

Índice

Contexto

Vates

CEGH

Pronósticos para las centrales hidroeléctricas

Integración de pronósticos a Vates

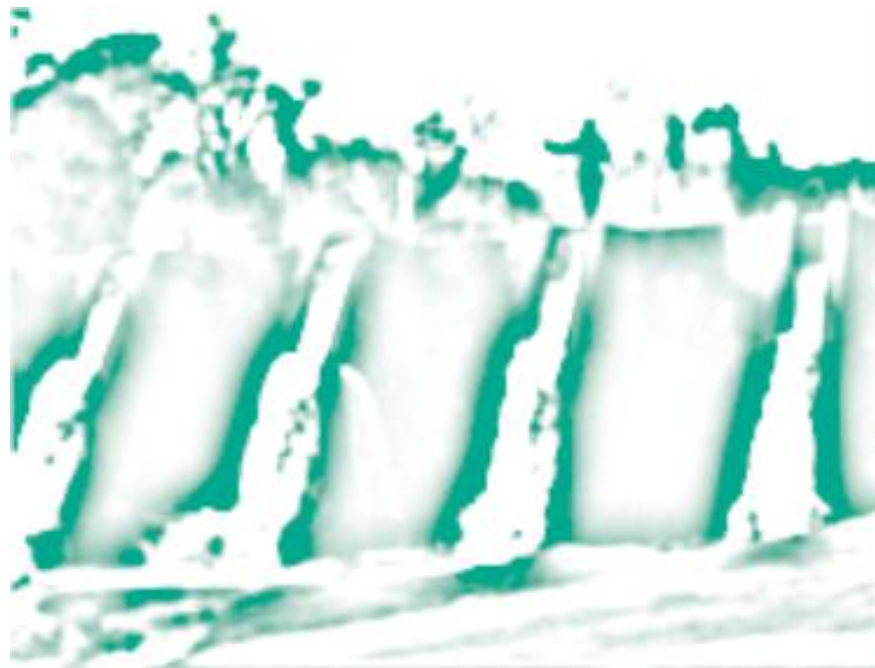
Pronósticos de ERNC

Resultados operativos

ACOPLE DE ENSEMBLE A FUENTE CEGH



ACOPLE DE ENSEMBLE A FUENTE CEGH

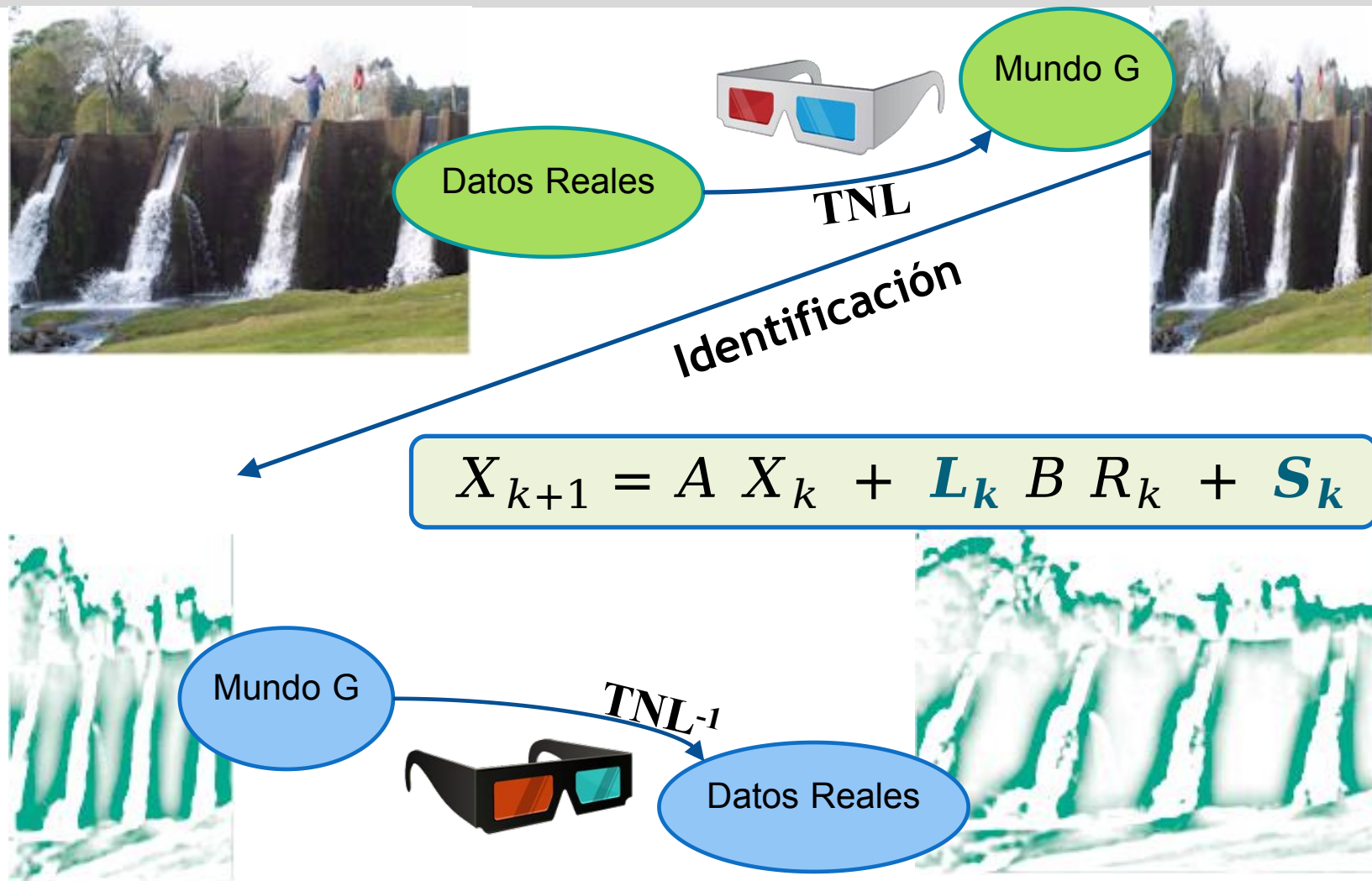


ACOPLE DE ENSEMBLE A FUENTE CEGH

Replicar pronósticos sintéticamente a la salida de la fuente
CEGH

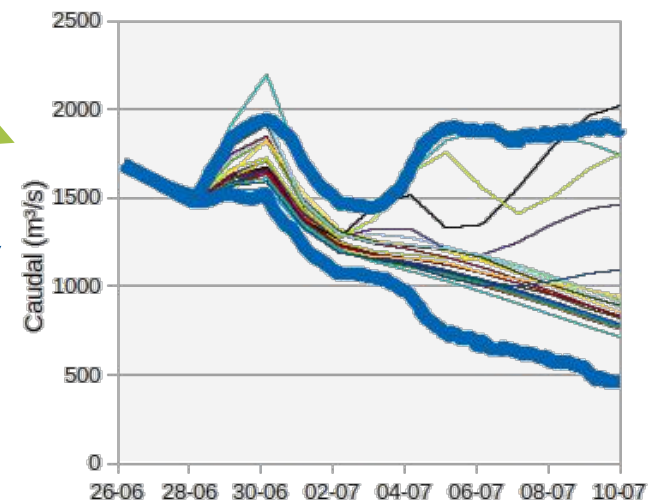
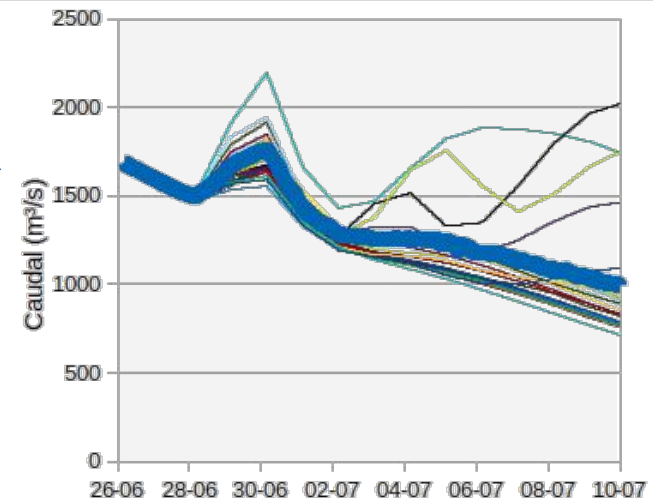
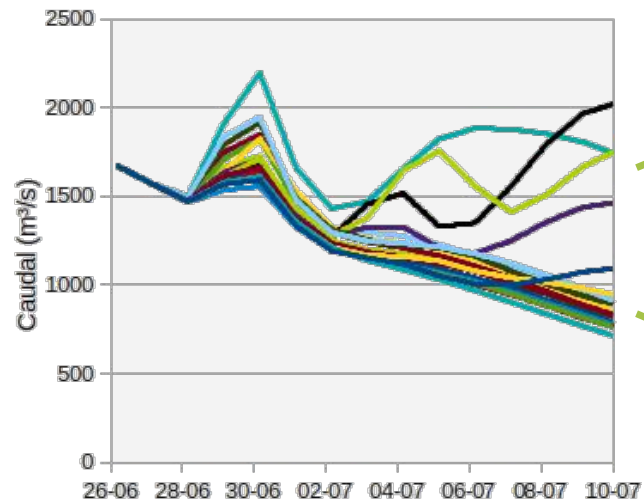


ACOPLE DE ENSEMBLE A FUENTE CEGH



ACOPLE DE ENSEMBLE A FUENTE CEGH

Sesgos: valor esperado.



Atenuadores: dispersión

ACOPLE DE ENSEMBLE A FUENTE CEGH

