

# ANÁLISIS DEL CÁLCULO DE LA POTENCIA FIRME SEGÚN EL DECRETO 360/002 Y SU POSIBLE APLICACIÓN A LAS ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES (ERNC)

Autores:

Gerardo Cerecetto

Enrique García

IMPORTANTE: Este trabajo se realizó en el marco del curso Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica (SimSEE) y fue evaluado por el enfoque metodológico, la pericia en la utilización de las herramientas adquiridas en el curso para la resolución del estudio y por la claridad de exposición de los resultados obtenidos. Se quiere dejar expresamente claro que no es relevante a los efectos del curso la veracidad de las hipótesis asumidas por los estudiantes y consecuentemente la exactitud o aplicabilidad de los resultados. Ni la Facultad de Ingeniería, ni el Instituto de Ingeniería Eléctrica, ni el o los docentes, ni los estudiantes asumen ningún tipo de responsabilidad sobre las consecuencias directas o indirectas que asociadas al uso del material del curso y/o a los datos, hipótesis y conclusiones del presente trabajo.

Trabajo final, curso SimSEE

IIE – FING – UDELAR

*Agosto 2016*  
*Montevideo – Uruguay.*

# Objetivo

- Valorar la potencia firme del sistema considerando las ERNC existentes y previstas para el sistema, con la reglamentación vigente y algunas posibles variantes.
- Herramientas: Del software SimSee se utilizaron gran cantidad de herramientas entre otras:
  - potenciaFirmeHidraulica
  - CambioPasodeTiempo
  - cronVarPorReal
  - sumaProductoConDurpos\_m.
- Herramientas de Verificación
  - Registros históricos de caudales
  - Registros históricos de energía eólica

# Hipótesis de trabajo

- Sala L/P: Sala SimSee: Planificacion\_2016\_2046\_oddface\_p206nid4953\_GO\_Base.es
- Se utilizó esta sala y también se hicieron las siguientes modificaciones a los efectos comparativos:
  - CON Y SIN ERNC
  - ERNC: CON Y SIN habilitar la opción “Restar para Postizar”.
  - Resto de los Actores: se mantuvieron los determinados en la conformación original de la sala, así como precios de los combustibles y evolución de la demanda y comercio internacional.
- Sala M/P: Sala SimSee: PES\_MAY\_2016\_Actualizada.es empleada en la simulación de paso horario para un año dado.

# Metodología

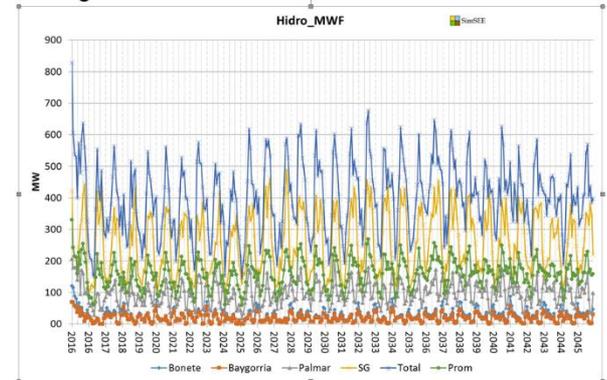
Las corridas realizadas apuntan a verificar comportamientos de la energía hidráulica con y sin energía eólica, con y sin restar para postizar y comportamientos horarios.

- a. Sala L/P **sin** el actor EOLICAS para verificar la forma de cálculo de la potencia firme hidráulica.
- b. Sala L/P **con** el actor EOLICAS, **con** y **sin** para comparar la forma de cálculo de la potencia firme hidráulica .
- c. Sala L/P considerando “un periodo firme” de **5 horas** semanales (Poste 1), replicándose el análisis realizados en las corridas a y b anteriores.
- d. Sala L/P considerando “un periodo firme” de **24 horas** diarias (Todos los Postes) , replicándose el análisis realizados en las corridas a y b anteriores.
- e. Sala L/P “**Potencia Firme**” para el conjunto de parques eólicos, utilizando la definición establecida en el Decreto 360/002 de forma análoga a la potencia firme de centrales hidroeléctricas.
- f. Sala C/P para analizar **comportamientos horarios**

