

# SIMULACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA

Cálculo de los ingresos de un  
parque eólico de 8MVA

- Nicolás Castromán  
- Tabaré Pagliano





# SimSEE



## Planteo original:

El estudio consiste en introducir un parque eólico de 8MVA en el sistema y obtener los ingresos del proyecto, acumulados por crónica previa actualización con una tasa de descuento dada.

El resultado será el histograma del valor presente de los ingresos para diferentes tasas de descuento.

Se debe calcular los ingresos de dos maneras:

- Si el proyecto fuera al spot
- Si toda la energía generada se compra a un precio fijo pre-establecido por contrato.

Se buscará el precio del contrato que equilibra los ingresos que se obtienen en ambas modalidades con una probabilidad de 70% de ser excedidos.



# SimSEE



## Planteo extra:

En las mismas condiciones que en el planteo original se agregaron dos casos más que resultaron interesantes en el análisis:

- Resultado de los ingresos acumulados en el total de periodo estudiado
- Resultados de los ingresos del parque yendo al Spot y que el mismo no estuviera topeado
- Resultados de los ingresos del parque si no hubiera un aumento tan grande como el esperado en la generación distribuida.



# SimSEE



## Hipótesis del estudio (I):

### Datos de la sala

Se considera un estado del sistema eléctrico y de los precios (a valor constante) del petróleo y otros, de acuerdo al obtenido en la fecha de Agosto de 2008. A dicho sistema además se le agrega:

- 150MVA de generación, correspondientes a los diez motores de combustión interna de 15MVA cada uno, los cuales irán entrando de a uno por mes desde el año 2010. Su costo variable será de 110 U\$/MWh y tendrán un factor de disponibilidad de 0.75
- 540 MVA de generación distribuida, la cual irá ingresando al sistema en forma variable desde el 2007 hasta el 2018 de la siguiente [forma](#). Su costo variable será de 6 U\$/MWh y su factor de disponibilidad será de 0.7



# SimSEE



## Hipótesis del estudio (II):

- Se hará un estudio a largo plazo, desde el año 2008 hasta el año 2028 (20 años) para el cual se utilizará un paso de tiempo semanal, tratando de representar la variación de la demanda en la semana utilizando cuatro postes de la siguiente duración:
  - Poste 1: 21 horas
  - Poste 2: 28 horas
  - Poste 3: 36 horas
  - Poste 4: 83 horas
- La optimización se hará sobre un período de 42 años, desde el año 2008 hasta el 2050.
- Se optimizarán y simularán 100 crónicas con una tasa de descuento anual para la optimización de 0.12



# SimSEE



## Hipótesis del estudio (III):

- El parque eólico contará con cuatro máquinas de 2MVA cada una cuya curva de potencia es la [siguiente](#), totalizando así los 8MVA.
- Como se toma un paso de tiempo lo suficientemente grande es posible simular los aportes del viento mediante una distribución típica de Weibull sin perder demasiada exactitud por ello y manteniendo la coherencia con la realidad. Dicha distribución de Weibull tendrá los siguientes parámetros:
  - Valor esperado = 8 m/s
  - $K = 3.11$

