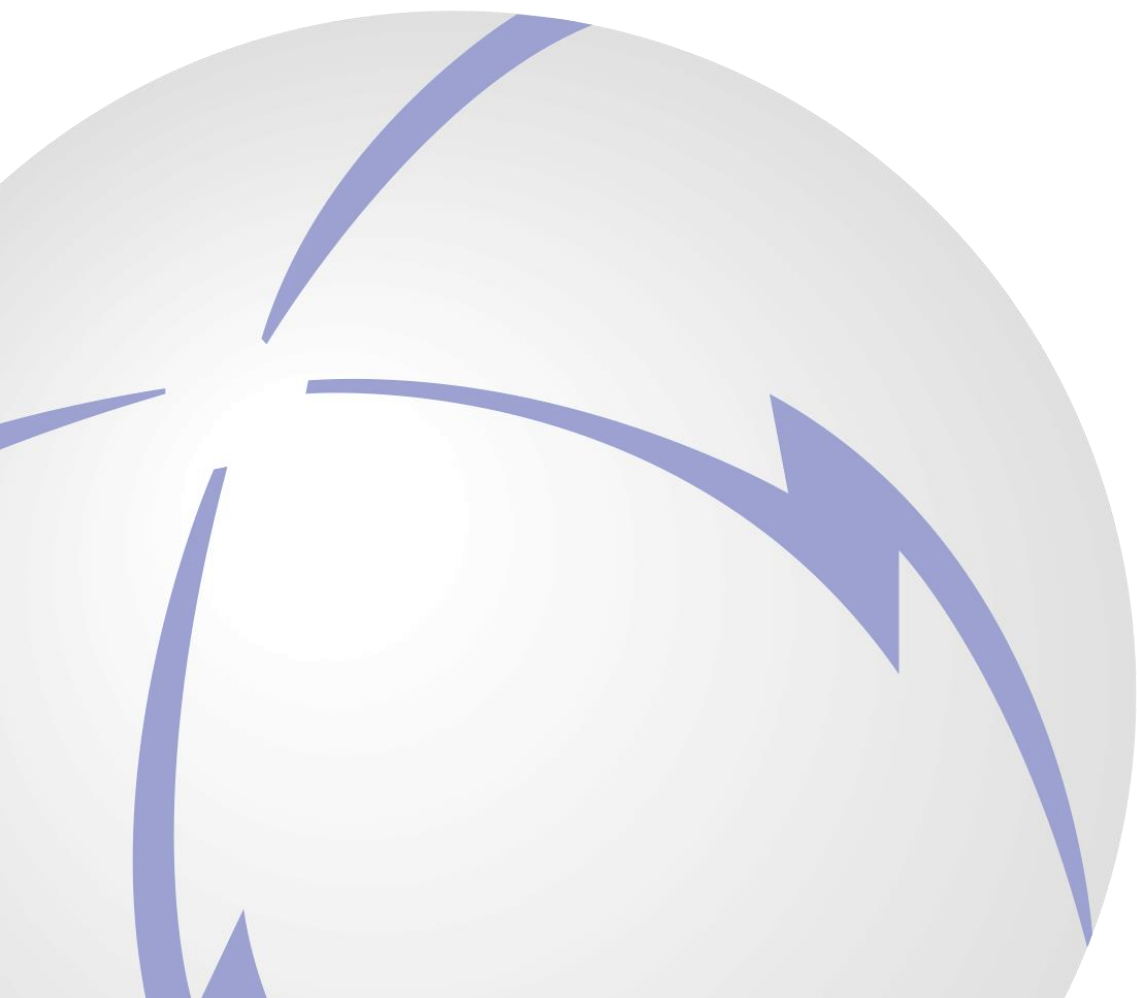
Comparación *de los pronósticos*

Pronóstico usado en programación diaria, Antares



Pronóstico usado en programación diaria, Albireo





Evaluación *de los pronósticos*

Indicadores para *pronósticos ERNC*



MAE (Promedio del valor absoluto del error)

$$MAE = \overline{e_{abs}}$$

MAPE (Promedio del valor absoluto del error porcentual)

$$MAPE = 100 \times \sum_{i=1}^N \frac{|\hat{y}_i - y_i|}{y_i} \times \frac{1}{N}$$

nEMAE (Promedio del valor absoluto del error normalizado por el máximo entre la generación real y la pronosticada).

$$nEMAE = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^N e_{abs_i}}{\sum_{i=1}^N \max(G_{real_i}, G_{pron_i})}$$

nMAE_E (Promedio del valor absoluto del error normalizado por la energía total generada).

$$nMAE_E = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^N e_{abs_i}}{E}$$

RMSE (Error cuadrático medio).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N e_i^2}{N}}$$

nRMSEsd (Error cuadrático medio normalizado con la desviación estándar de los datos medidos).

$$nRMSEsd = \frac{RMSE}{\sigma}$$

nRMSEp (Error cuadrático medio normalizado con la generación máxima leída).

$$nRMSEp = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N e_i^2}{P_{max}}}$$

MBE (Sesgo medio del error o error promedio).