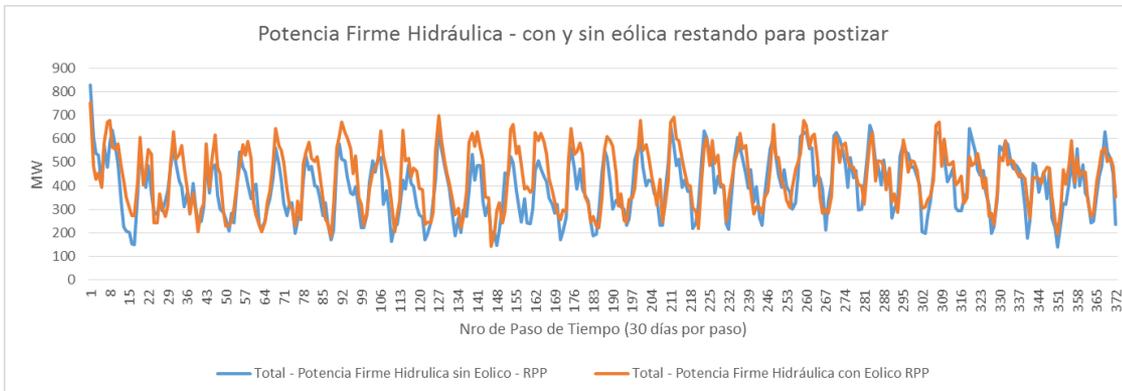
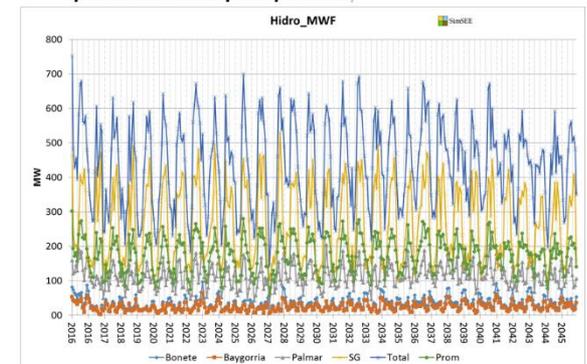
# Resultados del estudio.

- Corridas a y b CON Restar para Postizar:
  - El efecto de la generación eólica sobre la potencia firme hidráulica en **años secos** es del orden de 200 MW.
  - En años de **buena hidraulicidad** puede ser **nula o de signo opuesto** el efecto sobre la potencia firme hidráulica.