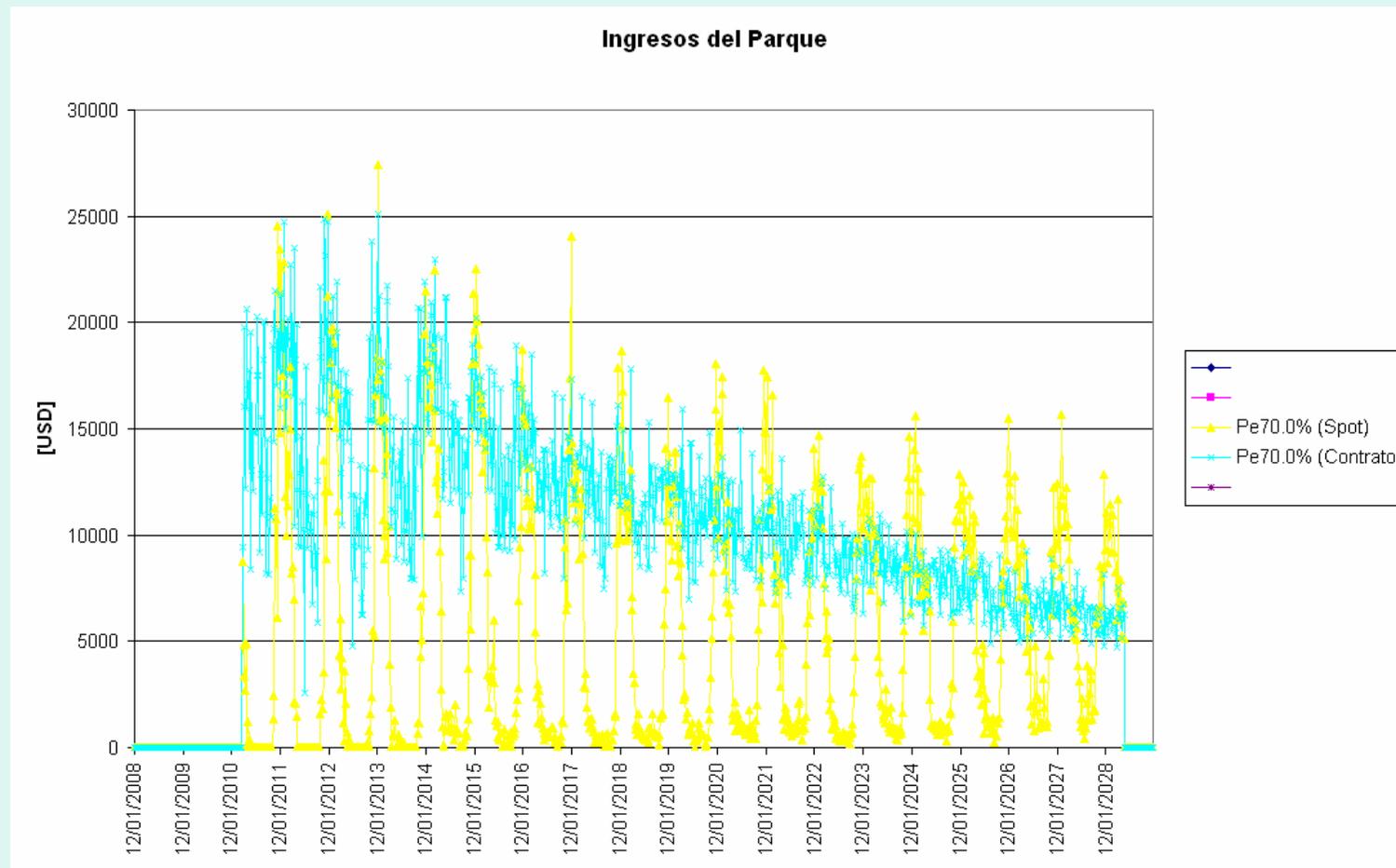


# SimSEE



## Resultados (I):

- Ingresos por crónica del parque entre: contrato a 135 U\$/MWh y Spot. Se considera una tasa de descuento de 8% anual.



