

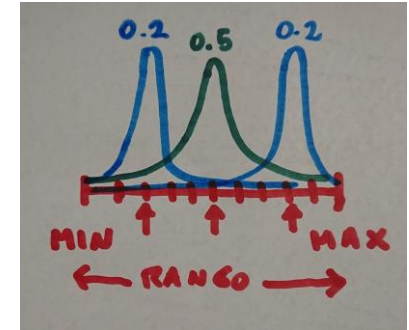
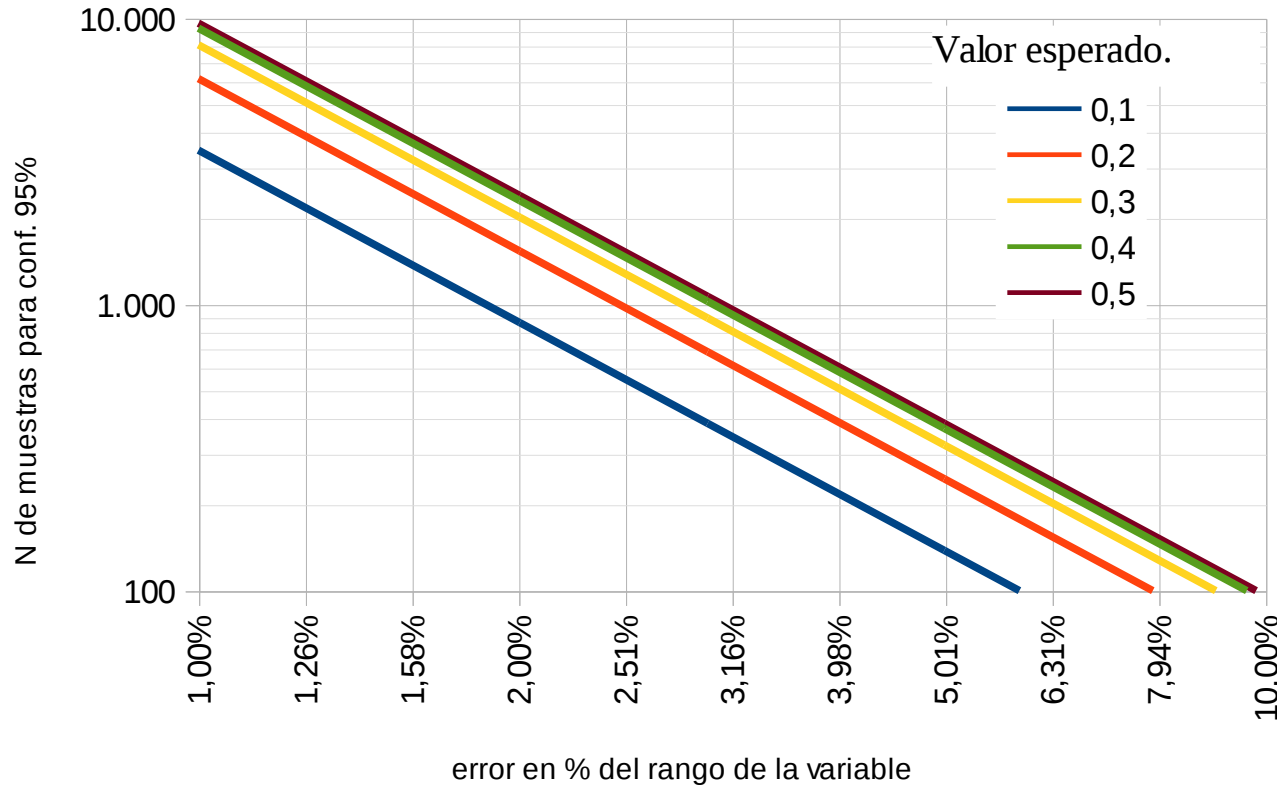
Incertidumbre de los valores obtenidos
con un simulador. Semillas aleatorias.
Validez de la comparación de alternativas.

Incertidumbres de los Cálculos con SimSEE

- Por la naturaleza estocástica de los cálculos involucrados en la evaluación de costos, así como la existencia de procedimientos de optimización, **no es posible hacer un estudio clásico de propagación de errores**, por lo que para caracterizar las incertidumbres de los valores obtenidos se deben utilizar herramientas estadísticas de observación que permitan acotar dichas incertidumbres.
- Cualquier valor mostrado de incertidumbre en este estudio **no es trasladable directamente a otros casos** diferentes al del ejemplo utilizado en virtud de que el resultado es fuertemente dependiente de las características estocásticas particulares de cada caso.

Incertidumbre en % del RANGO DE VARIACION de acuerdo a la Cantidad de Evaluaciones

$$N > p(1-p) \left(\frac{1.9599639845}{\varepsilon} \right)^2$$



Si una variable a calcular tiene su valor esperado cercano al 50%/20% de su distribución, para tener una incertidumbre menor al 1% de su RANGO con 95% de confianza, se deben hacer 10.000/6.000 evaluaciones.

Estimación del error de estimación del valor esperado de la generación hidráulica.

https://www.adme.com.uy/db-docs/Docs_secciones/nid_1279/InformeModelos_1.pdf

Archivos “simcosto_SxC_Escenario_xlt”

El archivo se genera cada vez que se hace una simulación de un Escenario de una Sala

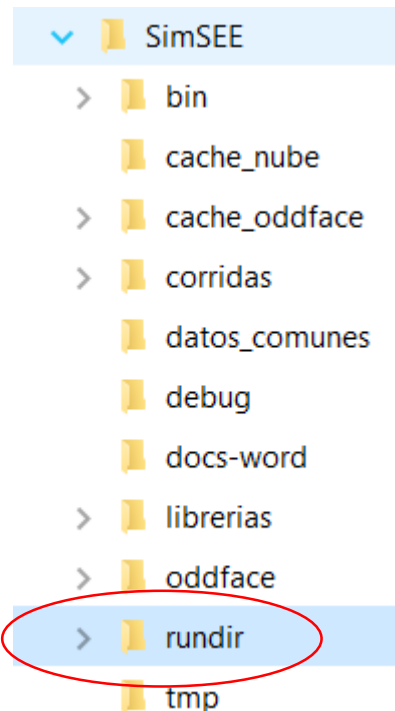
Sala

Carpeta: \SimSEE\rundir\pegse_semanal_2022_v14

Archivo: simcosto_31x11800_BaseGiPal_xlt

Semilla Sim x N° crónicas

Escenario

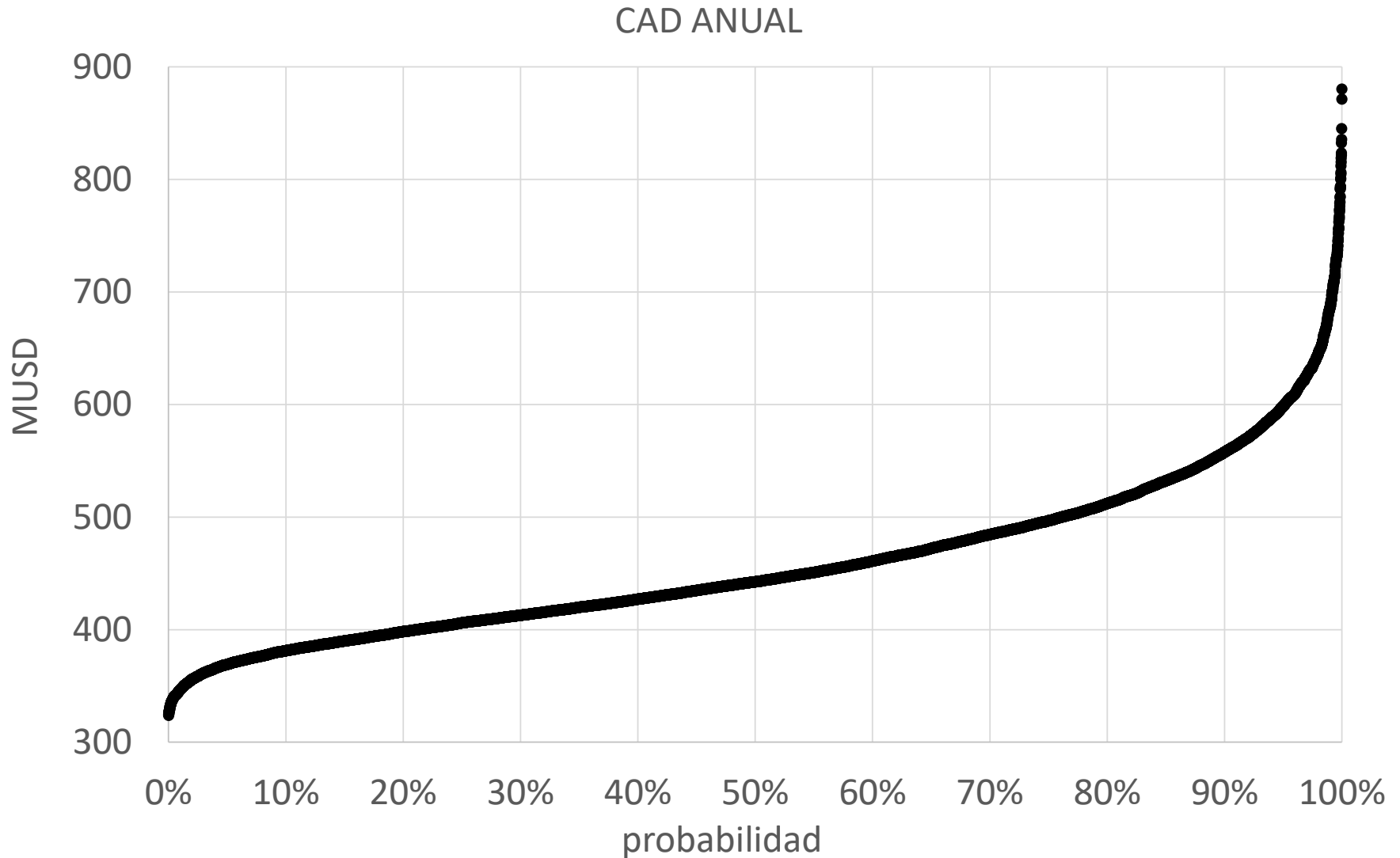


0,10 [p.u.]	Tasa de descuento anual.						
381,34 [MUSD]	Costo esperado						
532,84 [MUSD]	Costo con riesgo 5% de ser excedido.						
588,74 [MUSD]	Costo CVaR(5%).						
0 [MUSD]	Costo auxiliar esperado (cdp+CFaux)						
0 [MUSD]	Costo auxiliar con riesgo 5% de ser excedido. (cdp+CFaux)						
valor presente del costo (cdp+CF) por crónica [MUSD] (Ordenado):	228,82	230,47	230,84	231,19	231,24	231,60	231,64
valor presente del costo auxiliar (cdp+CFaux) por crónica [MUSD] (O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
valor presente del costo directos por crónica [MUSD]:	384,33	358,88	457,21	460,46	485,63	377,41	473,14
valor presente del costo futuro al final de cada crónica [MUSD]:	-83,46	-81,34	-68,72	-81,92	-22,74	-66,09	-73,35
valor presente del costo futuro AUXiliar al final de cada crónica [MU	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
valor presente de la utilidad directa acumulada de cada crónica [MU	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