6.5 Grafico – Potencia firme hidráulica determinada según la reglamentación

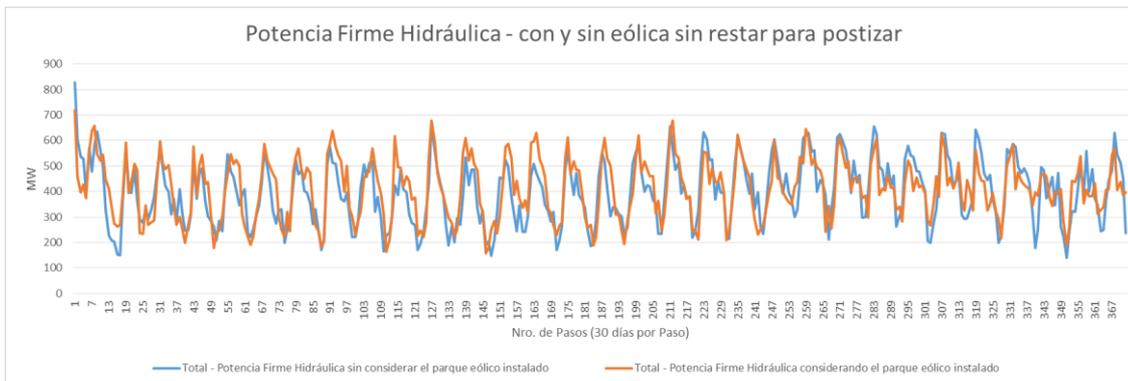


6.7 Grafico – Potencia firme hidráulica determinada con la opción de restar para postizar

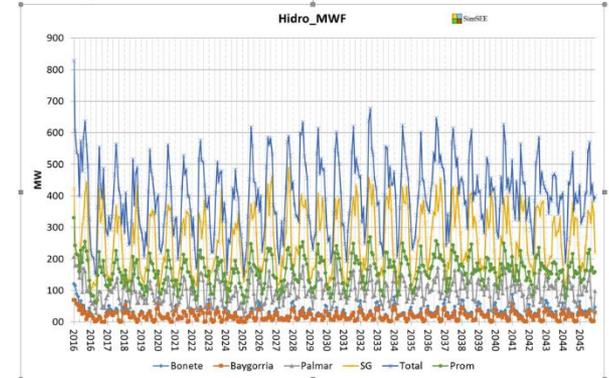


# Resultados del estudio.

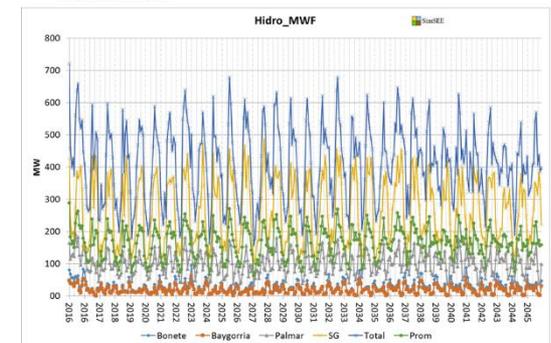
- Corridas a y b SIN Restar para Postizar:
  - para los años secos
    - se observa una diferencia similar al caso anterior,
  - para el resto de los años
    - se observa mayormente una disminución de la potencia firme hidráulica debido a que en ocasiones de pico de demanda la potencia hidráulica se retrae cuando hay potencia eólica disponible. Esto no ocurre en el caso anterior dado que se utiliza una demanda neta.



6.5 Grafico – Potencia firme hidráulica determinada según la reglamentación



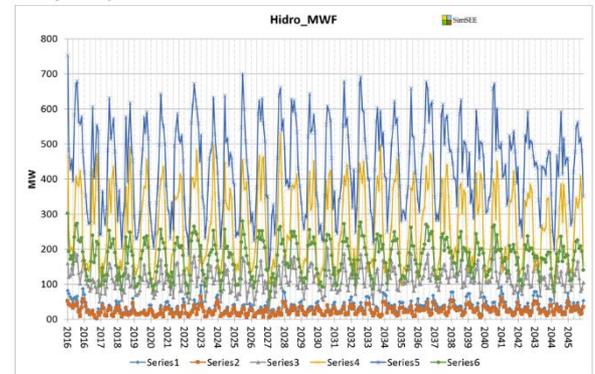
6.6 Grafico – Potencia firme hidráulica determinada según la reglamentación y considerando el parque eólico y fotovoltaico



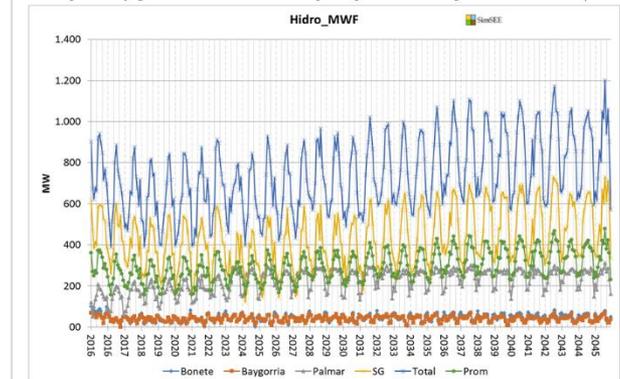
# Resultados del estudio.

- Corrida c - SIN Restar para Postizar:
  - En caso que el periodo firme se establezca en las horas de punta, la potencia firme hidráulica determinada considerando las ERNC incrementa su magnitud, siendo en promedio en el entorno de 200 MW para los primeros años.
  - No se muestran los resultados con la opción CON Restar para Postizar, debido a que las horas de Poste 1 no necesariamente coinciden (en la mayoría de los casos no coinciden).

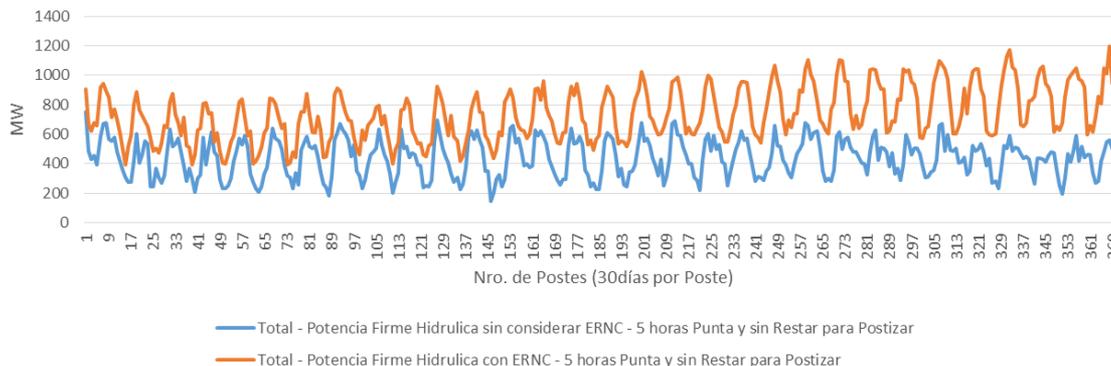
6.8 Grafico – Potencia firme hidráulica determinada considerando como periodo firme (5 horas en periodo de punta)