Sistema. Paso k de p .	$X_{k+1} = A X_k + L_k B R_k + S_k$	(1)
X. m canales.	$X_k = \begin{bmatrix} X_{1k} \\ X_{2k} \\ \vdots \\ X_{mk} \end{bmatrix}$	(2)
Sesgo.	$S_k = \begin{bmatrix} S_{1k} \\ S_{2k} \\ \vdots \\ S_{mk} \end{bmatrix}$	(3)
Filtro A.	$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mm} \end{bmatrix}$	(4)
Filtro B.	$B = \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{m1} & \cdots & b_{mm} \end{bmatrix}$	(5)
Atenuadores de ruido.	$L_k = \begin{bmatrix} l_{1k} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & l_{2k} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & l_{mk} \end{bmatrix}$	(6)

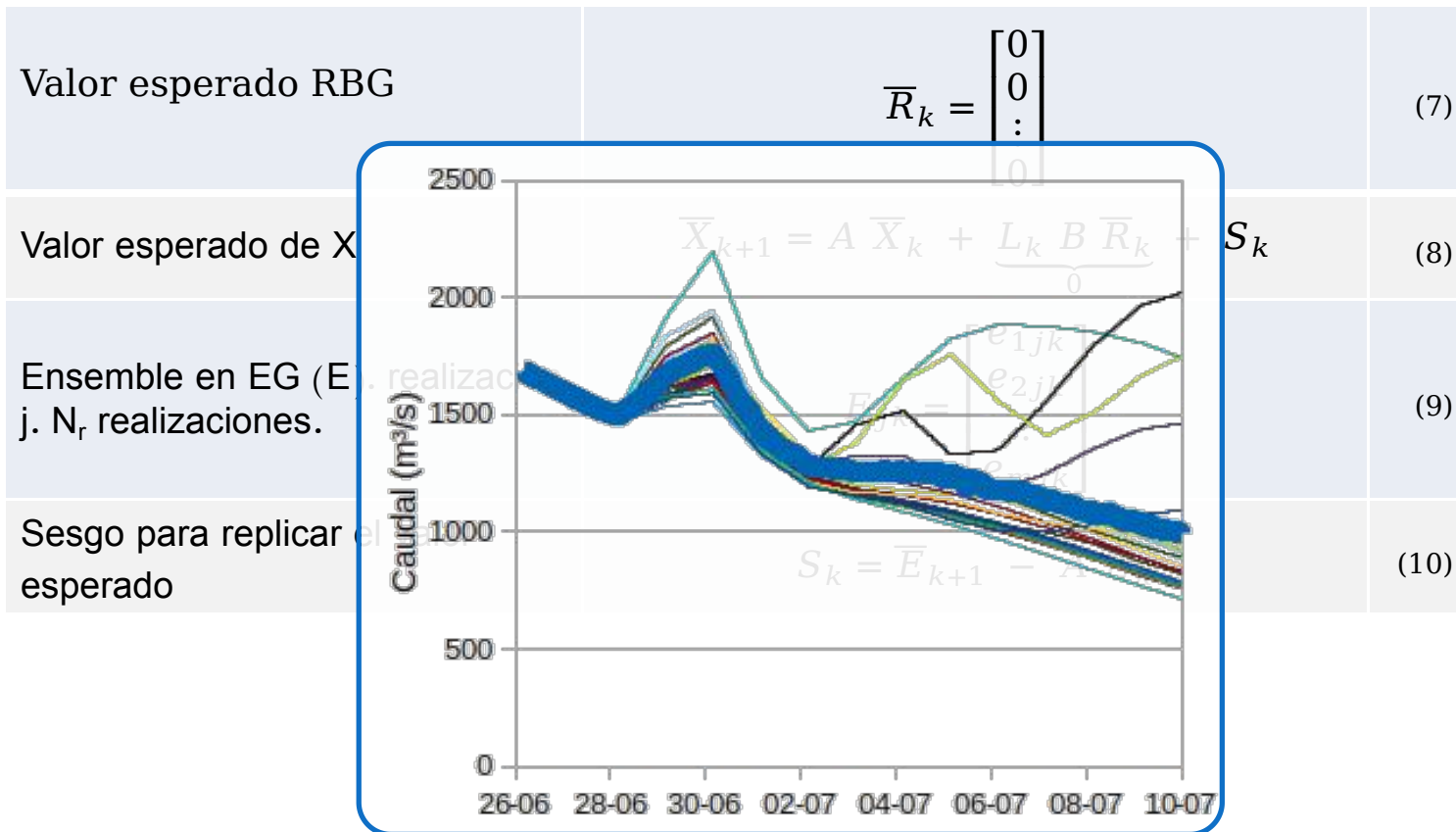
ACOPLE DE ENSEMBLE A FUENTE CEGH

Ajuste del valor esperado.