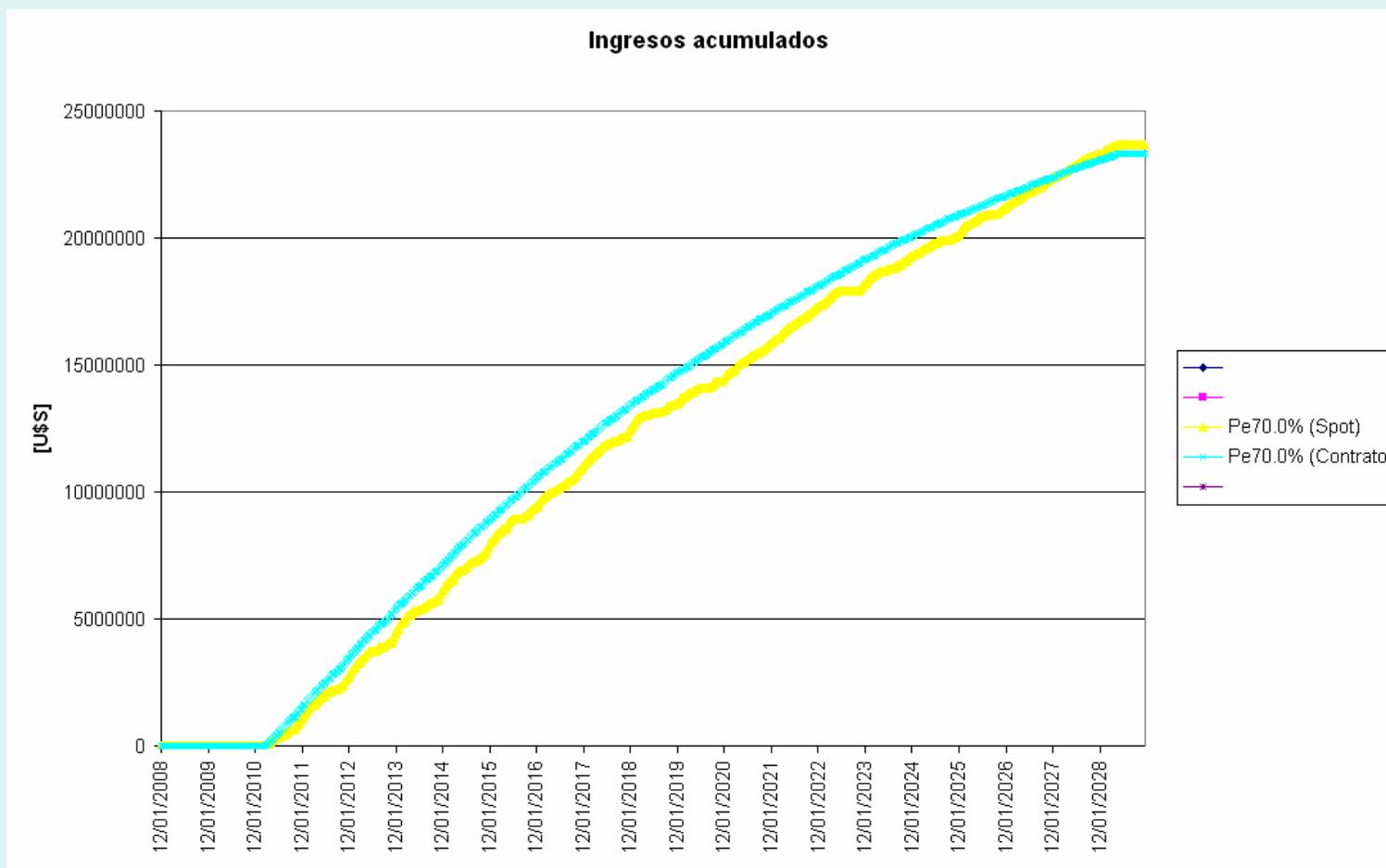


# SimSEE



## Resultados (II):

- Ingresos acumulados del parque entre: contrato a 135 U\$/MWh y Spot. Se considera una tasa de descuento de 8% anual.



