

# Calibración de predicciones y estimación de intervalos de confianza en predicciones de viento y potencia generada en parques eólicos en Uruguay.

Gabriel Cazes Boezio

En este informe, mostraremos criterios para la evaluación de intervalos de confianza de predicciones de viento y potencia en Uruguay. En primer lugar, se evalúa la dependencia estacional y horaria de la incertidumbre, en base al estudio de predicciones operativas realizadas para 4 parques eólicos en Uruguay (con una potencia total instalada de 300 MW), los que estuvieron operativos durante un período superior a un ciclo anual. Por otra parte se analiza la dependencia de la incertidumbre respecto a la circulación atmosférica regional pronosticada, investigando si hay condiciones de circulación atmosférica de mayor predictibilidad.

## Dependencia de la incertidumbre de los ciclos anual y horario.

Se utilizan predicciones numéricas obtenidas con el modelo WRF de baja resolución (30km por 30km) en un dominio alrededor de Uruguay, utilizando predicciones del modelo GFS para obtener las condiciones iniciales y de borde. Se realiza un procedimiento de calibración con validación cruzada, el cual genera un coeficiente de speed up para cada hora y cada día de la muestra. El resultado de esta calibración se utiliza para evaluar la calidad de pronóstico y para determinar los intervalos de confianza de un parque, o conjunto de parques individualmente calibrados. A los efectos de la predicción operativa, se utiliza un coeficiente de speed up para cada hora determinado con toda la muestra (el mismo sí dependerá de la época del año). Las predicciones retrospectivas permiten la estimación de intervalos de confianza para cada hora y época del año. La Fig. 1 muestra los errores absolutos medios relativos a la potencia instalada para un único parque (Cuchilla de Peralta), y para el total de 4 parques. Se aprecia un importante ciclo diario del error individual en el parque de Cuchilla de Peralta durante el verano (Noviembre-Marzo), con menores errores esperados en las noches, lo cual se atenúa significativamente al tomar la media de varios parques. Por otra parte los errores en invierno (Mayo-Octubre) son algo menores que en verano. La Fig. 2 muestra la calidad de las predicciones descritas en la Fig. 1, en términos de correlación de Pearson, indicando que las predicciones son algo mejores en invierno.

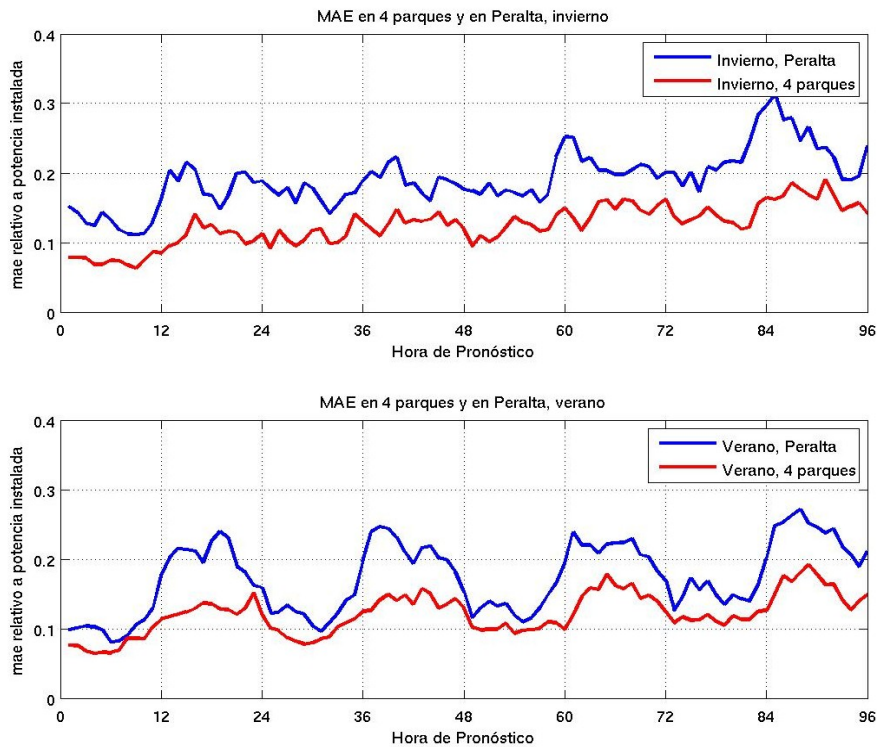


Fig. 1: Error absoluto medio (mae) relativo a la potencia instalada, para invierno (panel superior) y verano (panel inferior), para el parque de Cuchilla de Peralta (azul) y para el total de 4 parques (rojo).