Valor esperado RBG	$\bar{R}_k = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$	(7)
Valor esperado de X	$\bar{X}_{k+1} = A \bar{X}_k + \underbrace{L_k B \bar{R}_k}_0 + S_k$	(8)
Ensemble en EG (E). realización j. N_r realizaciones.	$E_{jk} = \begin{bmatrix} e_{1jk} \\ e_{2jk} \\ \vdots \\ e_{mjk} \end{bmatrix}$	(9)
Sesgo para replicar el valor esperado	$S_k = \bar{E}_{k+1} - A \bar{E}_k$	(10)

ACOPLE DE ENSEMBLE A FUENTE CEGH

Ajuste del valor esperado.



ACOPLE DE ENSEMBLE A FUENTE CEGH

Ajuste de la dispersión.

Inversa de matriz de atenuadores	$L_k^{-1} = \beta_k = \begin{bmatrix} \beta_{1k} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \beta_{2k} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \beta_{mk} \end{bmatrix}; \beta_{jk} = 1/l_{jk}$	(11)
Valores insesgados	$d_{jk} = X_{jk} - \bar{X}_k$	(14)
Desviaciones	$\langle d_1 d_1^T \rangle = A \langle d_0 d_0^T \rangle A^T + L_0 B B^T L_0^T;$ $\langle d_2 d_2^T \rangle = A(A \langle d_0 d_0^T \rangle A^T + L_0 B B^T L_0^T) A^T + L_1 B B^T L_1^T$	(15)
Z auxiliar	$Z_0 = A \langle d_0 d_0^T \rangle A^T$ $Z_{k-1} = A(Z_{k-1} + L_{k-1} B B^T L_{k-1}^T) A^T$	(16)

ACOPLE DE ENSEMBLE A FUENTE CEGH

Ajuste de la dispersión.

Asumiendo que es gaussiano	$p_k(d_{j,k+1}) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} D_k ^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}d_{j,k}^T D_k^{-1} d_{j,k}}$	(17)
Ajuste por máxima verosimilitud	$\max_{\{\beta_{1k}, \dots, \beta_{mk}\}} \prod_j \prod_k \left(\frac{1}{(2\pi)^{n/2} D_k ^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}d_{j,k}^T D_k^{-1} d_{j,k}} \right)$	(18)
Ajuste por máxima verosimilitud. P matriz de precisión.	$\min_{\{\beta_{1k}, \dots, \beta_{mk}\}} \text{Ln}(P_k) + \frac{1}{N_r} \sum_j d_{j,k}^T P_k^{-1} d_{j,k}$	(19)
Igualando deriva a 0	$0 = \frac{\partial}{\partial \beta_{hk}} (-\text{Ln}(P_k) + \frac{1}{N_r} \sum_j d_{j,k}^T P_k^{-1} d_{j,k})$ $= -\frac{2}{\beta_{hk}} + \frac{2}{N_r} \sum_j (d_{j,k} d_{j,k}^T) \beta C_h$	(20)

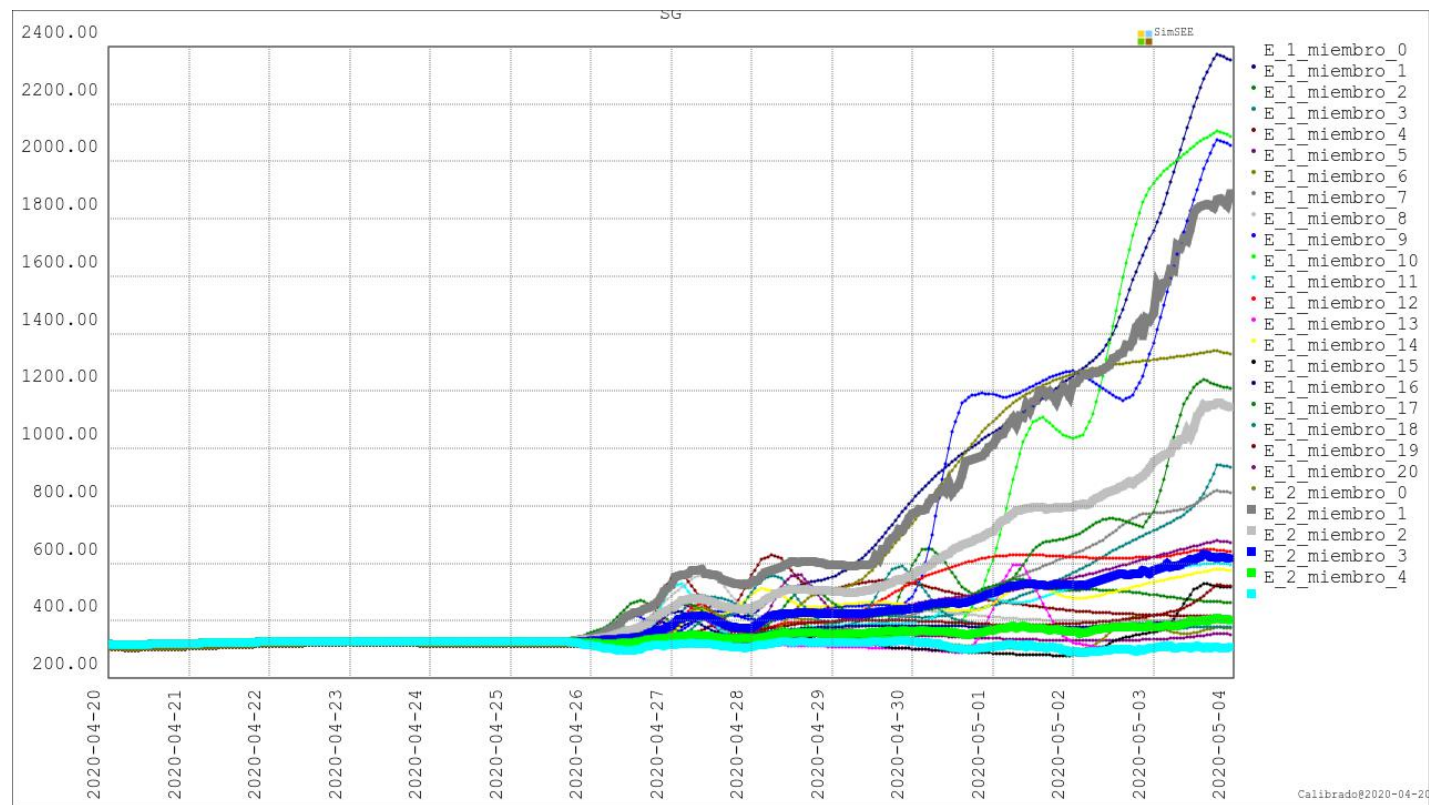
ACOPLE DE ENSEMBLE A FUENTE CEGH

Ajuste de la dispersión.

Condición de optimalidad	$x_h^T \begin{bmatrix} \beta_{1k} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \beta_{2k} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \beta_{mk} \end{bmatrix} C_h = \frac{1}{\beta_{hk}}$	(21)
Dispersión	$x_h^T = \frac{1}{N_r} \left(\sum_j d_{j,k} d_{j,k}^T \right)$	(22)
Problema final	$\begin{bmatrix} \alpha_{11} C_{11} & \alpha_{21} C_{21} & \cdots & \alpha_{m1} C_{m1} \\ \alpha_{12} C_{11} & \alpha_{22} C_{22} & \cdots & \alpha_{m2} C_{m2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{1m} C_{11} & \alpha_{2m} C_{2m} & \cdots & \alpha_{mm} C_{mm} \end{bmatrix} \Big _k \begin{bmatrix} \beta_{1k} \\ \beta_{2k} \\ \vdots \\ \beta_{mk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/\beta_{1k} \\ 1/\beta_{2k} \\ \vdots \\ 1/\beta_{mk} \end{bmatrix}$	(23)

ACOPLE DE ENSEMBLE A FUENTE CEGH

Ajuste de la dispersión.