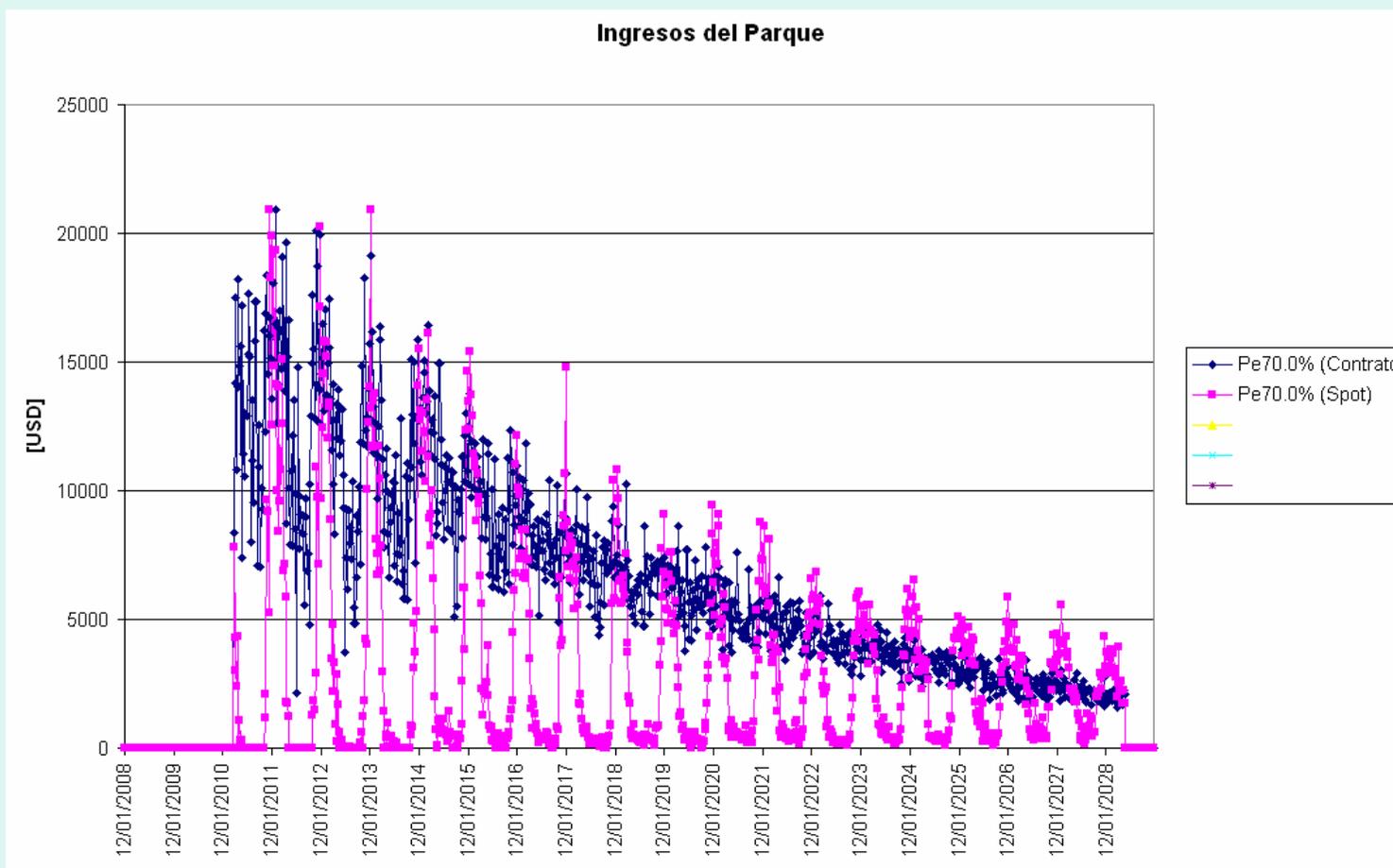


# SimSEE



## Resultados (III):

- Ingresos por crónica del parque entre: contrato a 135 U\$/MWh y Spot. Se considera una tasa de descuento de 14% anual.



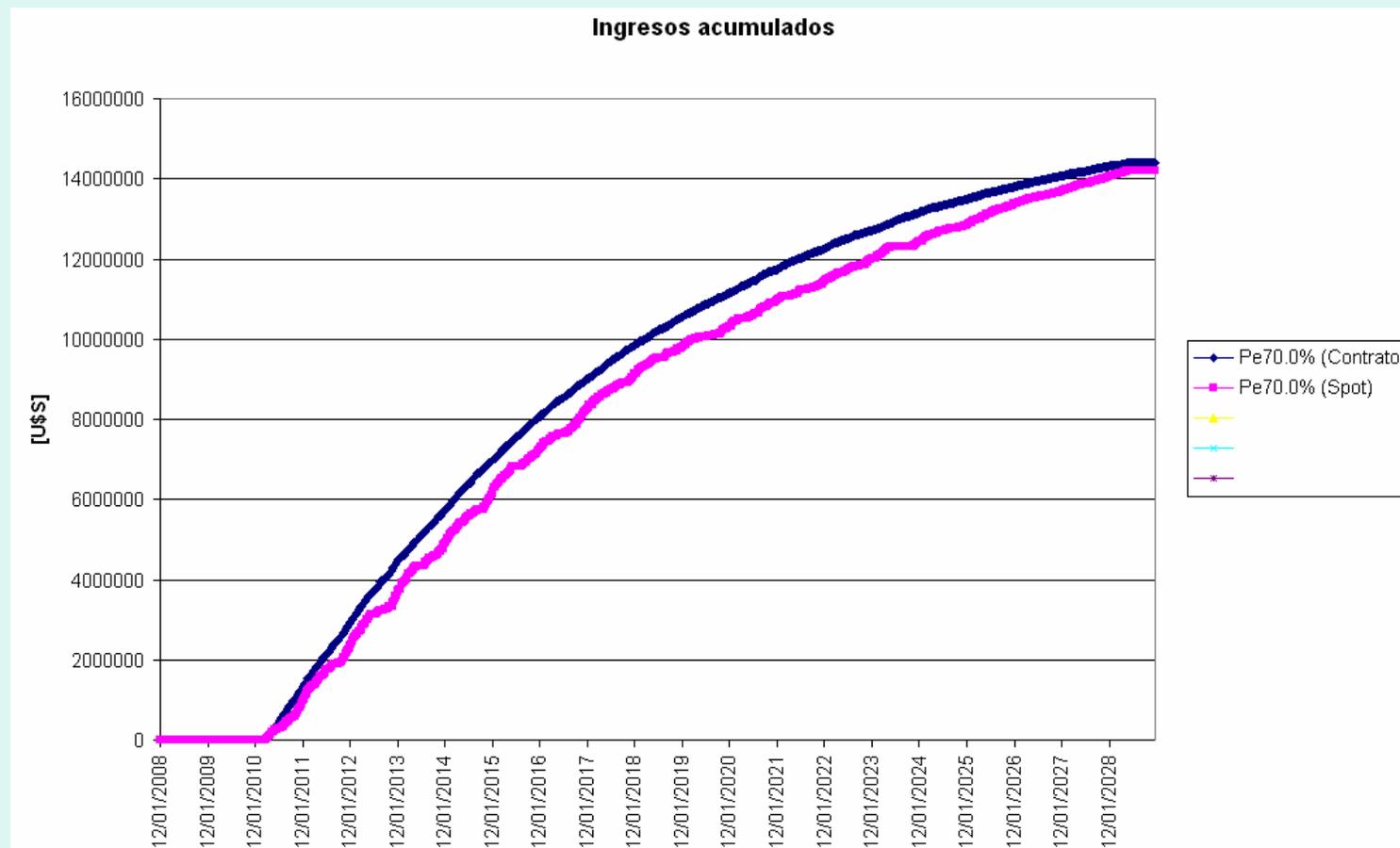


# SimSEE



## Resultados (IV):

- Ingresos acumulados del parque entre: contrato a 135 U\$/MWh y Spot. Se considera una tasa de descuento de 14% anual.