6.9 Grafico – Potencia firme hidráulica determinada considerando como periodo firme (5 horas en periodo de punta) y considerando el parque eólico y fotovoltaico/



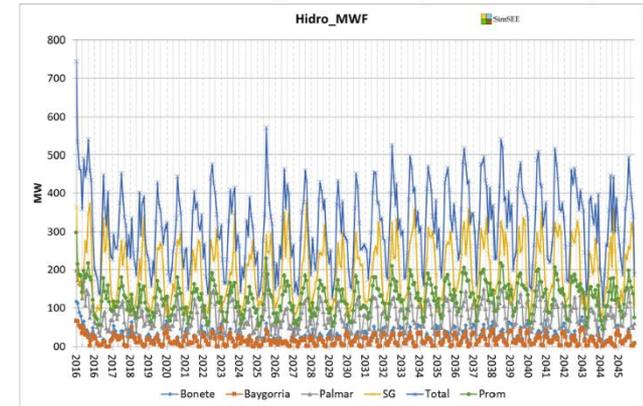
Potencia Firme Hidráulica considerando un período firme de 5 horas semanales



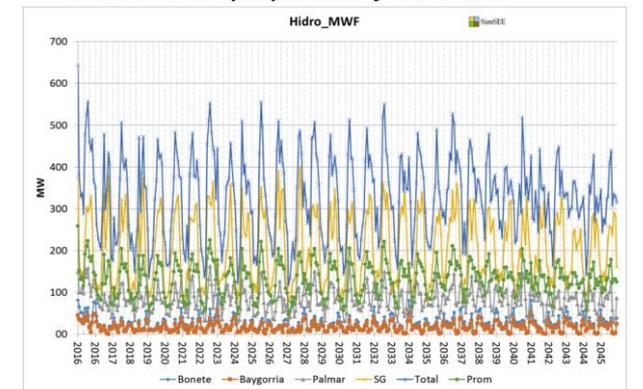
# Resultados del estudio.

- Corrida d - SIN Restar para Postizar:
  - En caso que el periodo firme se establezca en 24 horas diarias, los resultados alcanzados difieren del caso c, no evidenciándose una tendencia de mayor potencia hidráulica en el periodo de simulación asociado al cambio en la duración del periodo firme y considerando las ERNC

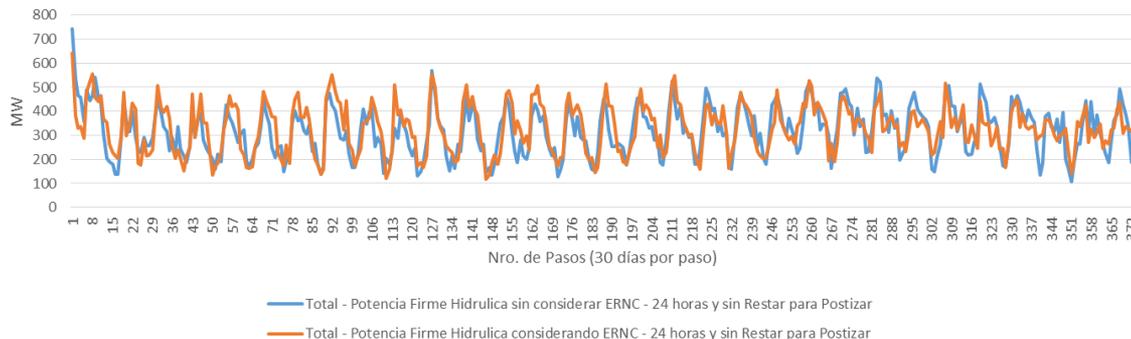
6.10 Grafico – Potencia firme hidráulica determinada considerando como periodo firme (24 horas del día)



6.11 Grafico – Potencia firme hidráulica determinada considerando como periodo firme (24 horas del día) y considerando el parque eólico y fotovoltaico