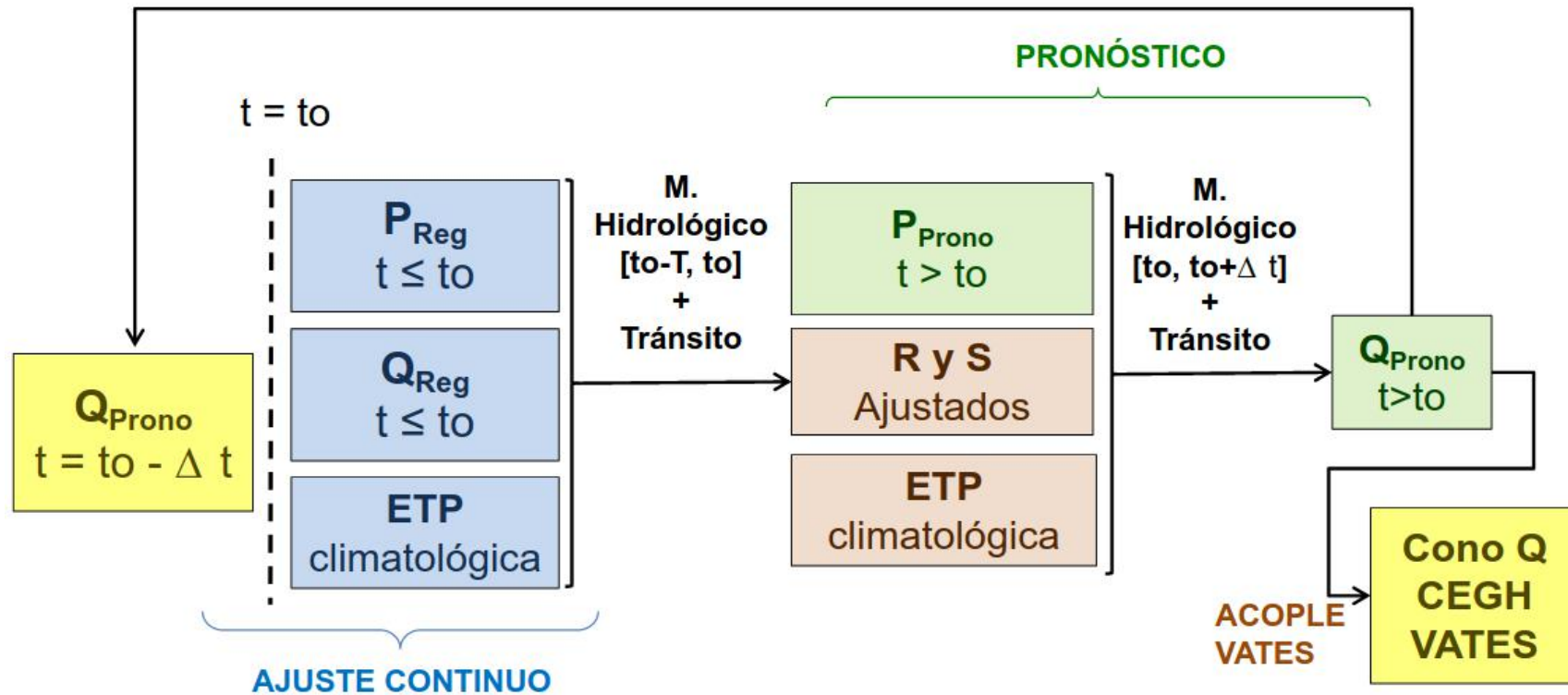
<http://latorre.adme.com.uy/vates/hidro>

PROCESO DE AJUSTE

Ajuste en las subcuencas y días con datos medidos (P_r y Q_r).

Error relativo del caudal simulado (Q_p vs Q_r)

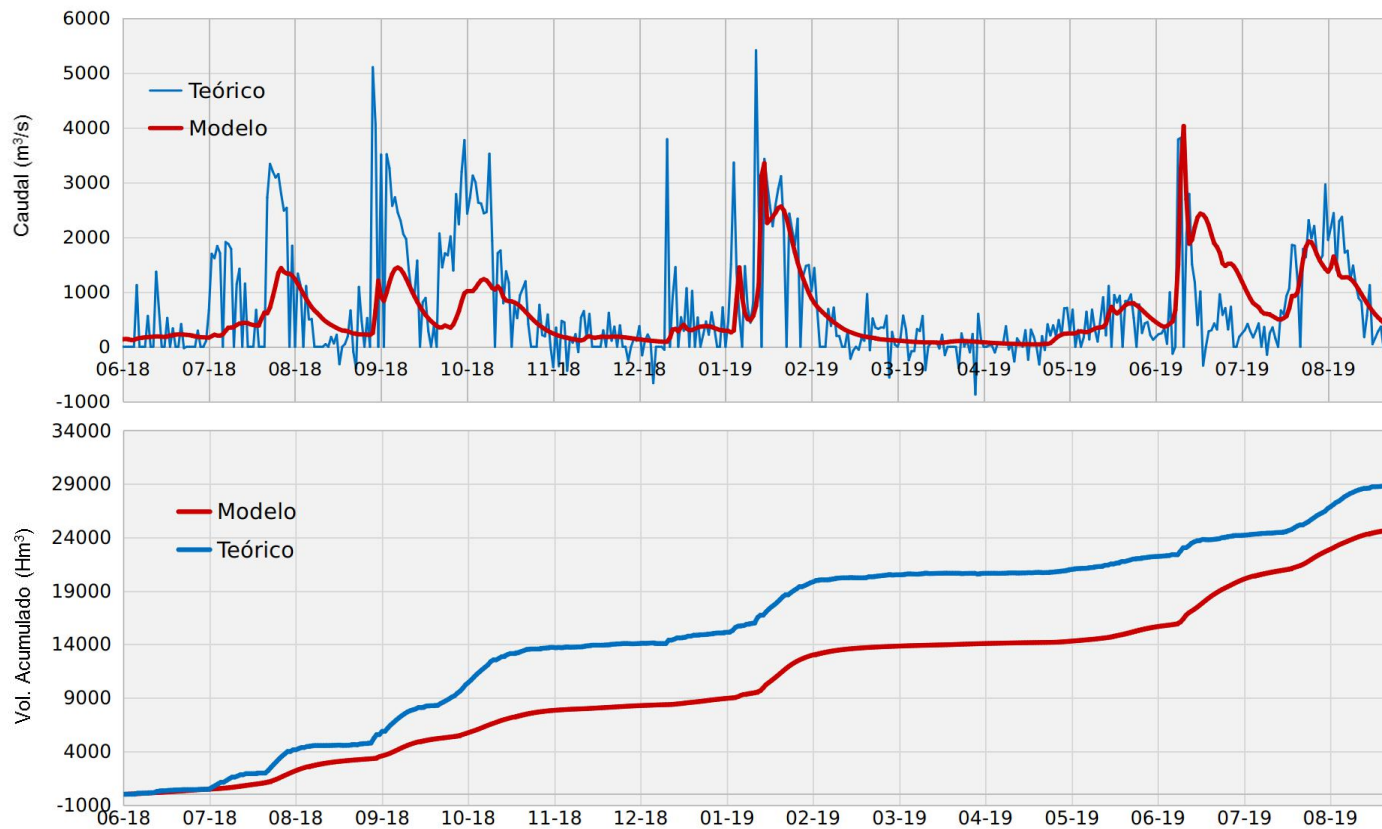
Los reservorios (R y S).