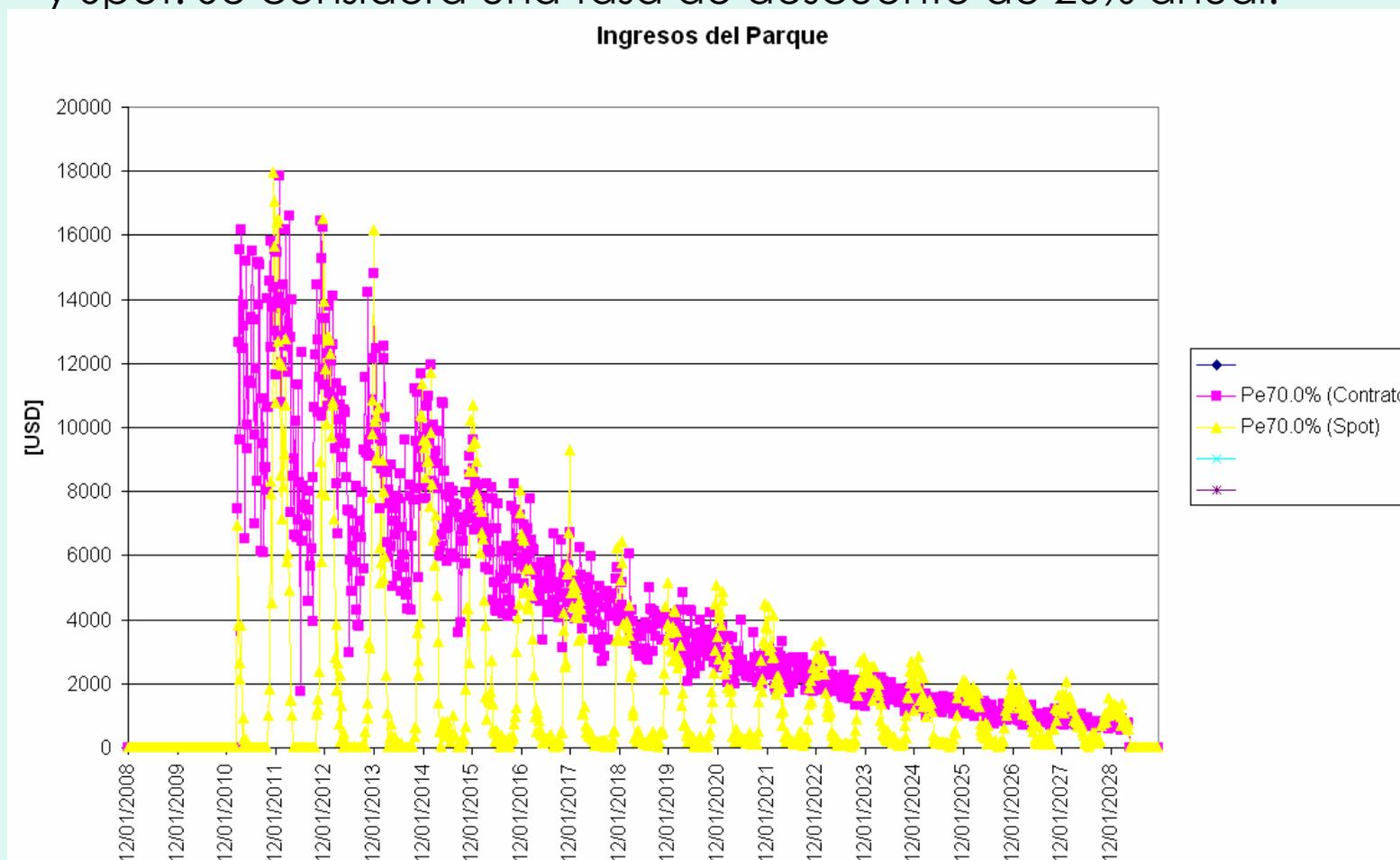


# SimSEE



## Resultados (V):

- Ingresos por crónica del parque entre: contrato a 135 U\$/MWh y Spot. Se considera una tasa de descuento de 20% anual.