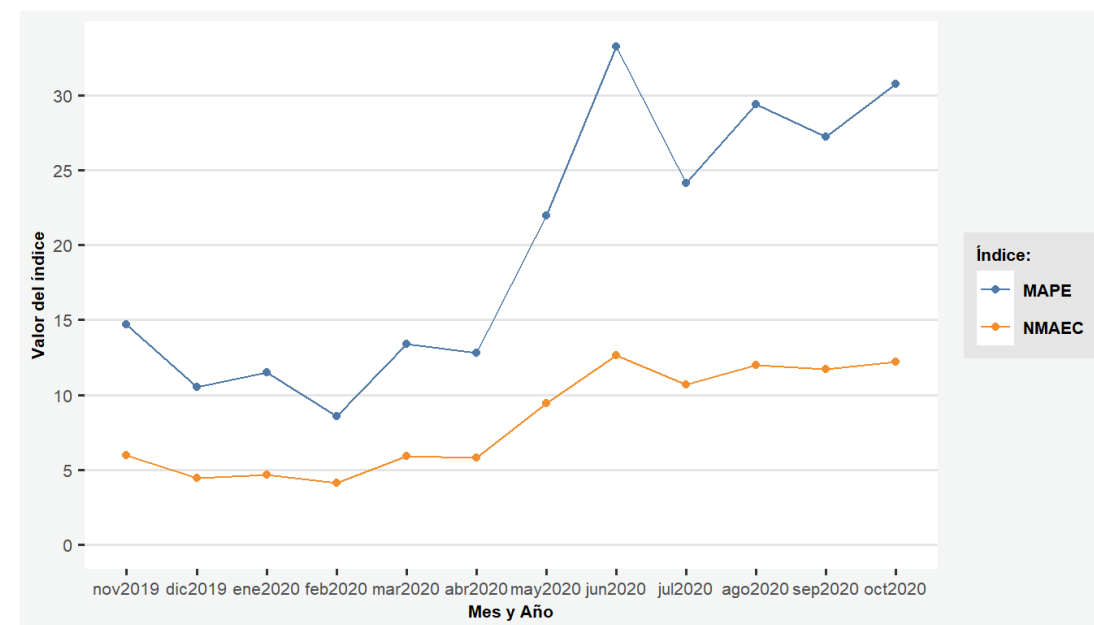
$$MBE = \frac{\sum_{i=1}^N e_i}{N}$$

CORR/ρ (Coeficiente de correlación de pearson).

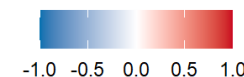
$$\rho = \frac{Covarianza(G_{real}, G_{pron})}{\sigma_{G_{real}} \times \sigma_{G_{pron}}}$$

Monitoreo de indicadores *para pronósticos* centralizados de ERNC

mes_año	MAE	MAPE	NMAEC	RMSE	NRMSESD	NRMSEC	NRMSEP	MBE	CORR
nov2019	3.56	22.86	5.93	6.12	0.34	0.1	0.11	-0.7	0.94
dic2019	2.11	12.39	3.52	3.92	0.23	0.07	0.07	0.24	0.97
ene2020	2.97	14.46	4.95	5.58	0.32	0.09	0.1	-0.02	0.95
feb2020	2.41	10.61	4.02	4.95	0.28	0.08	0.09	0.02	0.96
mar2020	2.17	9.39	3.62	4.67	0.26	0.08	0.08	0.02	0.97
abr2020	2.75	13.37	4.59	4.56	0.26	0.08	0.08	-0.1	0.96
may2020	4.07	31.72	6.79	5.92	0.34	0.1	0.1	0.06	0.94
jun2020	5.67	62.64	9.45	8.81	0.51	0.15	0.15	-1.7	0.87
jul2020	4.59	26.54	7.65	6.75	0.39	0.11	0.12	0.75	0.92
ago2020	4.89	35.35	8.16	7.16	0.39	0.12	0.12	-0.55	0.92
sep2020	5.52	35.81	9.21	8.12	0.43	0.14	0.14	0.16	0.9
oct2020	4.73	44.11	7.89	7.21	0.44	0.12	0.15	-0.9	0.9