RESULTADOS

Simulación en modo diagnóstico

Simulación para el período junio 2018 a agosto 2019 a partir de la corrida de control del GEFS corregida por el boletín pluviométrico de INUMET.



RESULTADOS

Simulación en modo diagnóstico

Simulación para el período junio 2018 a agosto 2019 a partir de la corrida de control del GEFS corregida por el boletín pluviométrico de INUMET.

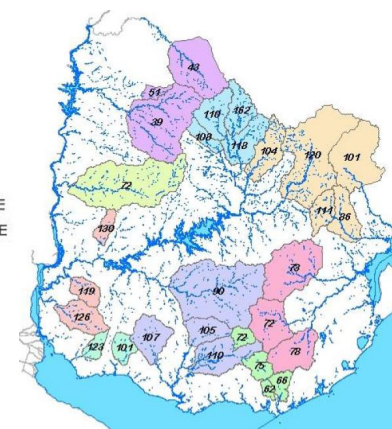
Fuente	Precipitación acumulada (Hm ³)	Vol. escurrido acumulado (Hm ³)	Coefficiente de escorrentía C = Esc/P (*)	Coefficiente de Nash–Sutcliffe NSE	Coefficiente R ²
Modelo	60.900	24.750 (Dif = -15%)	0,41	0,30 (diario) 0,47 (semanal)	0,57 (diario)
Teórico	60.900	29.150	0,48		0,70 (semanal)

(*) Resumen de valores regionalizados de C para las cuencas aforadas (período 1980-2004). Fuente: DINAGUA, 2012.

Región	Anual	Abr-Jul	Ago-Nov	Dic-Mar
LITORAL NORTE	0.35	0.49	0.32	0.16
CENTRO NORTE	0.38	0.52	0.33	0.20
NORESTE	0.43	0.54	0.45	0.20
LITORAL SUR	0.31	0.40	0.33	0.19
SUROESTE	0.21	0.26	0.23	0.10
CENTRO SUR	0.34	0.41	0.37	0.13
CENTRO ESTE	0.37	0.47	0.40	0.15
ESTE	0.41	0.46	0.51	0.18
SURESTE	0.35	0.40	0.41	0.15
PROMEDIO	0.37	0.46	0.39	0.16

REGIONES

	LITORAL NORTE
	CENTRO NORTE
	NORESTE
	LITORAL SUR
	SUROESTE
	CENTRO SUR
	CENTRO ESTE
	ESTE
	SURESTE



RESULTADOS

Simulación en modo diagnóstico

Simulación para el período junio 2018 a agosto 2019 a partir de la corrida de control del GEFS corregida por el boletín pluviométrico de INUMET.

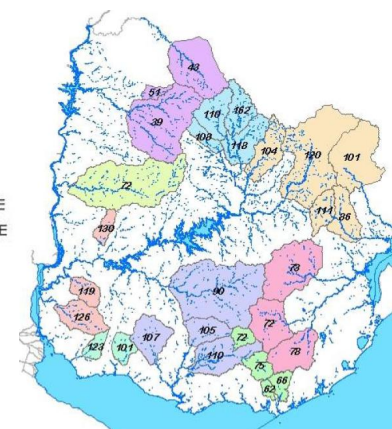
Fuente	Precipitación acumulada (Hm ³)	Vol. escurrido acumulado (Hm ³)	Coefficiente de escorrentía C = Esc/P (*)	Coefficiente de Nash–Sutcliffe NSE	Coefficiente R ²
Modelo	60.900	24.750 (Dif = -15%)	0,41	0,30 (diario) 0,47 (semanal)	0,57 (diario)
Teórico	60.900	29.150	0,48		0,70 (semanal)

(*) Resumen de valores regionalizados de C para las cuencas aforadas (período 1980-2004). Fuente: DINAGUA, 2012.

Región	Anual	Abr-Jul	Ago-Nov	Dic-Mar
LITORAL NORTE	0.35	0.49	0.32	0.16
CENTRO NORTE	0.38	0.52	0.33	0.20
NORESTE	0.43	0.54	0.45	0.20
LITORAL SUR	0.31	0.40	0.33	0.19
SUROESTE	0.21	0.26	0.23	0.10
CENTRO SUR	0.34	0.41	0.37	0.15
CENTRO ESTE	0.37	0.47	0.40	0.15
ESTE	0.41	0.46	0.51	0.18
SURESTE	0.35	0.40	0.41	0.15
PROMEDIO	0.37	0.46	0.39	0.16

REGIONES

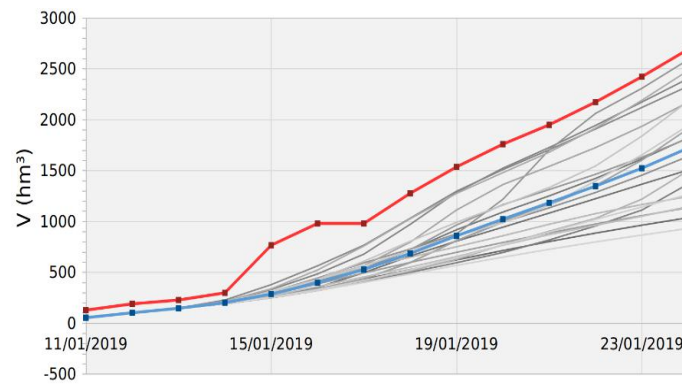
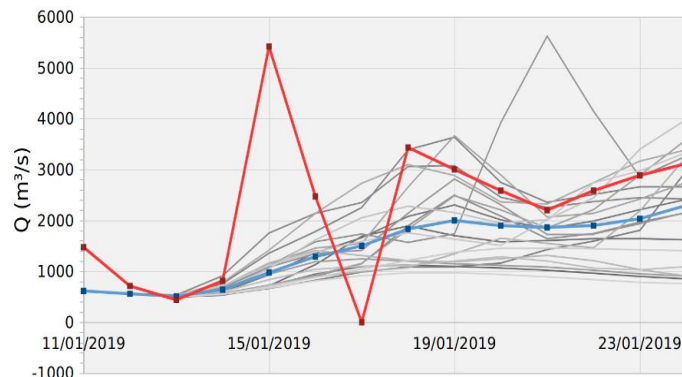
	LITORAL NORTE
	CENTRO NORTE
	NORESTE
	LITORAL SUR
	SUROESTE
	CENTRO SUR
	CENTRO ESTE
	ESTE
	SURESTE