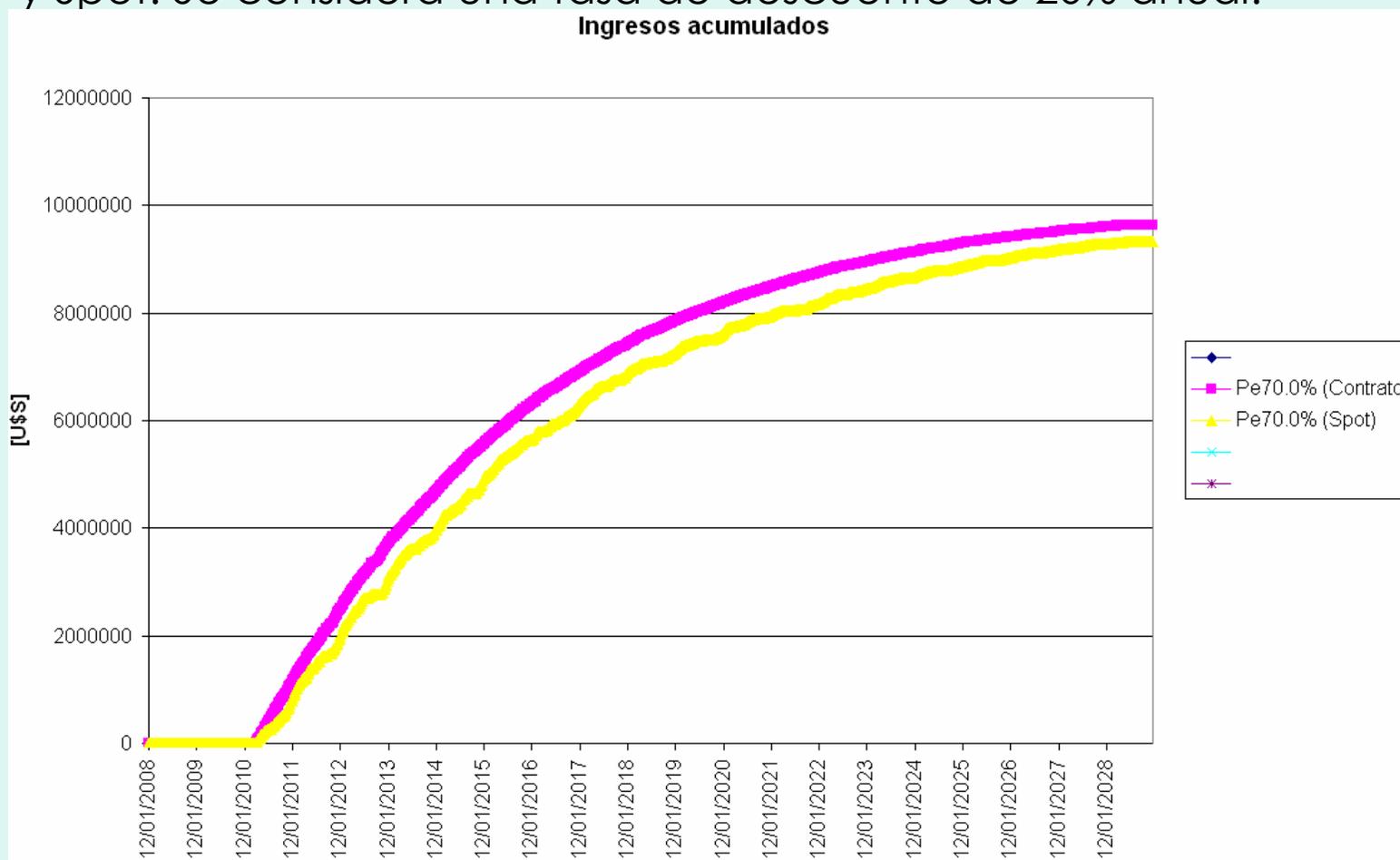


# SimSEE



## Resultados (VI):

- Ingresos acumulados del parque entre: contrato a 135 U\$/MWh y Spot. Se considera una tasa de descuento de 20% anual.