11800
valores

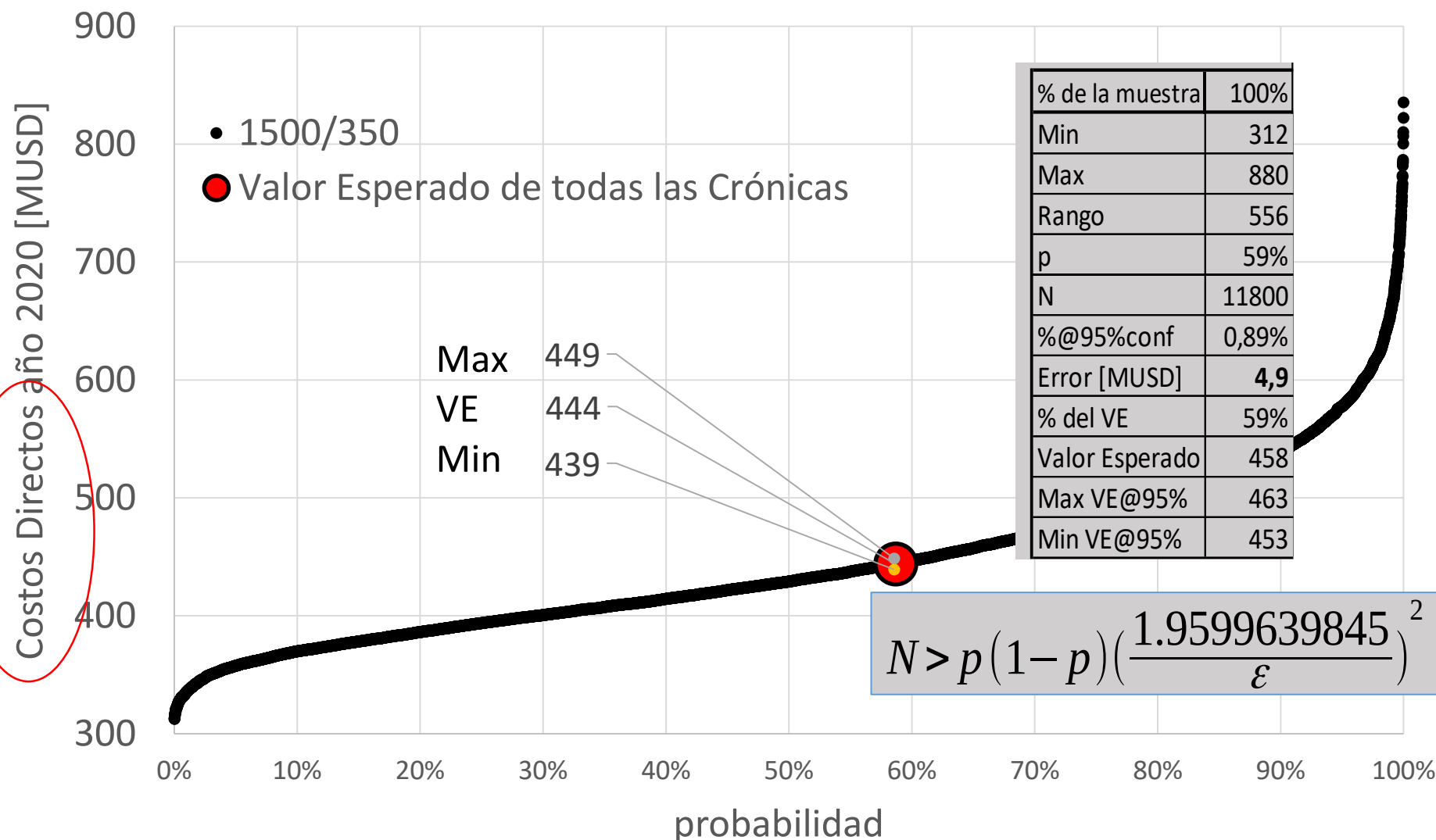
En \bin está el ejecutable que transpone la tabla si ésta tiene demasiadas columnas: **transponerSimCosto.exe**

¿Con qué certeza son estos números?



Error en la evaluación del VE

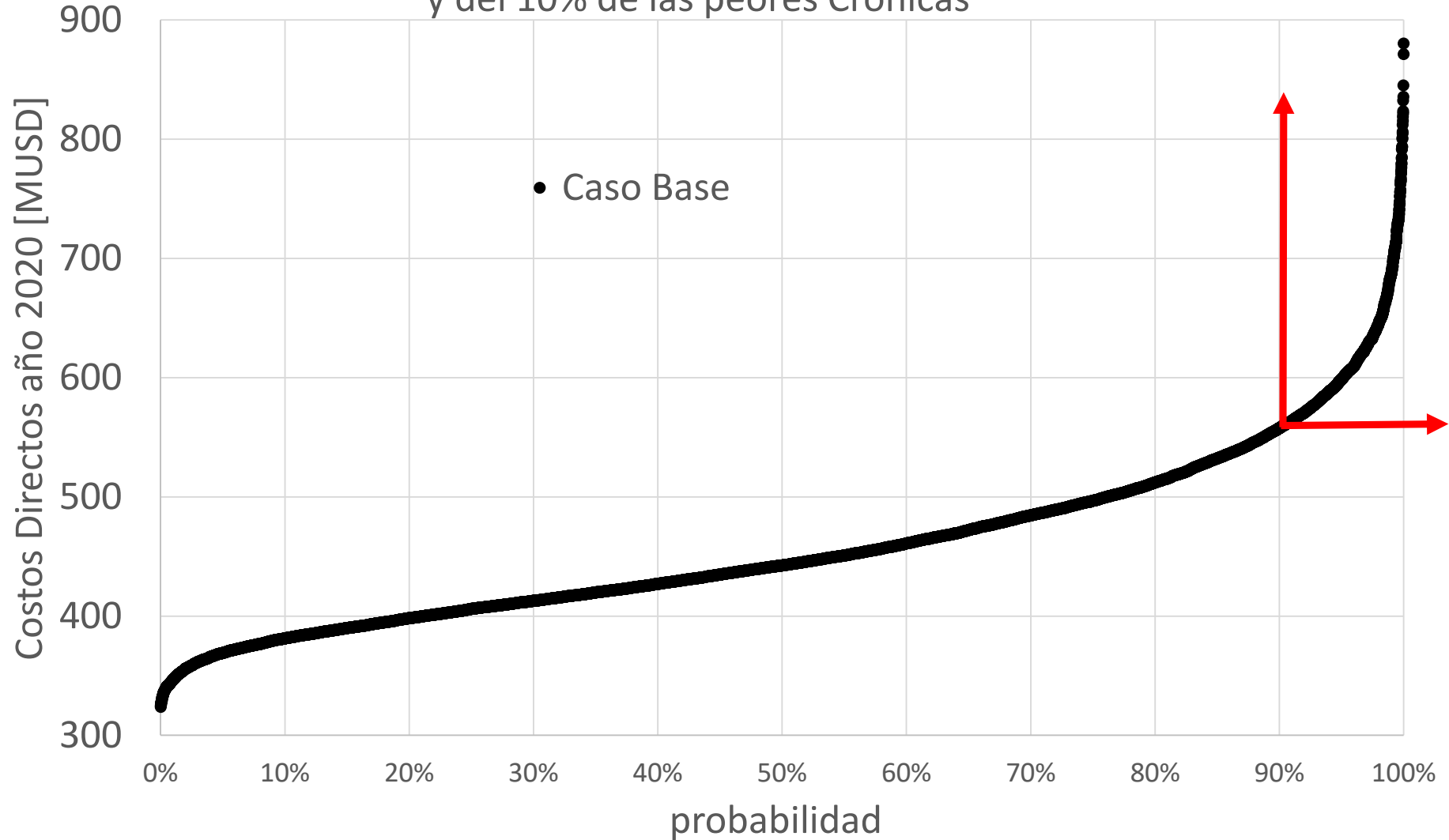
Valore Esperado de todas las Crónicas



Por tanto para este caso cuando se calcula el Valor Esperado del Costo Directo con confianza 95 % se tiene un error de +/- 4,6 MUSD, vale decir un 1 % de los 444 MUSD.