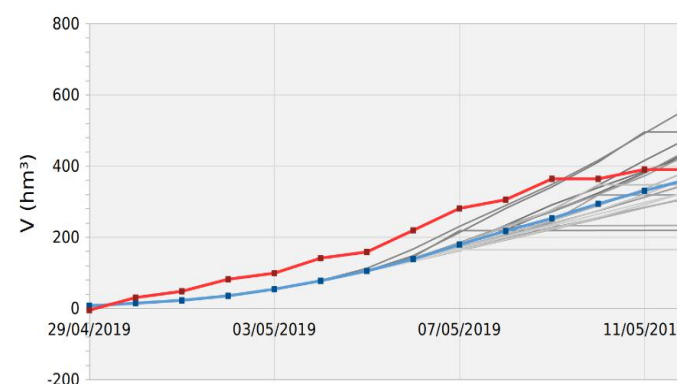
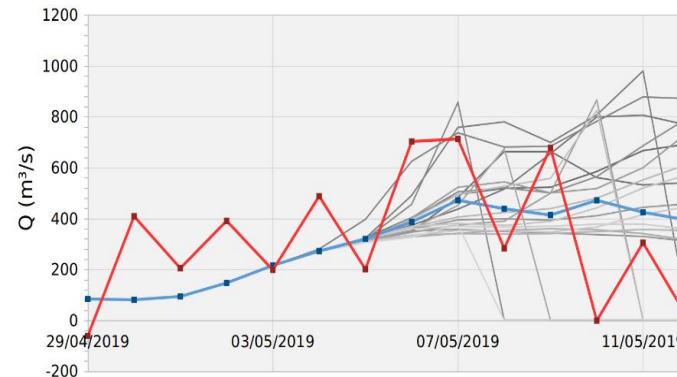
RESULTADOS

Conos de pronósticos de caudales a 14 días.

Simulación iniciada el 11/01/2019



Simulación iniciada el 29/04/2019

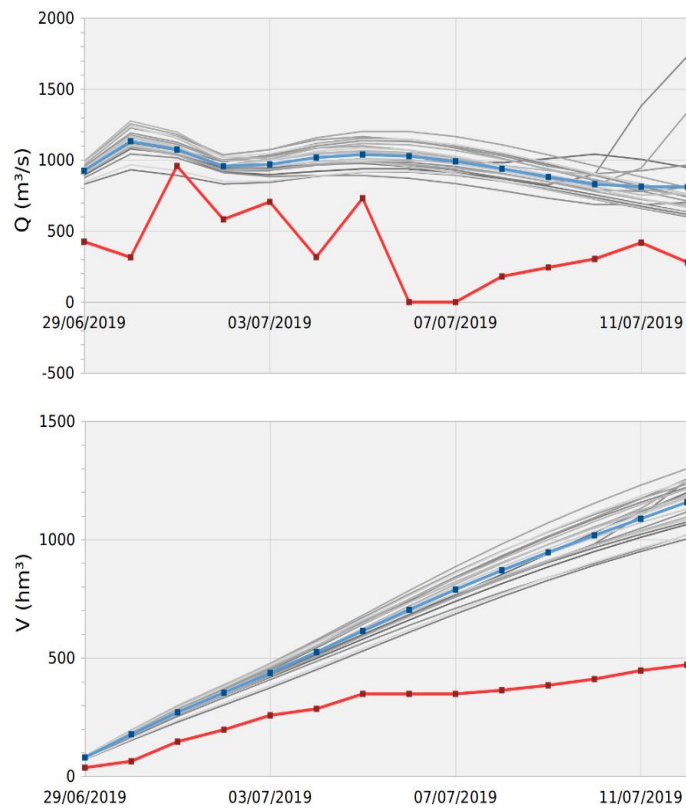


- member_1
- member_2
- member_3
- member_4
- member_5
- member_6
- member_7
- member_8
- member_9
- member_10
- member_11
- member_12
- member_13
- member_14
- member_15
- member_16
- member_17
- member_18
- member_19
- member_20
- Prom GEFS
- Teorico

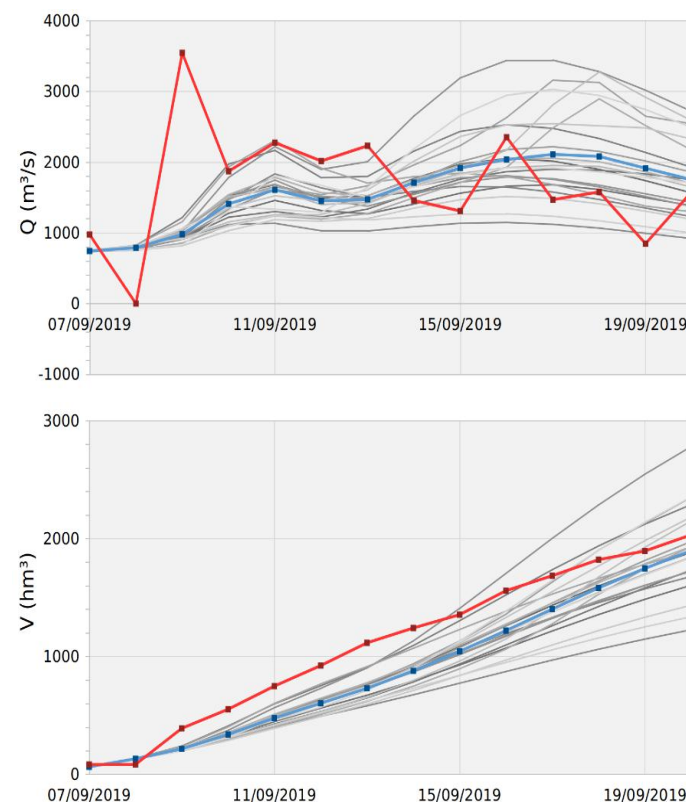
RESULTADOS

Conos de pronósticos de caudales a 14 días.

Simulación iniciada el 29/06/2019



Simulación iniciada el 07/09/2019



- member_1
- member_2
- member_3
- member_4
- member_5
- member_6
- member_7
- member_8
- member_9
- member_10
- member_11
- member_12
- member_13
- member_14
- member_15
- member_16
- member_17
- member_18
- member_19
- member_20
- Prom GEFS
- Teórico

CONCLUSIONES

Modelado hidrológico aceptado para Rincón del Bonete y Palmar

Metodología para la generación y **acople dentro del SimSEE y VATES de ensembles de pronósticos**

Suficientemente general y flexible para incorporar otras fuentes de pronóstico

Se incorporaron ensembles de pronósticos con variabilidad para todas las centrales del Río Negro y para Salto Grande

PASOS FUTUROS

Mejora en la estimación de la precipitación histórica a partir de la combinación de observaciones en superficie y estimaciones satelitales de precipitación.

Optimización del modelo a partir de la mejor estimación de la precipitación histórica.

Implementación en modo operativo del **ajuste en tiempo real** en base a registros de precipitación y caudal.

Extensión de la metodología a las **otras centrales hidroeléctricas del Río Negro**.

Aplicaciones de las mejoras del modelo CEGH a **otros tipos de generadores**.