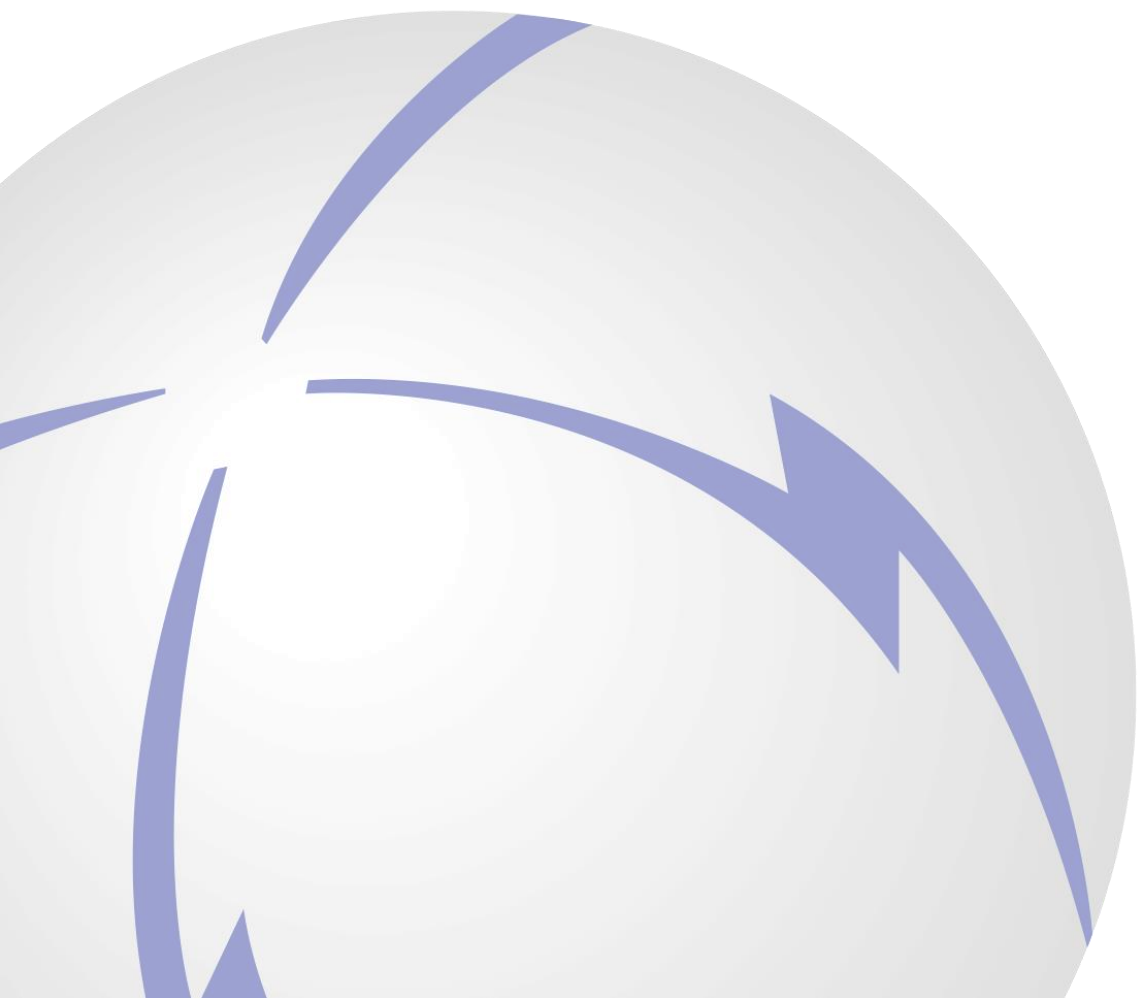


CORR	-0.21	-0.45	-0.21	-0.36	-0.47	-0.36	-0.47	0.14	1
MBE	-0.23	-0.49	-0.23	-0.36	-0.39	-0.35	-0.41	1	0.14
NRMSEP	0.09	0.98	0.09	0.3	1	0.29	1	-0.41	-0.47
NRMSEC	0.94	0.32	0.94	1	0.29	1	0.29	-0.35	-0.36
NRMSESD	0.08	0.98	0.08	0.29	1	0.29	1	-0.39	-0.47
RMSE	0.94	0.32	0.94	1	0.29	1	0.3	-0.36	-0.36
NMAEC	1	0.14	1	0.94	0.08	0.94	0.09	-0.23	-0.21
MAPE	0.14	1	0.14	0.32	0.98	0.32	0.98	-0.49	-0.45
MAE	1	0.14	1	0.94	0.08	0.94	0.09	-0.23	-0.21
	MAE	MAPE	NMAEC	RMSE	NRMSESD	NRMSEC	NRMSEP	MBE	CORR





Conclusiones



Conclusiones

Existe un trabajo previo de coordinación, en el cual se definen los requerimientos de información, los formatos, mecanismos de comunicación, etc.