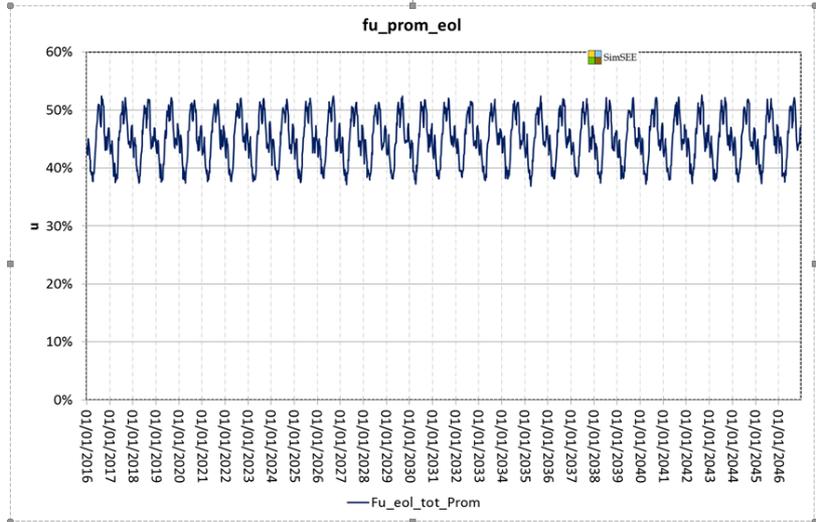
Potencia Firme Hidráulica considerando un período de 24 horas diarias



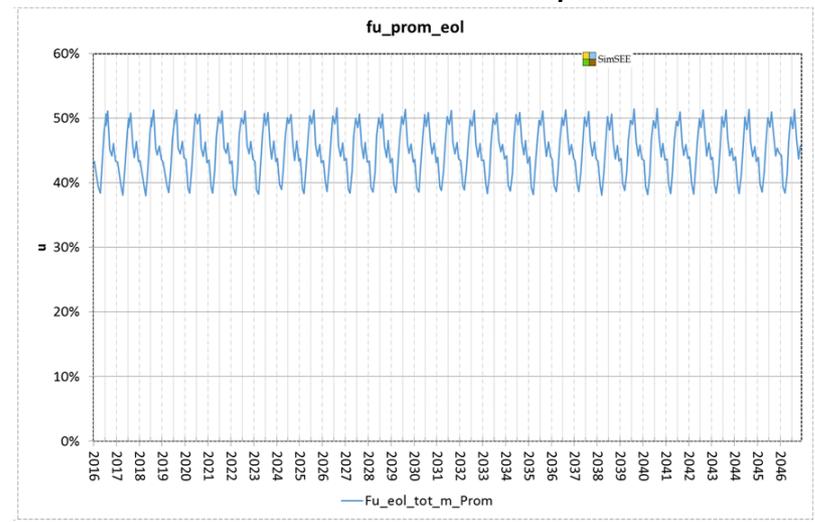
# Resultados del estudio.

- Corrida e - SIN Restar para Postizar:
- Se realizó un cálculo análogo de potencia firme hidráulica para el conjunto de generadores eólicos, se puede visualizar en un corrida de paso semanal que su factor de utilización promedio, tanto determinado de forma semanal como de forma mensual ronda el factor de utilización indicado para dicho recurso 45%, tiendo máximos en el entorno de 52 % y mínimos de 37 %.

**6.12 Grafico – Factor de Utilización Eólico promedio semanal**



**6.13 Grafico – Factor de Utilización Eólico promedio mensual**

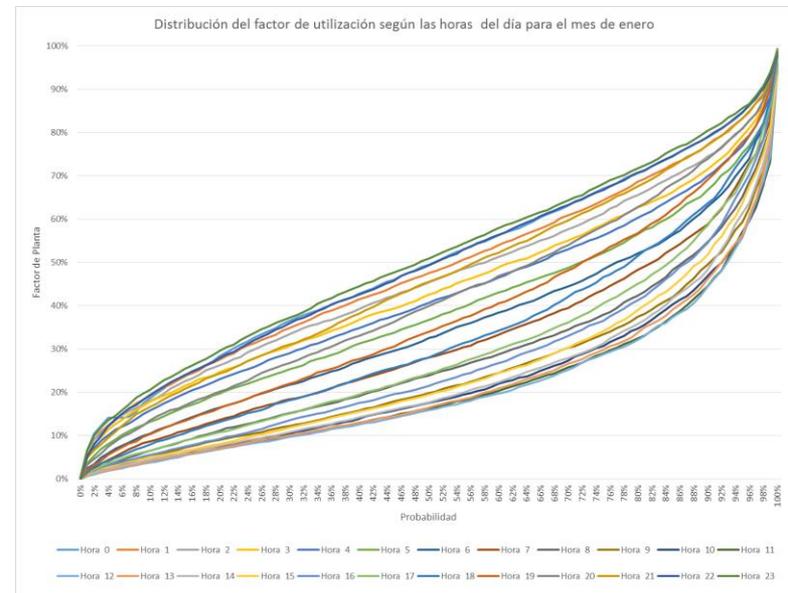
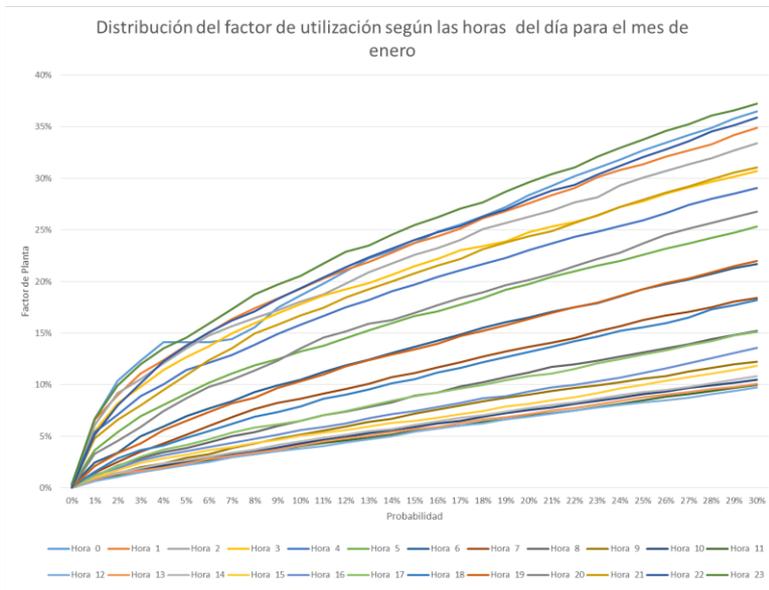