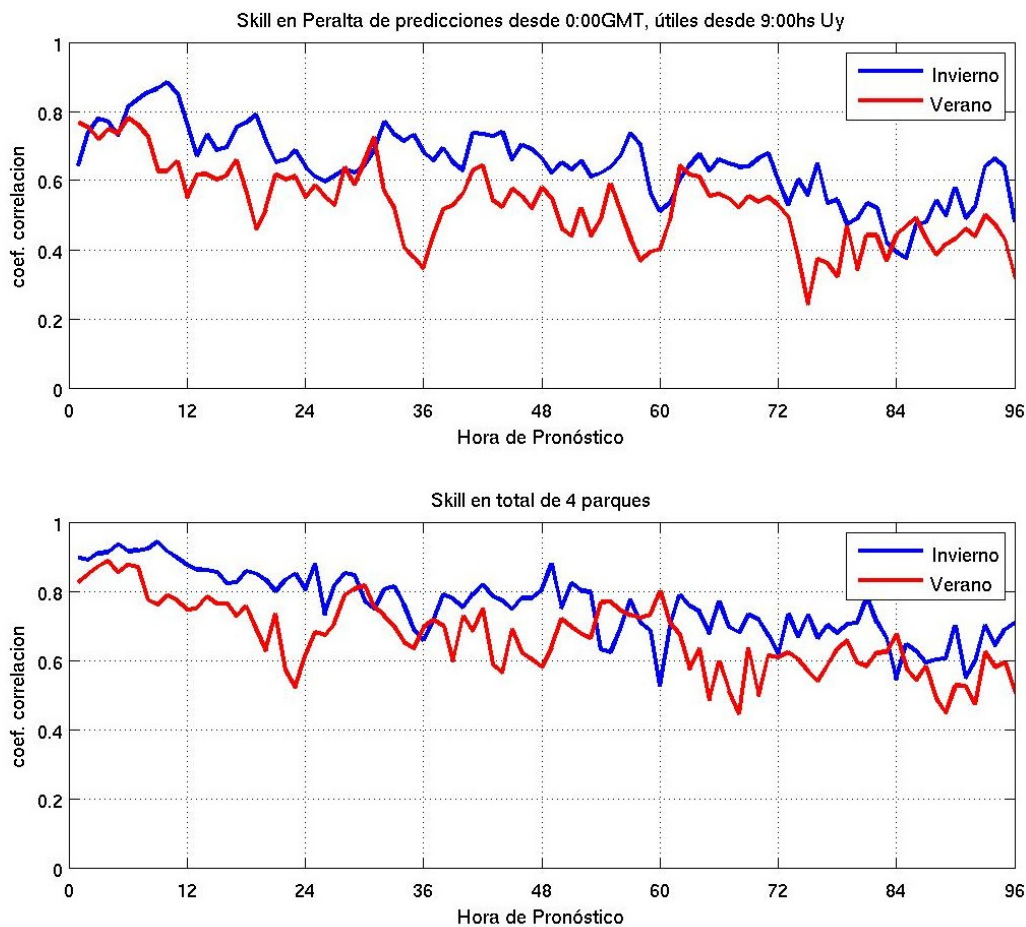


Fig. 2: Calidad de predicciones en términos de correlación de Pearsom para el parque de Cuchilla de Peralta (panel superior) y para el total de 4 parques (panel inferior), para invierno (azul) y para verano (rojo).

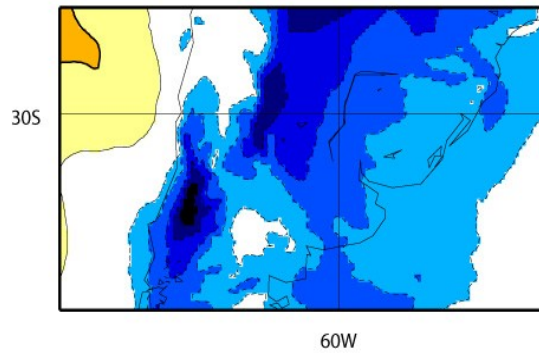
#### **Dependencia de la incertidumbre del estado de los regímenes de circulación pronosticados.**

Mediante el método de agrupación de k-medias se clasifican los pronósticos a 24 horas, para la 21:00 Uy de la variable  $v_{850}$  (viento de sur a norte en el nivel 850hPa, unos 1000m de altura). Estos pronósticos son generados mediante el uso de los modelos GFS y WRF descritos antes. Se clasifican predicciones realizadas durante los meses de Diciembre, Enero y Febrero de 2012. Se encuentra una clasificación robusta de las predicciones consistente en tres regímenes de circulación, cuyas anomalías medias se indican en la Figura 3. Se evalúa la calidad de las predicciones de viento en el anemómetro de Peralta, condicionándolas a la pertenencia de los mismos a cada uno de estos regímenes. Se encuentra que las predicciones tienen significativamente menor incertidumbre si pertenecen a los regímenes 1 y 2, comparados con el los casos que corresponden al régimen 3.