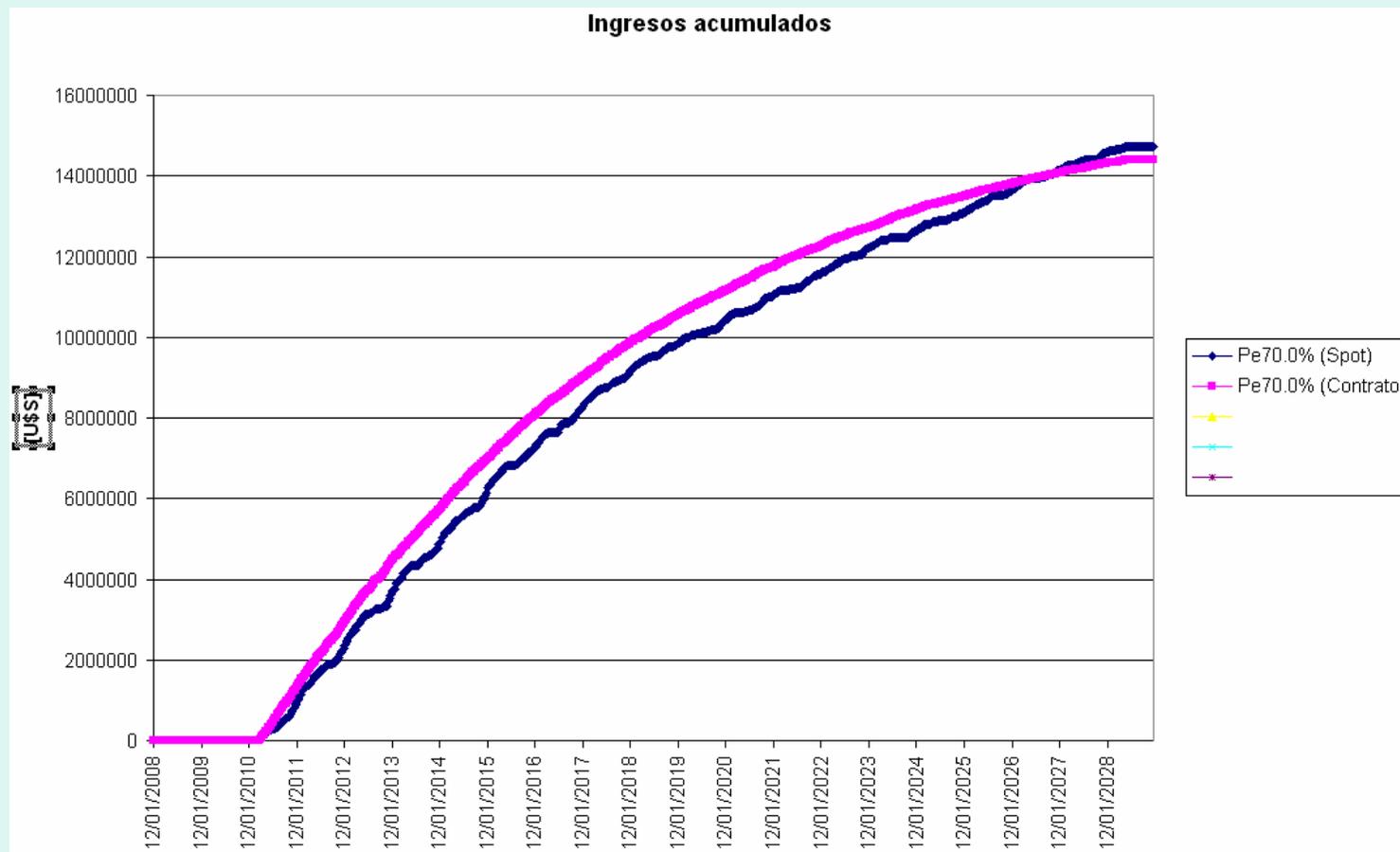


# SimSEE



## Resultados (VII):

- Ingresos acumulados del parque entre: contrato a 135 U\$/MWh y Spot libre. Se considera una tasa de descuento de 14% anual.