# Resultados del estudio.

- Corrida f - SIN Restar para Postizar:

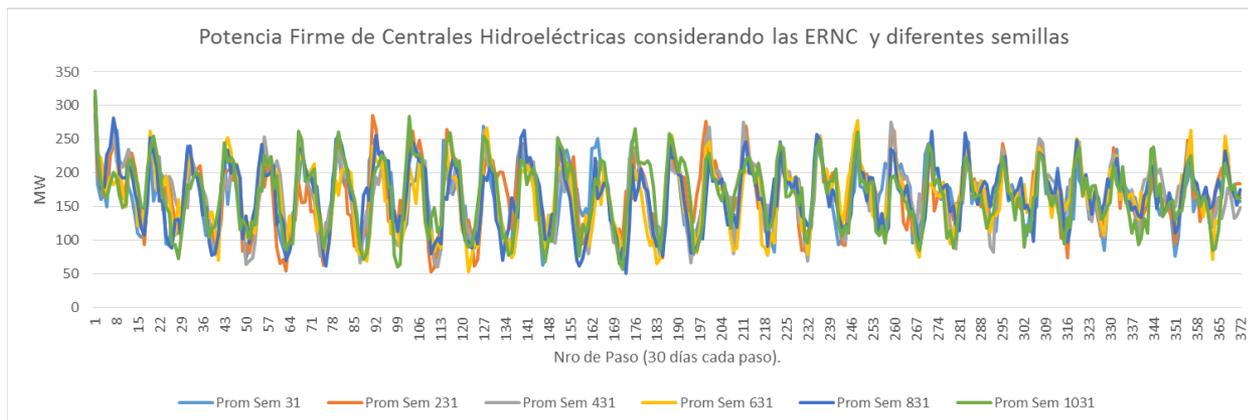
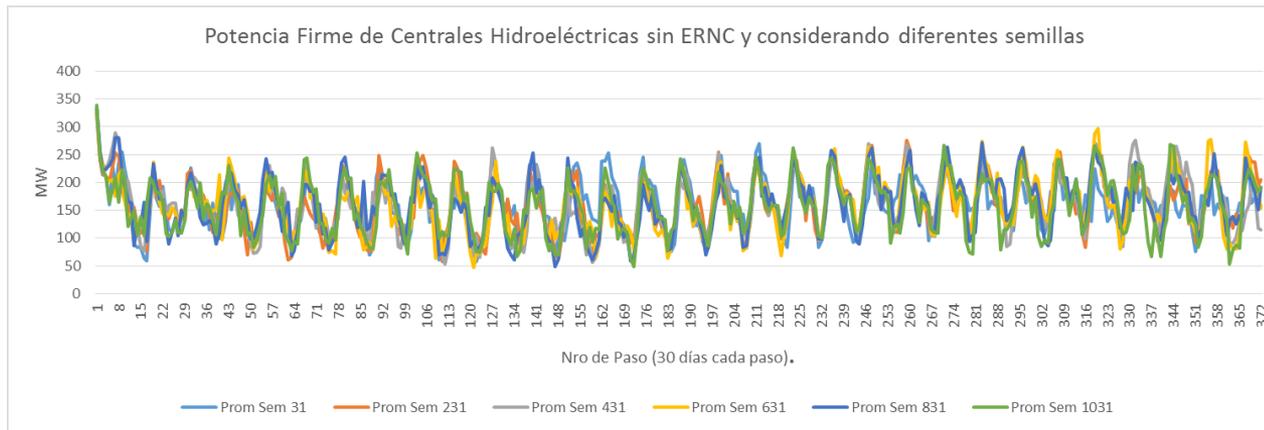
La salida de la simulación muestra cuál es la distribución horaria del viento en la misma hora de un mes dado.