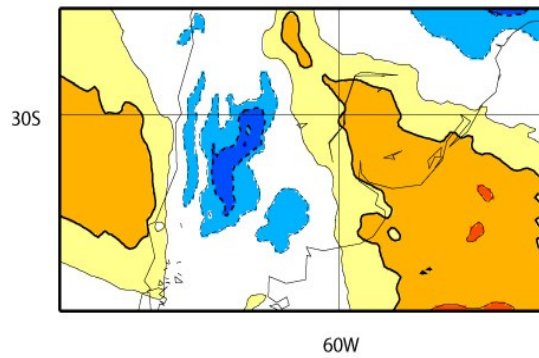
#### **Conclusiones.**

El procedimiento de calibración utilizado produce errores cuyos valores medios durante las primeras 24 horas son del orden del 10% de la capacidad instalada. Las predicciones de verano muestran un error mayor en horas de la noche, lo que se atenúa al promediar varios parques, respecto a los resultados para un solo parque. Se evalúa como viable el condicionamiento del error esperado a la circulación pronosticada durante cada día.

a) Regimen de verano 1



b) Regimen de verano 2



c) Regimen de verano 3

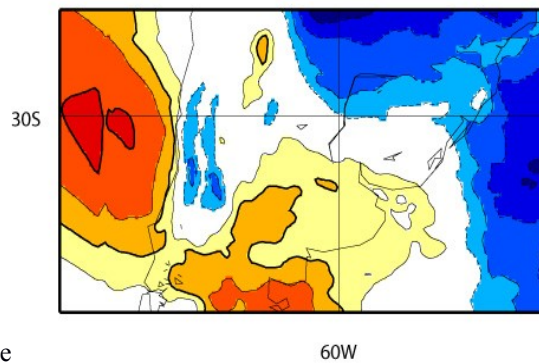


Fig. 3. Anomalías de circulación meridional en 850hPa pronosticadas en 24 horas para las 21:00 UY, DEF 2012, según los tres regímenes de circulación determinados.

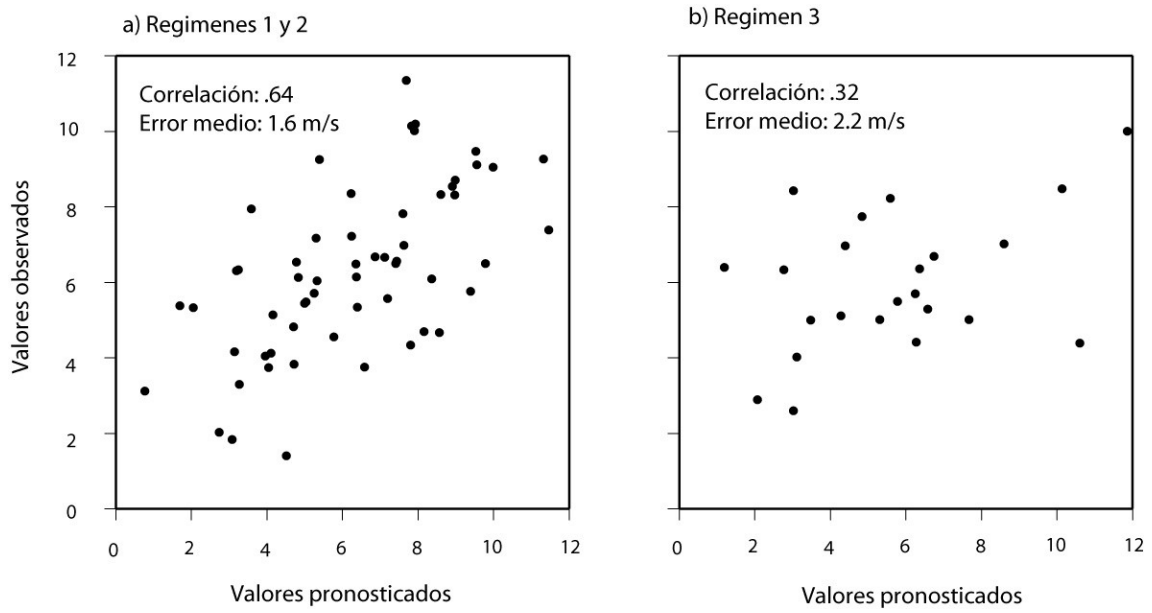


Fig. 4. Scatter plots de predicciones de viento a 100 de altura en el anemómetro de Peralta para la media horaria centrada a las 21:00UY durante DEF de 2012, vs. los respectivos valores observados; según la pertenencia a los regímenes 1 y 2 (panel izquierdo) o tres (panel derecho).