Índice

Contexto

Vates

CEGH

Pronósticos para las centrales hidroeléctricas

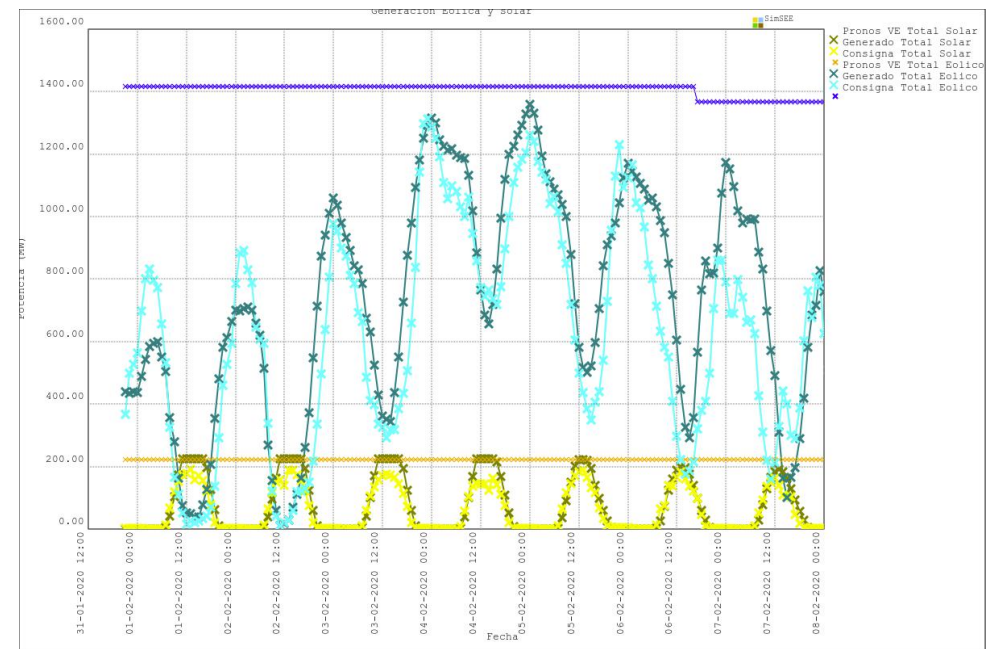
Integración de pronósticos a Vates

Pronósticos de ERNC

Resultados operativos

Pronósticos Energía Eólica

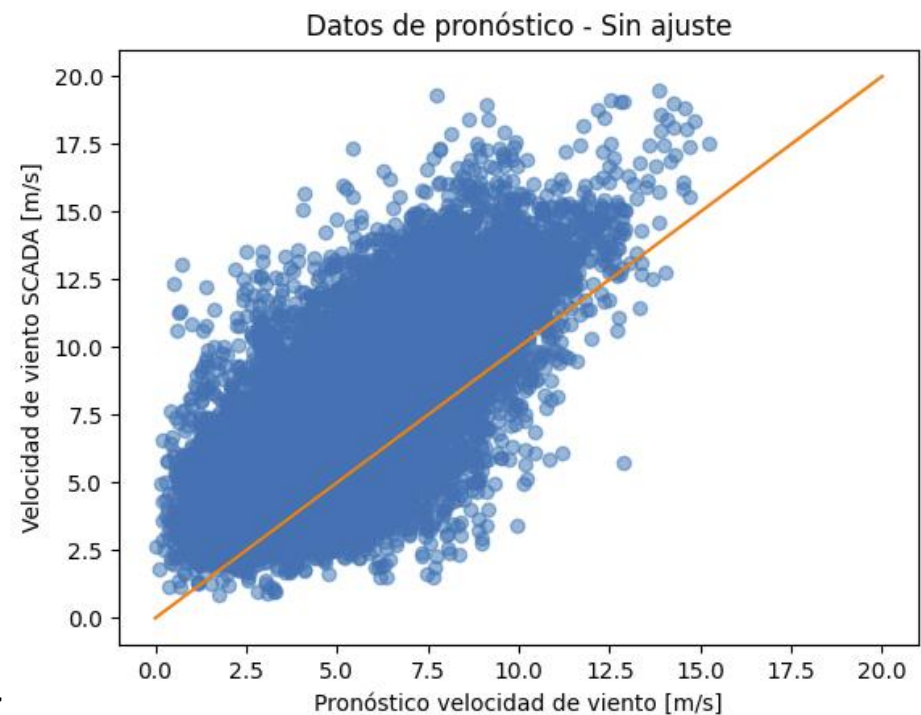
- Pronósticos de velocidad y dirección del viento por parque
- Ajuste viento - viento mediante ANN
- Modelo de conversión electromecánica viento - potencia mediante sigmoide modificado



Ing. Rafael Bruno, Ing. Alfredo Solari, Ing. Guillermo Flieller

Pronósticos Energía Eólica

- Pronósticos de velocidad y dirección del viento por parque
- Ajuste viento - viento mediante ANN
- Modelo de conversión electromecánica viento - potencia mediante sigmoide modificado





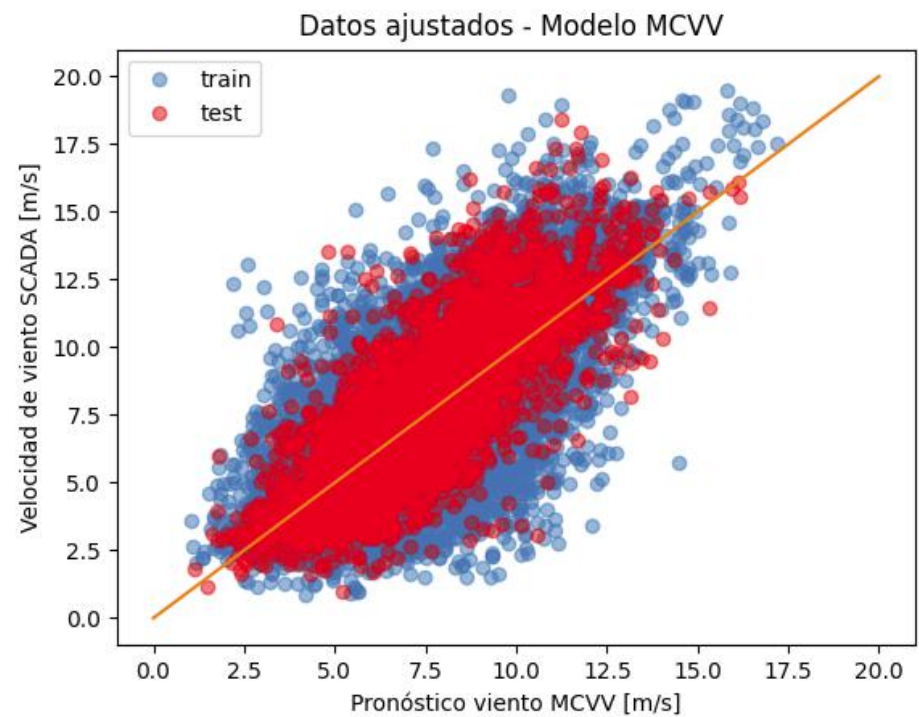
Pronósticos Energía Eólica

- Pronósticos de velocidad y dirección del viento por parque
 - Ajuste viento - viento mediante ANN
 - Modelo de conversión electromecánica viento - potencia mediante sigmoide modificado
- ❖ Por sector de dirección
 - ❖ Una capa
 - ❖ Fully Connected
 - ❖ Entrenadas con velocidad, dirección e irradiancia pronosticada y velocidad medida
 - ❖ Eliminación de sesgos y tendencias

Pronósticos Energía Eólica

- Pronósticos de velocidad y dirección del viento por parque
- Ajuste viento - viento mediante ANN
- Modelo de conversión electromecánica viento - potencia mediante sigmoide modificado