Con la salida del SimSee, se trabajó ordenando las horas dentro del mes de enero por ejemplo y luego calculando la probabilidad de excedencia de 95% que la misma pudiera dar la demanda.



# Resultados del estudio.

- Corridas a y b - SIN Restar para Postizar variando la semilla:
- Se varió la semilla inicial (31), empleándose las semillas 231, 431, 631, 831 y 1031 para la sala utilizada para determinar la potencia firme de centrales de generación hidroeléctrica considerando y sin considerar el parque eólico instalado y se obtuvieron resultados similares entre sí.



# Verificaciones

Verificación empleando la generación eólica histórica

	Factor de potencia diario	Factor de potencia semanal *	Factor de potencia mensual **
<b>Máximo</b>	88%	66%	59%
<b>Mínimo</b>	6%	21%	33%

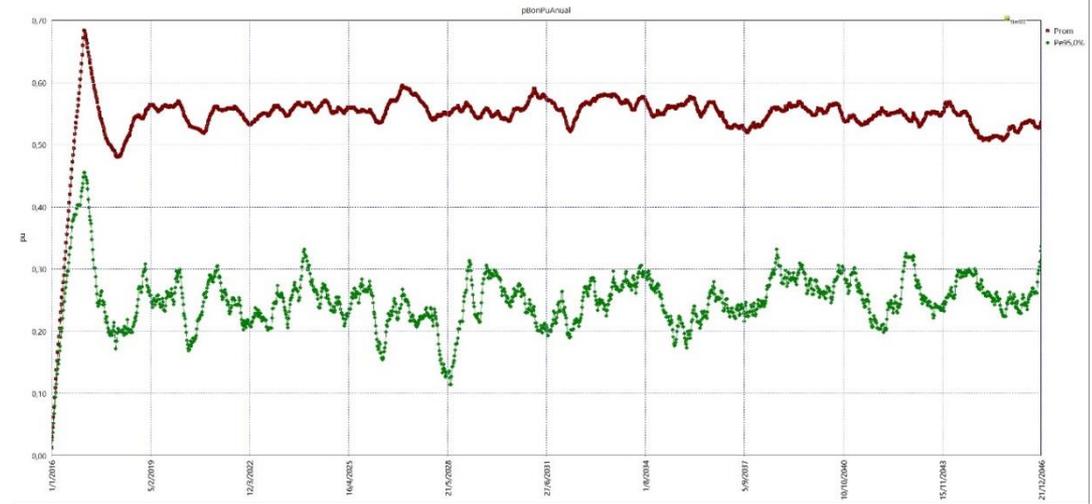
De considerar intervalos horarios, se evidencian factores de potencia horarios próximos a cero durante algunas horas del día.

Se analizaron registros reales de generación eólica, donde se apreciaron registros bajos de generación total, compatibles con la simulación f.

# Verificaciones

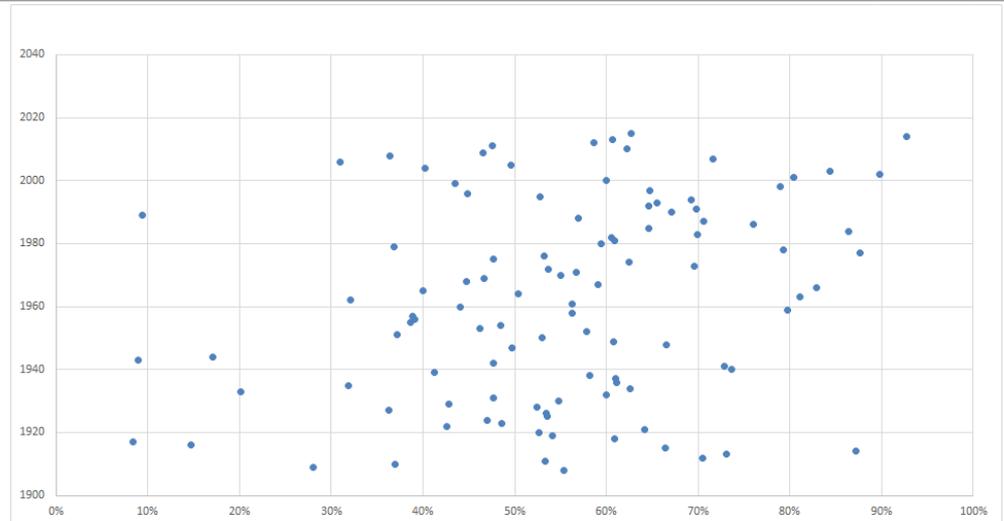
Verificación empleando la generación hidroeléctrica histórica:

Factor de planta promedio y 95% de probabilidad de excedencia.