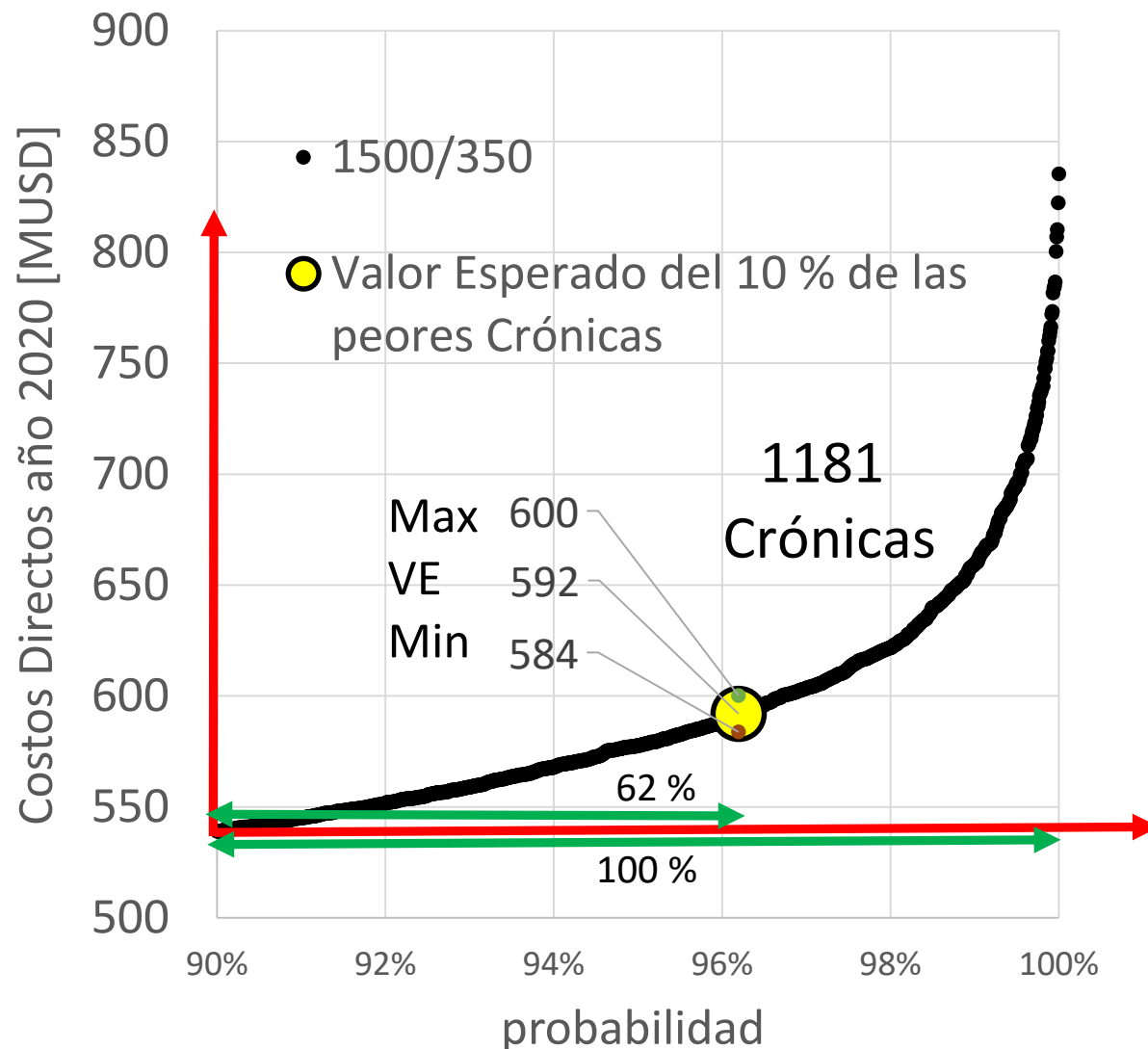
Error en el CVAR

Valores Esperados y errores de todas las Crónicas
y del 10% de las peores Crónicas



Error en la evaluación del Riesgo (CVaR)

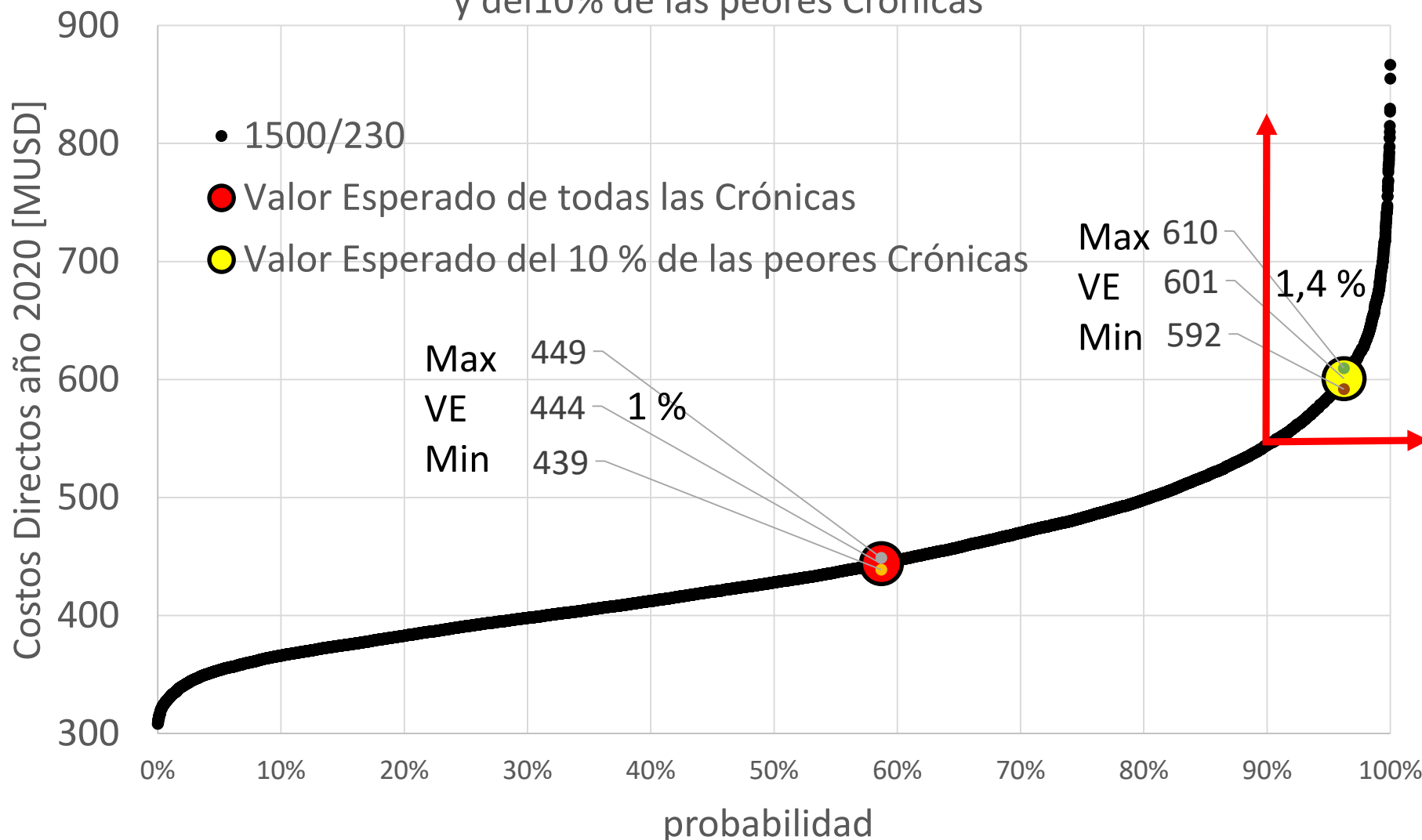
Valores Esperado y errores del 10% de peores Crónicas



% de la muestra	10%
Min	539
Max	835
Rango	297
p	62%
N	1181
%@95%conf	2,77%
Error [MUSD]	8,2
% del VE	62%
Valor Esperado	592
Max VE@95%	600
Min VE@95%	584
% en la muestra	96,2%

Cada punto de la curva tiene su error

Valores Esperados y errores de todas las Crónicas
y del 10% de las peores Crónicas