Es necesario definir la forma óptima para almacenar, procesar y visualizar los datos.

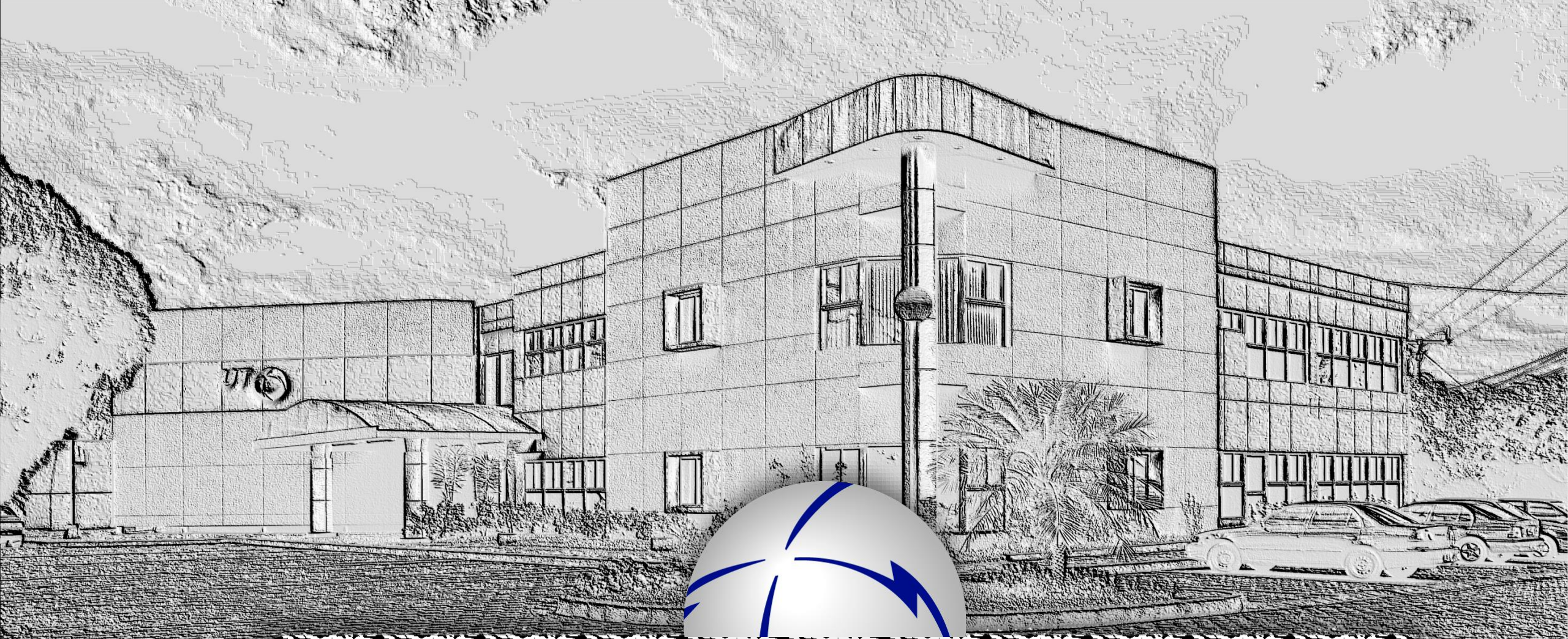
Se debe adecuar al contexto en que se usa la información. Las necesidades en el ámbito de planificación son diferentes a las de operación en tiempo real.

El pronóstico de corto plazo permite disminuir la incertidumbre sobre la inyección de ERNC en tiempo real.

Es importante definir indicadores adecuados para medir la calidad de los pronósticos.

Es necesario que en el proceso de implementación sea coordinado por un equipo interdisciplinario para abordar todas las necesidades del Operador del Sistema

Se obtuvo una mejora en la calidad del pronóstico centralizado en comparación del enviado por el PM.



Gracias

www.ut.com.sv

Unidad de Transacciones, S.A. de C.V.

Administradora del Mercado Mayorista de Electricidad

Km 12 ½ carretera al puerto de La Libertad, Nuevo Cuscatlán La Libertad, El Salvador, Centroamérica

Teléfono (503) 2521-7300