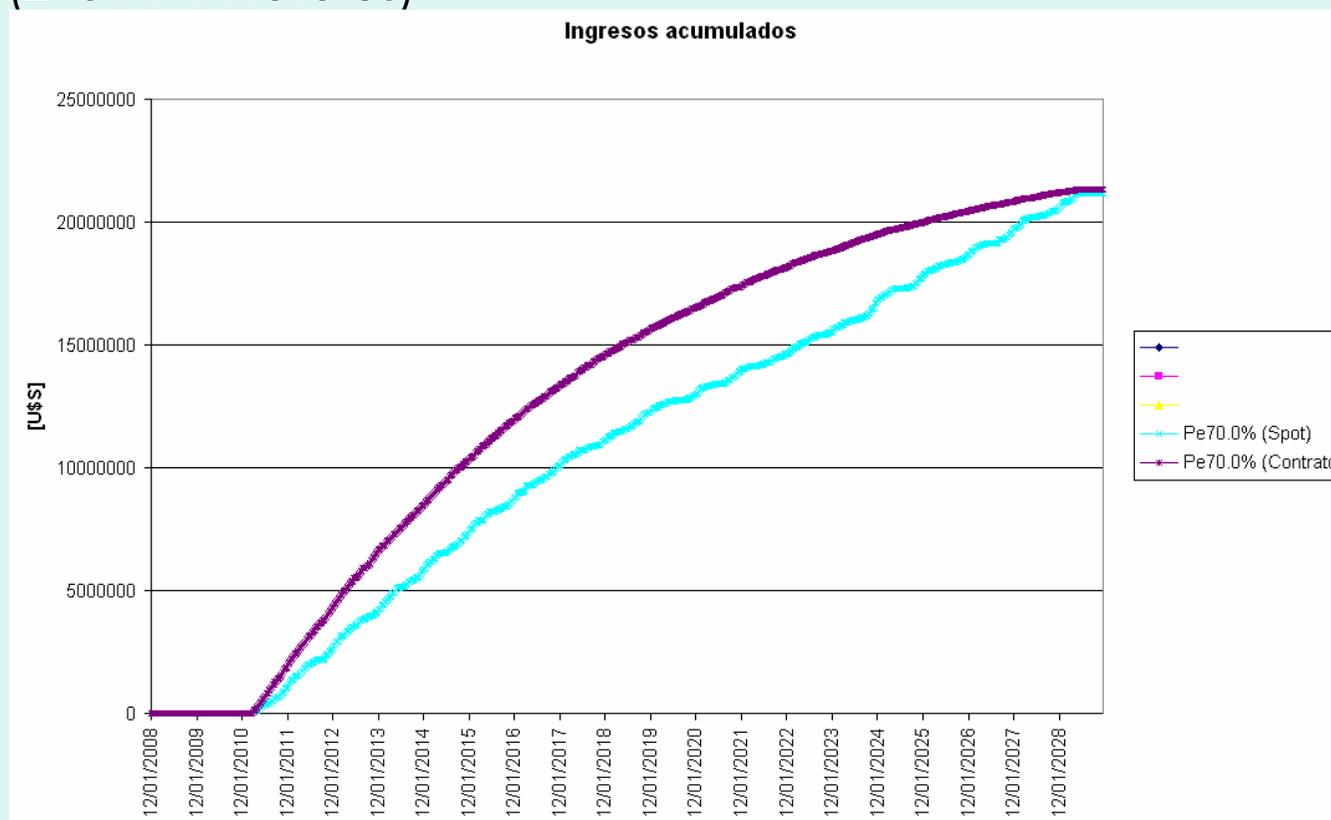


# SimSEE



## Resultados (VIII):

- Ingresos acumulados del parque entre: contrato a 200 U\$/MWh y Spot libre. Se considera una tasa de descuento de 14% anual. Y en vez de módulos de 5MVA de GD, módulos de 2MVA c/u (216 MVA totales)





# SimSEE



## Conclusiones al planteo original:

- El precio de contrato que iguala los resultados económicos para la operación en el mercado spot con probabilidad de excedencia del 70% resultó ser del orden de los 135 U\$/MWh.\*
- Considerando un costo de inversión de unos 2000U\$/kW, para un parque de 8MVA se necesitaría invertir unos U\$ 16:. Considerando los valores de ingresos acumulados a valores actuales se puede ver que la tasa de descuento juega un rol fundamental en la viabilidad económica del parque.\*

\* Vale aclarar que las conclusiones son en base a las hipótesis iniciales, donde se consideraba un precio de importación desde la convertora de Rivera de U\$ 349, un precio de emergencia desde Argentina de U\$ 208, el barril de petróleo a un precio de U\$ 120, la Central Batlle funcionando dentro de 20 años, un crecimiento de la demanda anual del 2%, un incremento de la generación distribuida a 540MVA y manteniendo el nivel hidrológico de los últimos años.



# SimSEE



## Conclusiones al planteo extra:

- La generación distribuida incide mucho en el mercado Spot ya que se modeló como autodespachable. Por lo tanto si la generación de este tipo es abundante, sería económicamente inviable la operación de un parque eólico que venda exclusivamente en el mercado spot.\*
- Si la generación distribuida alcanzara solamente unos 200MVA y el precio spot no tuviera un tope forzado, el precio de contrato que iguala los resultados económicos para la operación en el mercado spot con probabilidad de excedencia del 70% resultó ser del orden de los 200 U\$/MWh.\*
- De lo anterior se desprende que es positivo para el mercado eléctrico que se generen contratos de aprovisionamiento de energía a largo plazo con precios inferiores a 135 U\$/MWh o 200 U\$/MWh, según la hipótesis correspondiente.\*
- Vale aclarar que las conclusiones son en base a las hipótesis iniciales, donde se consideraba un precio de importación desde la convertidora de Rivera de U\$ 349, un precio de emergencia desde Argentina de U\$ 208, el barril de petróleo a un precio de U\$ 120, la Central Batlle funcionando dentro de 20 años, un crecimiento de la demanda anual del 2%, un incremento de la generación distribuida a 216MVA y manteniendo el nivel hidrológico de los últimos años.



# SimSEE

---



**Muchas Gracias!**