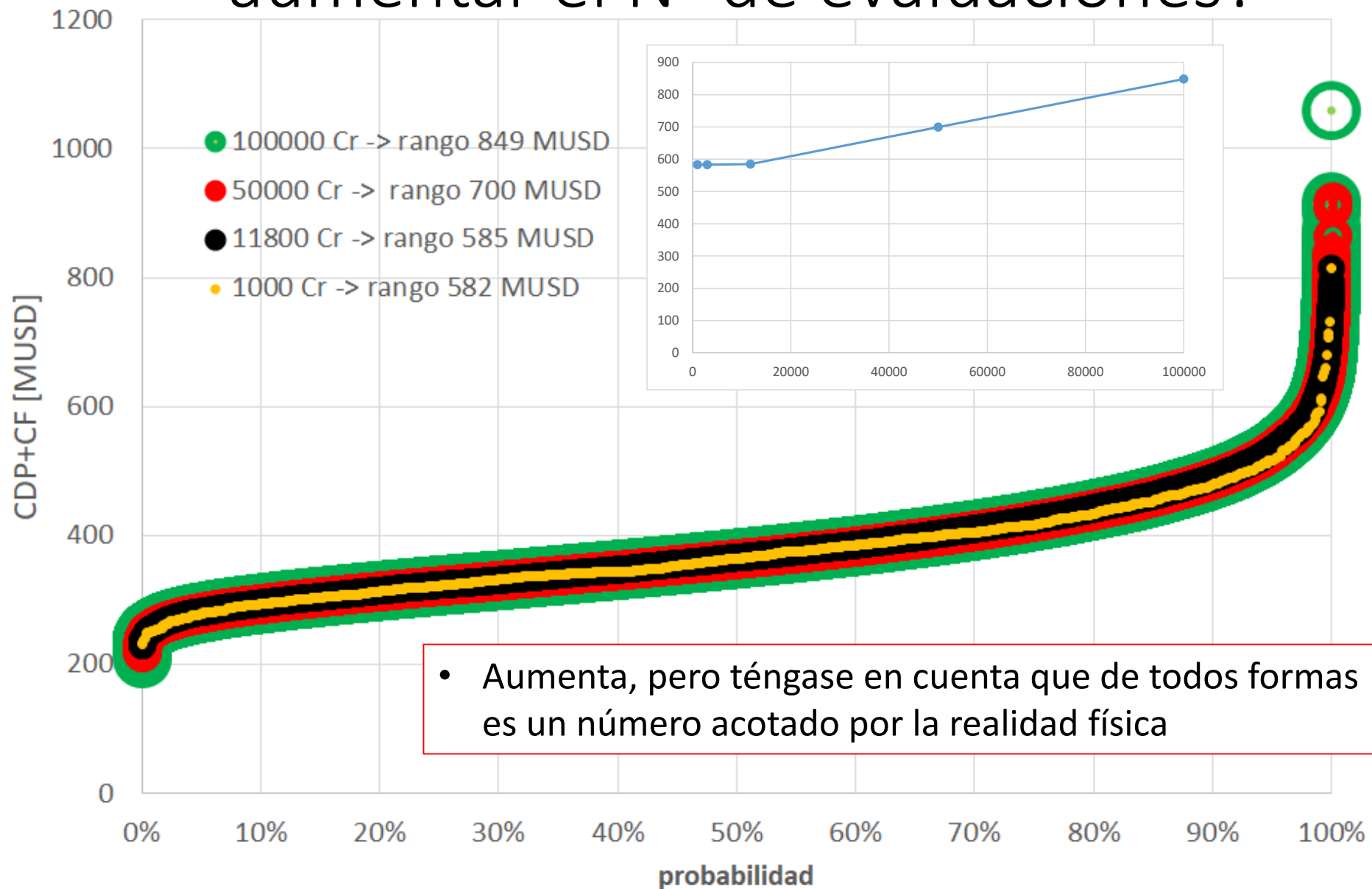


El Riesgo CVAR@10% es de un sobrecosto de 35 % (601/444) con un error de 2.4 %

A medida que evalúo ventanas con menos valores, el error aumenta

		% de peores Crónicas		
% de la muestra	100%	20%	10%	5%
Min	312	495	539	578
Max	880	835	835	835
Rango	556	340	297	258
p	59%	61%	62%	64%
N	11800	2361	1181	591
%@95%conf	0,89%	1,97%	2,77%	3,87%
Error [MUSD]	4,9	6,7	8,2	10,0
% del VE	59%	61%	62%	64%
Valor Esperado	458	554	592	628
Max VE@95%	463	560	600	638
Min VE@95%	453	547	584	618
% en la muestra total		92,2%	96,2%	98,2%

¿Pero el Rango no aumenta al aumentar el N° de evaluaciones?

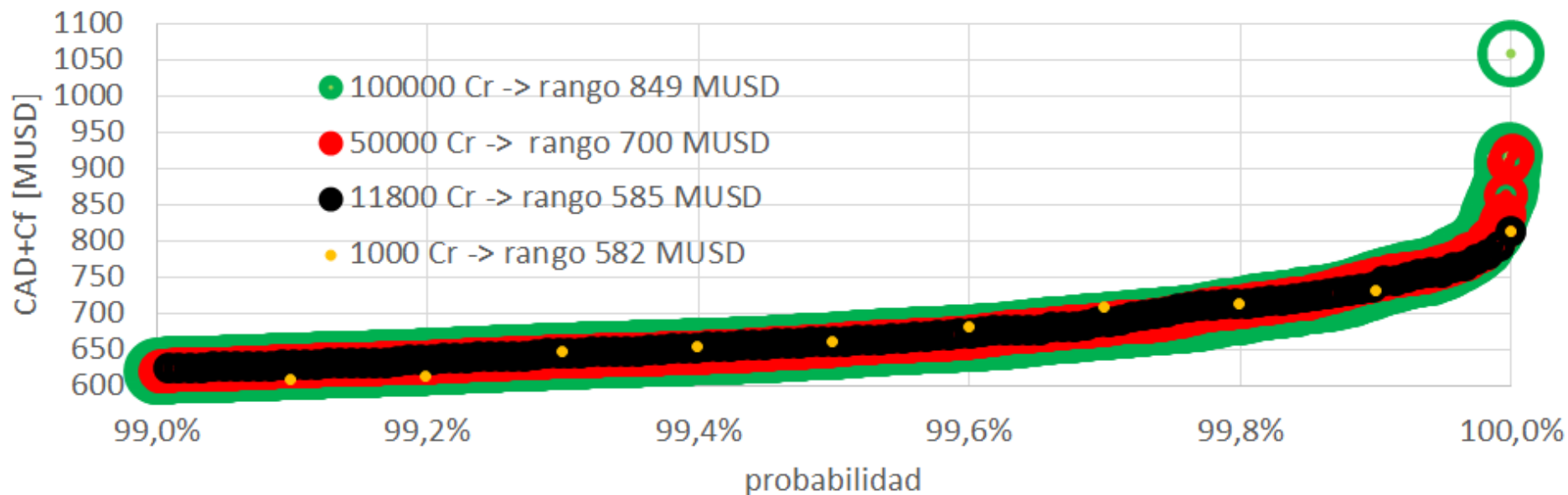


$$N > p(1-p) \left(\frac{1.9599639845}{\varepsilon} \right)^2$$

El “Rango” aumenta menos que $N^{1/2}$

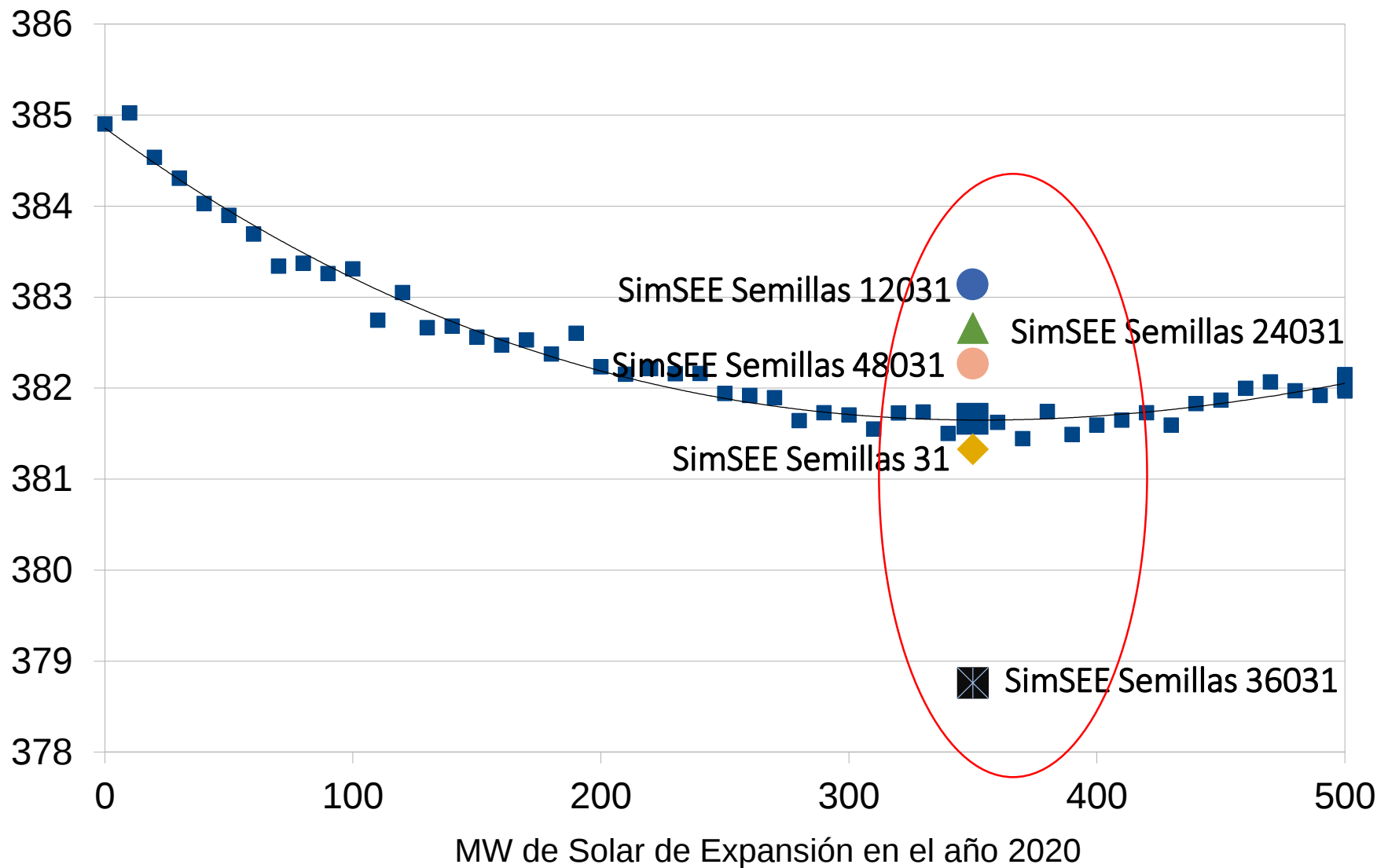
Min [MUSD]	230,8	230,8	228,8	218,6	209,8
Max [MUSD]	813,6	813,6	813,6	918,3	1058,4
Rango [MUSD]	582,8	582,8	584,8	699,7	848,7
VE [MUSD]	377,5	381,5	381,3	380,7	380,3
p (% del VE)	56,4%	57,1%	57,9%	58,3%	58,1%
N	1000	3000	11800	50000	100000
%@95%conf	3,07%	1,77%	0,89%	0,43%	0,31%
E [MUSD]	17,9	10,3	5,2	3,0	2,6
E/E(1000)	1,00	0,58	0,29	0,17	0,14

E relativo	4,7%	2,7%	1,4%	0,8%	0,7%
------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------