Promedios anuales de porcentaje de caudales promedio mensuales (topeados cada uno en 100%)

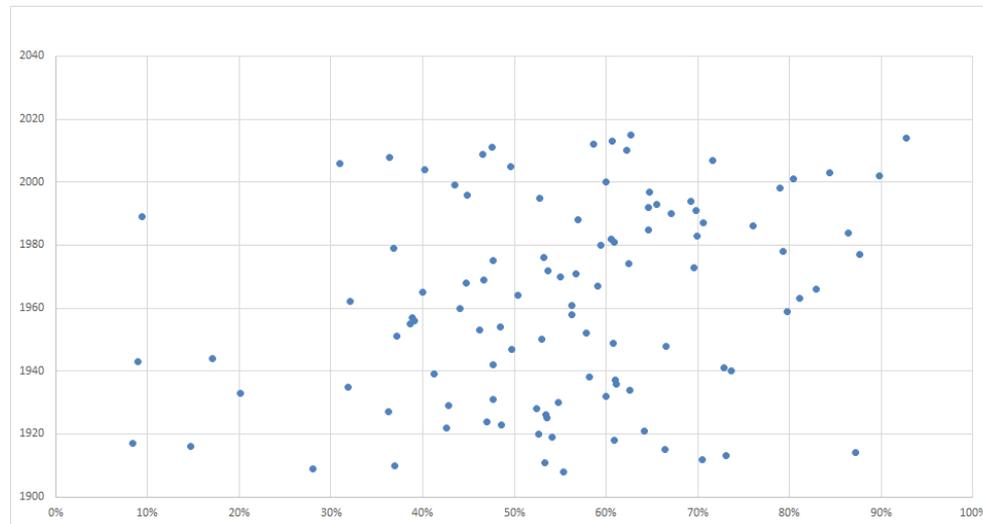
Puede considerarse que si la central generara todo el año a una misma potencia, el factor de planta coincidiría con el factor de planta anual indicado



# Consideraciones finales

En la medida que para calcular potencia firme se excluyen períodos donde no es necesario generación hidroeléctrica, el factor antes calculado crece significativamente. Las simulaciones realizadas verifican este andamio.

Por ejemplo, en los años secos se observa una mayor complementariedad de las ERNC con la hidráulica que en los períodos de mucha lluvia, ya que en estos últimos no se puede regular potencia con las centrales hidráulicas debido a vertimientos o riesgo de vertimientos.



# Consideraciones finales

- La generación hidroeléctrica puede dar hasta el máximo de su potencia instalada en un instante de tiempo dado su posibilidad de almacenamiento, mientras que la generación eólica esta presente en función de la condición del viento existente en es mismo instante.
- La reglamentación vigente utiliza “períodos” de tiempo para de esta manera incluir la energía almacenada, y de esta forma asegurar una potencia.
- Como la generación eólica no tiene posibilidad de almacenamiento, no sería asimilable el cálculo actual de potencia firme hidroeléctrica para potencia firme eólica.
- La utilización de los postes de alta demanda para calcular la potencia firme hidroeléctrica, puede generar confusión ya que existen períodos de alta demanda con gran generación eólica donde la generación hidroeléctrica se retrae.
- La utilización de los postes debe ser acorde al problema a resolver, sea suministrar la demanda o la demanda neta.

# Posibles trabajos futuros.

- Un análisis complementario y que podría ser necesario realizar abarcaría una simulación diaria y otra horaria, para ver cómo se comportan los valores de los factores de utilización de los parques eólicos en paso de tiempo más pequeños. Avanzar en la definición de esas salas SimSee en el marco del curso no fue posible y se plantea como una mejora al presente trabajo en el futuro.
- Para la simulación de paso horario, se visualizó la necesidad de contar con alguna herramienta que permitiera seleccionar las horas pudiendo por ejemplo agruparlas dentro del mes por horas del día (todas las horas 1 de los 31 días del mes de enero). La selección y agrupamiento de horas dentro del mes, o de las estaciones del año, podría permitir simular mejor la distribución del viento.

# FIN

- Gracias por vuestra atención.