Ing. Rafael Bruno, Ing. Alfredo Solari, Ing. Guillermo Flieller





Pronósticos Energía Eólica

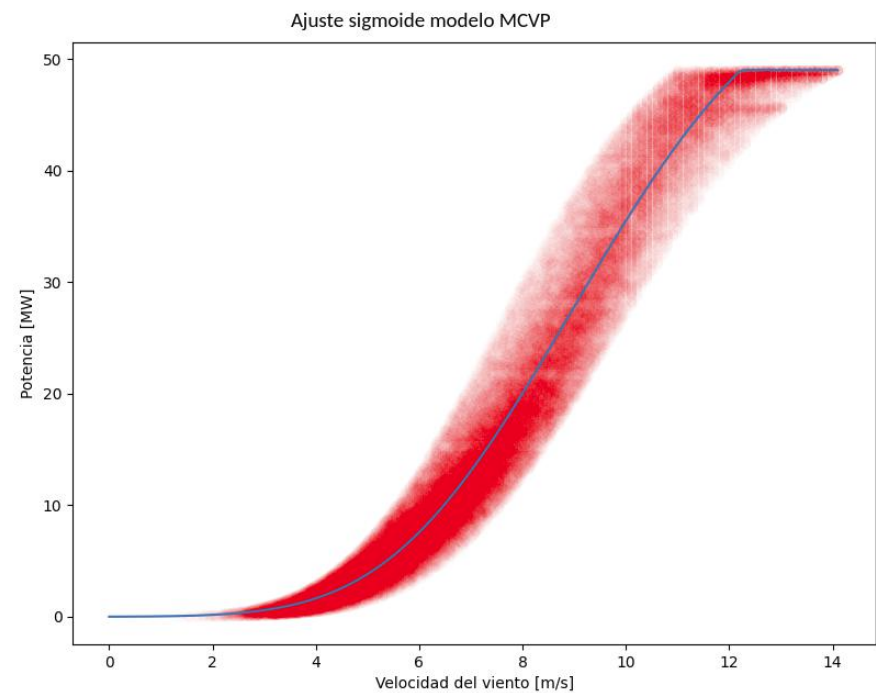
- Pronósticos de velocidad y dirección del viento por parque
- Ajuste viento - viento mediante ANN
- Modelo de conversión electromecánica viento - potencia mediante sigmoide modificado

- Por parque
- Por sector de dirección
- Fully Connected
- Calibradas usando series de velocidad y potencia scada

Pronósticos Energía Eólica

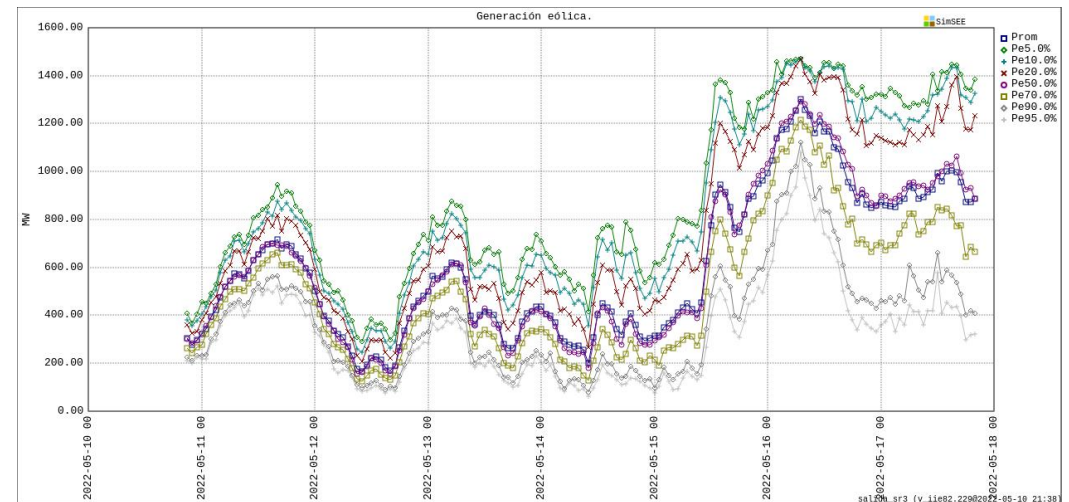
- Pronósticos de velocidad y dirección del viento por parque
- Ajuste viento - viento mediante ANN
- Modelo de conversión electromecánica viento - potencia mediante sigmoide modificado

Ing. Rafael Bruno, Ing. Alfredo Solari, Ing. Guillermo Flieller



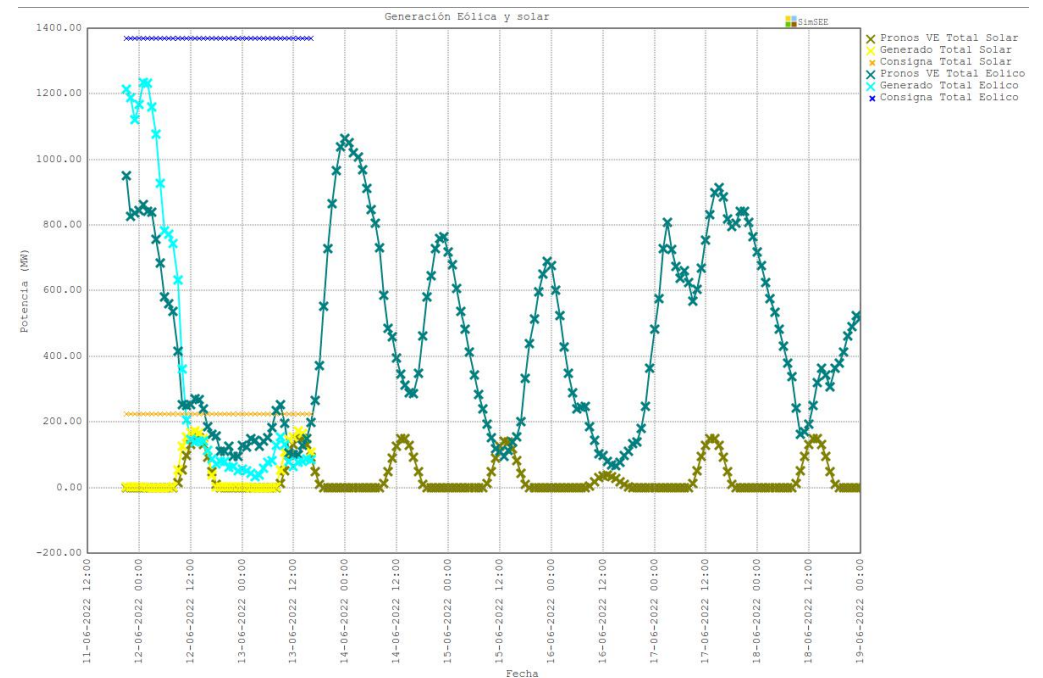
Pronósticos Energía Eólica

- Guía P50
- Cono de pronóstico en base a distribución histórica con apertura gradual
- Usando CEGH



Pronósticos Energía Solar

- Pronósticos de GHI y temperatura de MeteoBlue
- Modelos determinísticos por parque
- CEGH con guías de P50
- Ruido modulado según estadística histórica
- En desarrollo nuevo modelo del Laboratorio de Energía Solar de la UdelaR



Índice

Contexto

Vates

CEGH

Pronósticos para las centrales hidroeléctricas

Integración de pronósticos a Vates

Pronósticos de ERNC

Resultados operativos