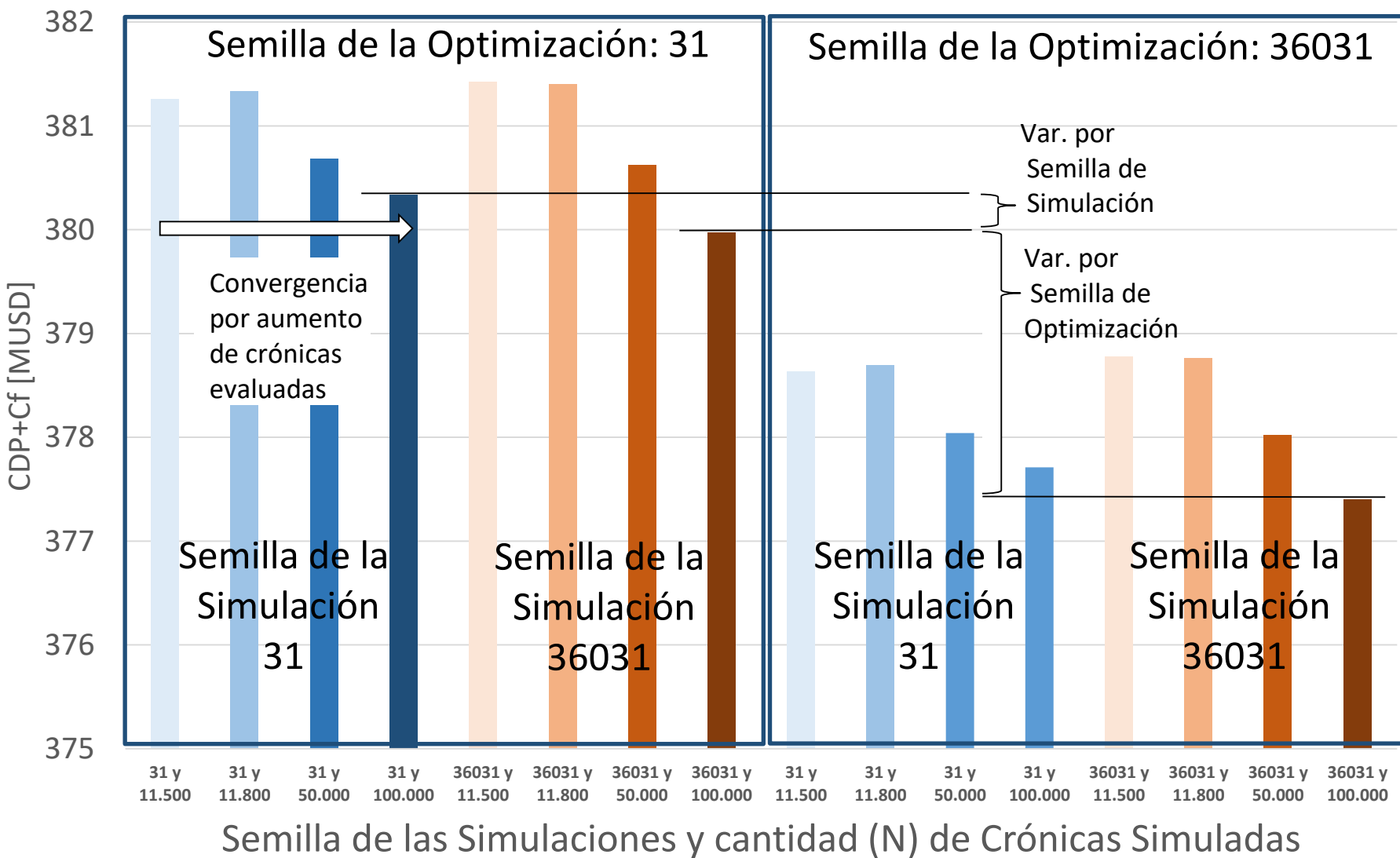
Semillas de la Optimización y de la Simulación

11.800 Crónicas con diferentes Semillas, pero iguales para cada Opt y Sim

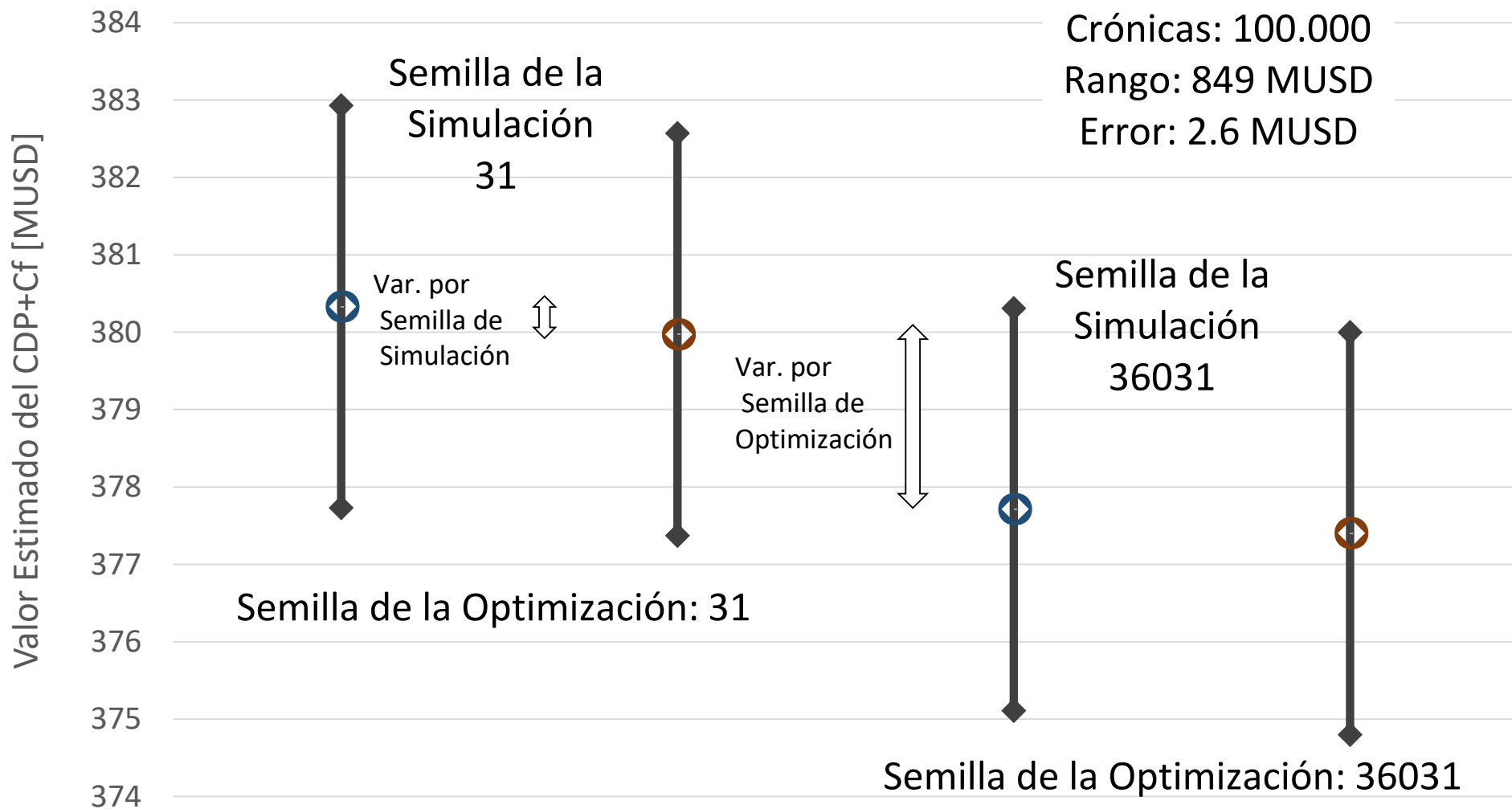


Resultados al cambiar ambas Semillas

11.500 a 100.000 crónicas, con diferentes combinaciones de Semillas entre Opt. y Sim

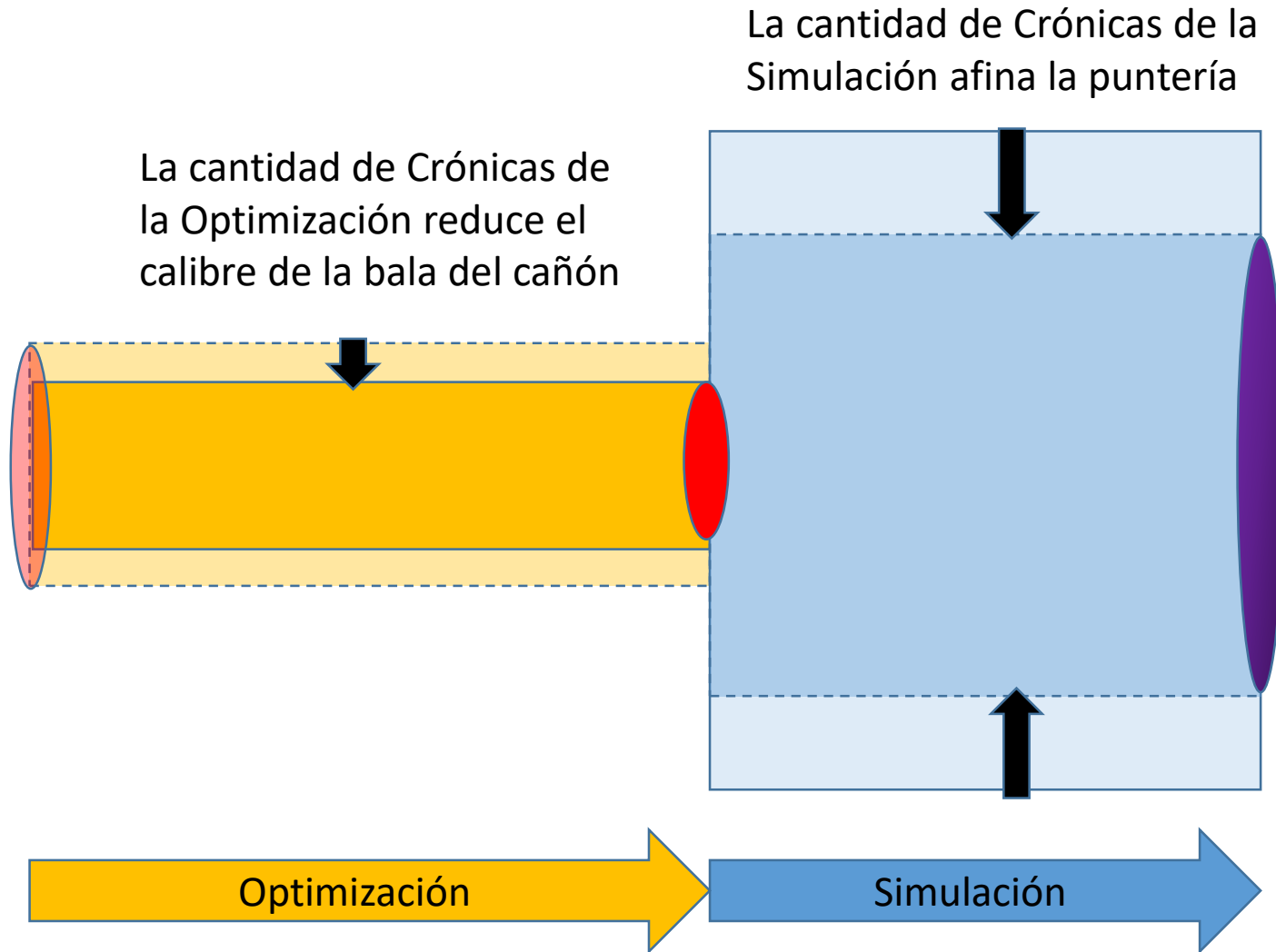


Suertes de la Optimización y de la Simulación

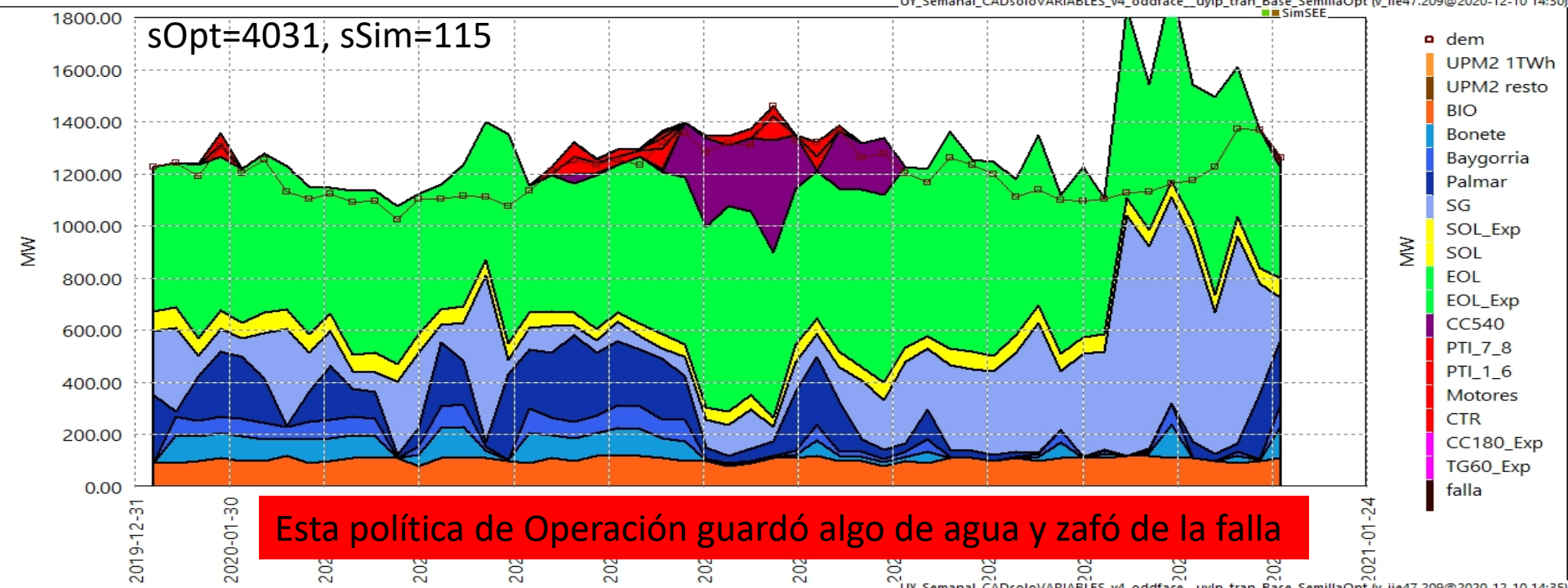
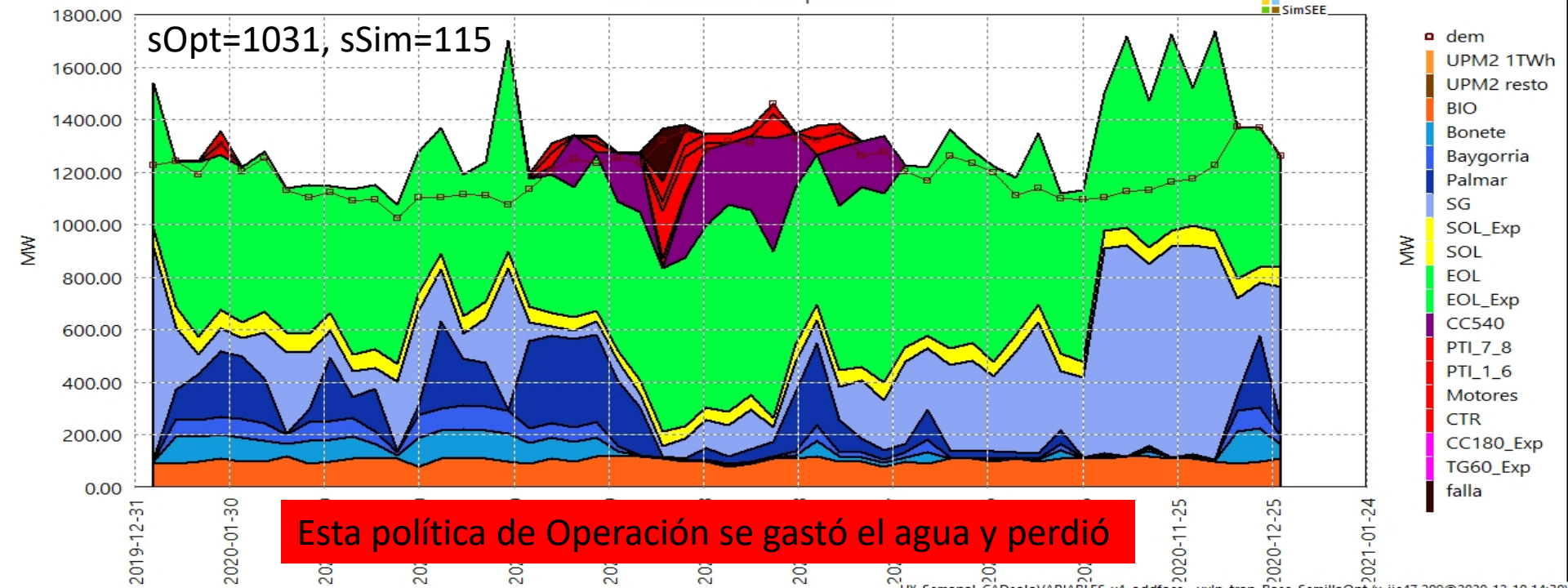


- Hay dos canales cuasi independientes que determinan la suerte de una Simulación y su Optimización previa.
- La cantidad de crónicas evaluadas en la Optimización determina una varianza característica del VE para cualquier valor de la cantidad de crónicas de la Simulación. Por tanto elegida la cantidad de crónicas de la Optimización se conoce la varianza que aportará esa Clase de Política de Operación al resultado. Denominemos a ésta como “sOpt” (que depende de NcrOpt).
- Luego de elegida una estrategia de Optimización, para cada crónica de la Simulación se tendrá una determinada suerte, por lo que se podrá construir el histograma del resultado y a este calcularle el VE y su varianza asociada. Sea ésta “sSim”.
- Mientras que “sOpt” sea despreciable frente a “sSim” se podría aplicar el **método de estimación de varianza** de acuerdo a cantidad de evaluaciones.
- A medida de que “sSim” se va aproximando a “sOpt” los canales de “suerte” se entrecruza, al punto que “sOpt” se convierte en una cota inferior de la varianza final obtenible.
- Si fuesen dos canales independientes, se podría calcular la varianza como la suma cuadráticas de éstas. De hecho el resultado es correcto en ambos extremos, por lo que a los efectos de estimar varianzas máximas, una vez caracterizada “sOpt”, el método de estimación de “sSim” de acuerdo a la cantidad de evaluaciones es útil.

Suertes de la Optimización y la Simulación



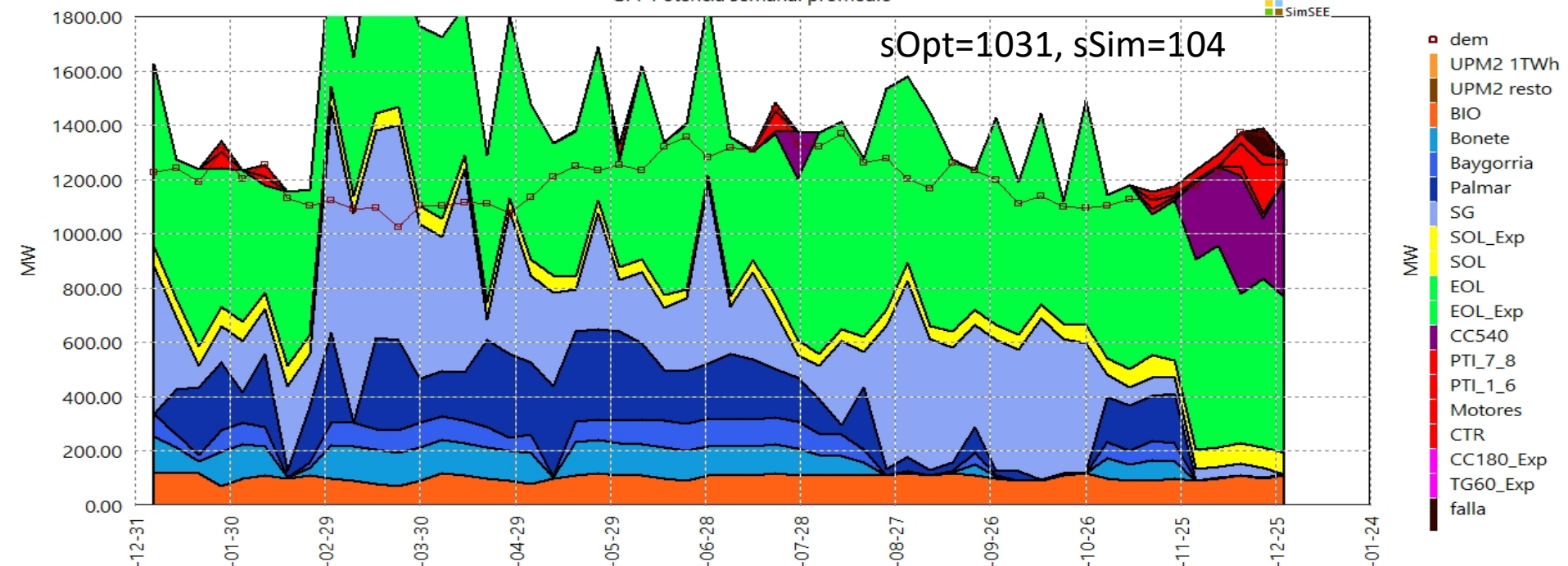
El número de Cr de Optimización es la máxima precisión posible.
El número de Cr de Simulación nos va acercando al resultado.



GPF Potencia semanal promedio

SimSEE

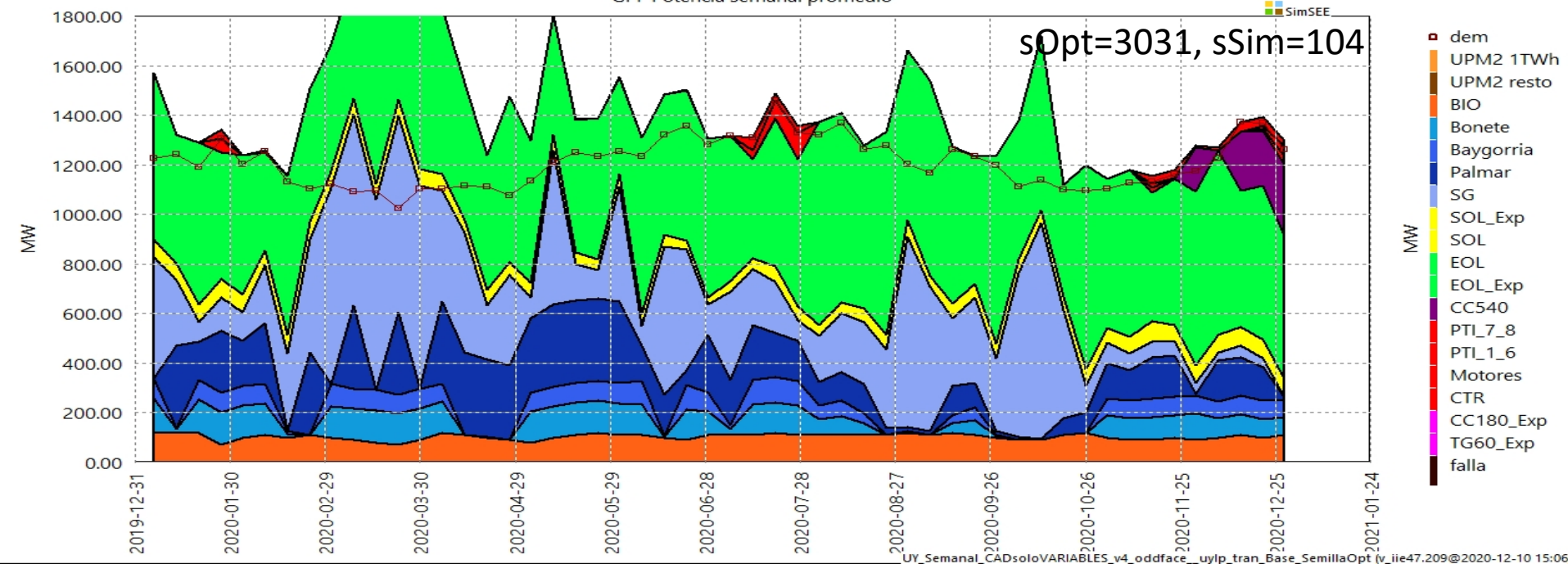
sOpt=1031, sSim=104



GPF Potencia semanal promedio

SimSEE

sOpt=3031, sSim=104



Cuidados al comparar...

- Al comparar dos RESULTADOS hay que verificar la consistencia de los resultado cambiando las “suertes”.
- Por ejemplo, si se utilizó en primera instancia una semilla de Simulación “31” y se simularon “100” Crónicas, en la nueva evaluación, hay que al menos elegir la semilla “131”.

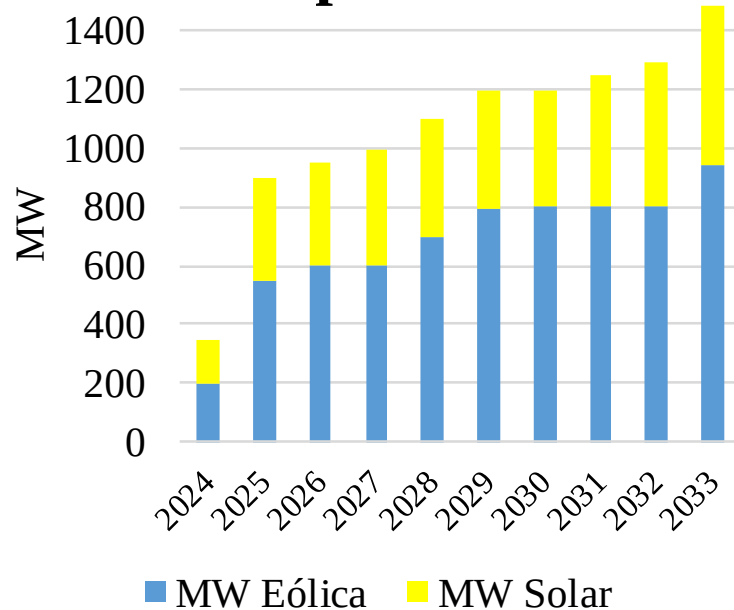
Ejemplo de Verificación de consistencia

Pique: Barrido “semi”
automatizado de semillas

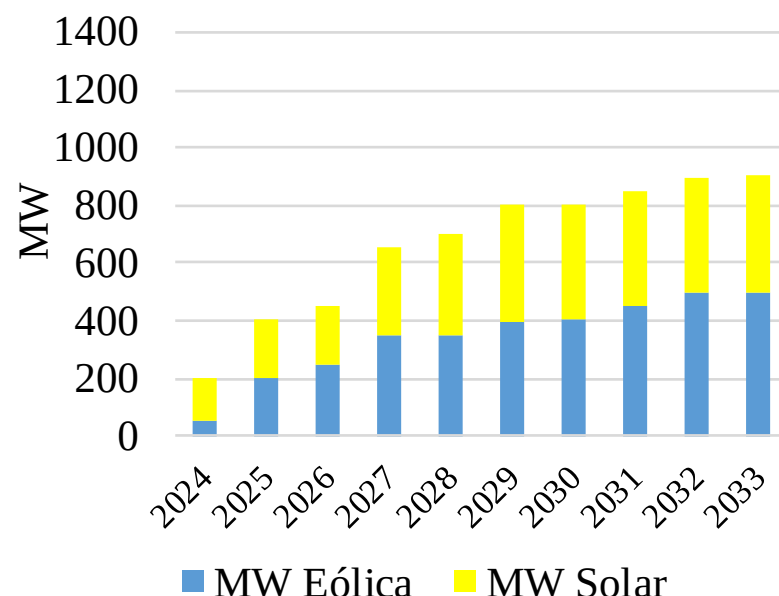
Propuesta Metodológica para Planificar la Expansión de la Generación Decenal de Uruguay



Expansión A



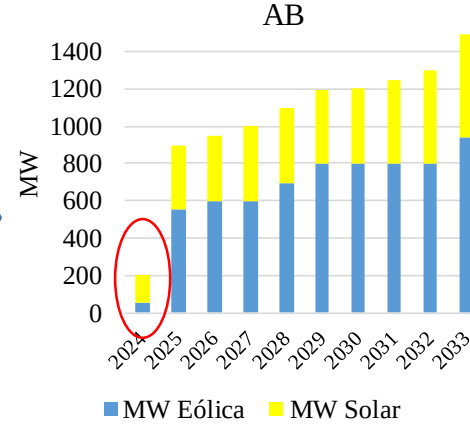
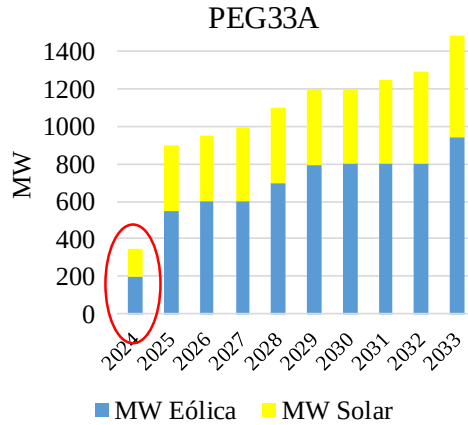
Expansión B



Penalizaciones por FALTANTE

Escenario de ALTA Demanda

Año	MW Eólica	MW Solar	MW-m ERNC
2024	200	150	112
2025	550	350	294
2026	600	350	314
2027	600	400	324
2028	698	400	363
2029	798	400	403
2030	800	400	404
2031	800	450	415
2032	800	499	425
2033	944	545	492



Año	MW Eólica	MW Solar	MW-m ERNC
2024	50	150	52
2025	550	350	294
2026	600	350	314
2027	600	400	324
2028	698	400	363
2029	798	400	403
2030	800	400	404
2031	800	450	415
2032	800	499	425
2033	944	545	492

	MUSD		
Concepto	PEG33A	AB	Diferencia
Adelanto de PP (APP)	NC	NC	NC
Pagos Spot (PST)	10.9	12.6	1.8
Primas de Riesgo (PR)	10.6	11.8	1.2
VE de Costos Futuros (VECF)	7835	7845	10.2
Penalidad por FALTANTE (PF)			13

	Prima de Riesgo año 2024		
CPD anual	PEG33A	AB	Diferencia
VaR(5%) [MUSD]	1052	1089	37
CVaR(5%) [MUSD]	1187	1240	53
CVaR-VaR [MUSD]	136	151	16
Prima de R [MUSD]	10.6	11.8	1.2

	Pagos Spot año 2024		
@ 18 MW-m	PEG33A	AB	Diferencia
USD/MWh	68	80	11.1
MUSD	10.9	12.6	1.8

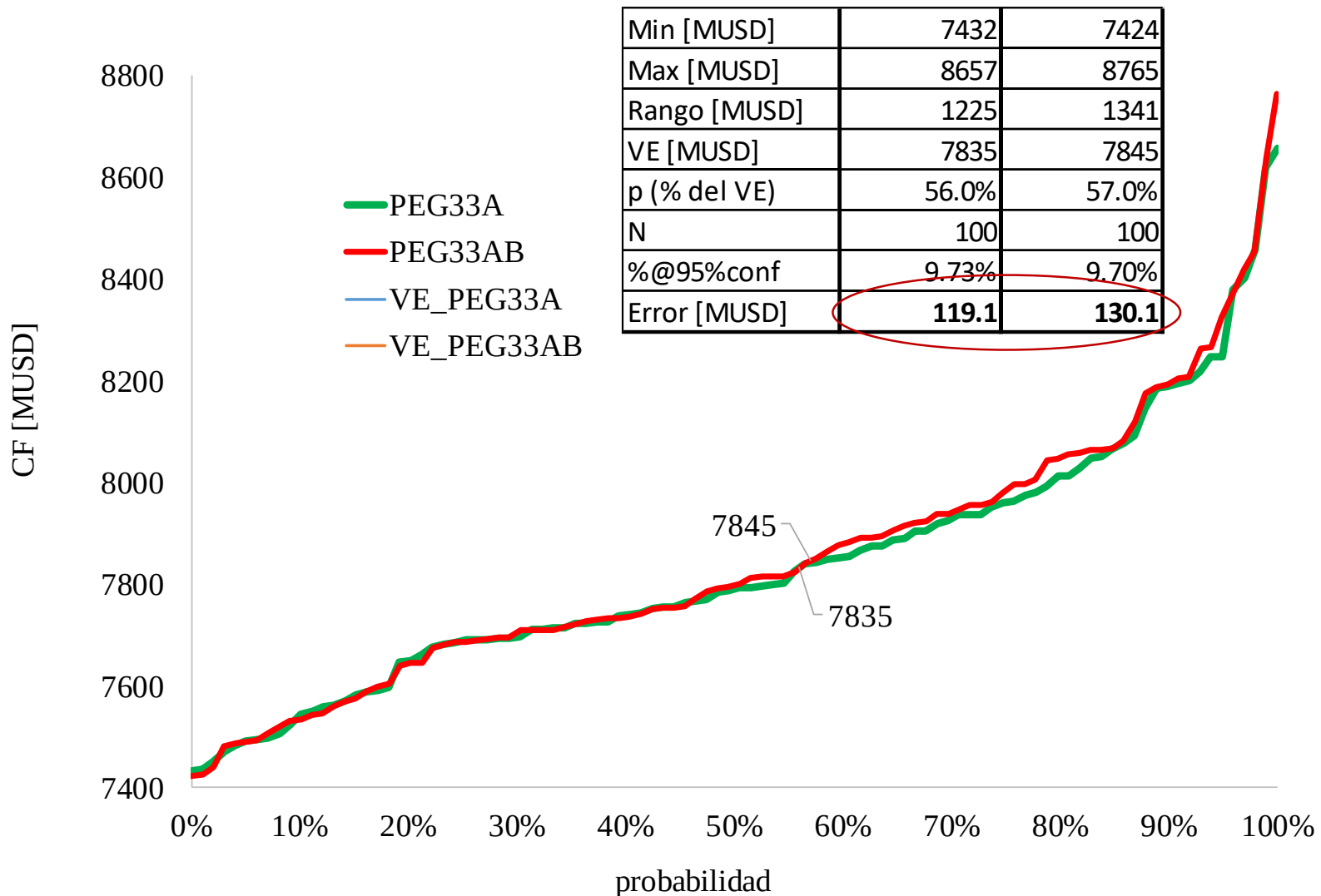
simcostos de A y AB

0.10	[p.u.]	Tasa de descuento anual.					
7835	[MUSD]	Costo esperado					
8255	[MUSD]	Costo con riesgo 5% de ser excedido.					
8461	[MUSD]	Costo CVaR(5%).					
0	[MUSD]	Costo auxiliar esperado (cdp+CFaux)					
0	[MUSD]	Costo auxiliar con riesgo 5% de ser excedido. (cdp+CFaux)					
valor presente del costo (cdp+CF) por crónica [MUSD] (Ordenado):	7432	7436	7451	7473	7484	7493	7496
valor presente del costo auxiliar (cdp+CFaux) por crónica [MUSD] (Ordenado):	0	0	0	0	0	0	0
valor presente del costo directos por crónica [MUSD]:	7194	6073	6681	6642	6519	6012	6502
valor presente del costo futuro al final de cada crónica [MUSD]:	1424	1423	1411	1407	1405	1424	1449
valor presente del costo futuro AUXiliar al final de cada crónica [MUSD]:	0	0	0	0	0	0	0
valor presente de la utilidad directa acumulada de cada crónica [MUSD]:	0	0	0	0	0	0	0

0.10	[p.u.]	Tasa de descuento anual.					
7845	[MUSD]	Costo esperado					
8326	[MUSD]	Costo con riesgo 5% de ser excedido.					
8496	[MUSD]	Costo CVaR(5%).					
0	[MUSD]	Costo auxiliar esperado (cdp+CFaux)					
0	[MUSD]	Costo auxiliar con riesgo 5% de ser excedido. (cdp+CFaux)					
valor presente del costo (cdp+CF) por crónica [MUSD] (Ordenado):	7424	7425	7440	7483	7486	7490	7493
valor presente del costo auxiliar (cdp+CFaux) por crónica [MUSD] (Ordenado):	0	0	0	0	0	0	0
valor presente del costo directos por crónica [MUSD]:	7216	6097	6710	6674	6535	6002	6506
valor presente del costo futuro al final de cada crónica [MUSD]:	1424	1423	1411	1407	1405	1424	1449
valor presente del costo futuro AUXiliar al final de cada crónica [MUSD]:	0	0	0	0	0	0	0
valor presente de la utilidad directa acumulada de cada crónica [MUSD]:	0	0	0	0	0	0	0

$$7845 - 7835 = 10$$

Errores en el CF_VE de A y AB



Armado de archivo.bat

Parámetros			
:: cmdopt.exe	:: cmdsim.exe		
:: sala={archivo_sala}	:: sala={nombre_archivo}		
:: escenario={nombre_del_escenario,"}	:: escenario={nombre_del_escenario,"}		
:: nhilos={nHilosForzados,-1}	:: nhilos={nHilosForzados,-1}		
:: ntareas={nTareasForzadas,-1}	:: ntareas={nTareasForzadas,-1}		
:: cf={archivo_enganche_cf,"}	:: cf={archivo_CF}		

Texto en un archivo XXX.bat y correr desde la línea de comando

```
E:\SimSEE\bin\cmdopt sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=31 escenario=PEG33AB nronicasopt=5>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdsim sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=31 escenario=PEG33AB nronicassim=100>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdopt sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=131 escenario=PEG33AB nronicasopt=5>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdsim sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=131 escenario=PEG33AB nronicassim=100>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdopt sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=231 escenario=PEG33AB nronicasopt=5>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdsim sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=231 escenario=PEG33AB nronicassim=100>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdopt sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=331 escenario=PEG33AB nronicasopt=5>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdsim sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=331 escenario=PEG33AB nronicassim=100>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdopt sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=431 escenario=PEG33AB nronicasopt=5>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdsim sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=431 escenario=PEG33AB nronicassim=100>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdopt sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=531 escenario=PEG33AB nronicasopt=5>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdsim sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=531 escenario=PEG33AB nronicassim=100>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdopt sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=631 escenario=PEG33AB nronicasopt=5>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdsim sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=631 escenario=PEG33AB nronicassim=100>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdopt sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=731 escenario=PEG33AB nronicasopt=5>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdsim sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=731 escenario=PEG33AB nronicassim=100>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdopt sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=831 escenario=PEG33AB nronicasopt=5>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdsim sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=831 escenario=PEG33AB nronicassim=100>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdopt sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=931 escenario=PEG33AB nronicasopt=5>>peg33AB.txt
E:\SimSEE\bin\cmdsim sala=E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es semilla=931 escenario=PEG33AB nronicassim=100>>peg33AB.txt
```

Resultado .txt

Versión GLPK: 4.65
SimSEE__iie100.242
Cambio de directorio a : E:\SimSEE\bin\tmp_rundir
Voy a cargar la sala
CargarSala: archiSala= E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es, escenario= PEG33A
volvi de cargar la sala
Voy a free de sala
Volví de free de sala
Voy a free interprete de parametros
volvi del interprete
CF_VE[MUSD]: 7881.182
cdp_VE[MUSD]: 6464.456
chau simulador
Versión GLPK: 4.65
SimSEE__iie100.242
Cambio de directorio a : E:\SimSEE\bin\tmp_rundir
Voy a cargar la sala
CargarSala: archiSala= E:\SimSEE\corridas\PEG_GEE_24_33\PEG33.es, escenario= PEG33A
volvi de cargar la sala
Voy a free de sala
Volví de free de sala
Voy a free interprete de parametros
volvi del interprete
CF_VE[MUSD]: 7846.824
cdp_VE[MUSD]: 6440.165



CF_VE[MUSD]: 7881.182
CF_VE[MUSD]: 7846.824
CF_VE[MUSD]: 7876.560
CF_VE[MUSD]: 7857.429
CF_VE[MUSD]: 7936.499
CF_VE[MUSD]: 7927.088
CF_VE[MUSD]: 7872.783
CF_VE[MUSD]: 7890.096
CF_VE[MUSD]: 7871.005
CF_VE[MUSD]: 7877.671
CF_VE[MUSD]: 7870.172
CF_VE[MUSD]: 7865.322
CF_VE[MUSD]: 7909.259
CF_VE[MUSD]: 7876.452
CF_VE[MUSD]: 7857.556
CF_VE[MUSD]: 7938.423
CF_VE[MUSD]: 7906.559
CF_VE[MUSD]: 7915.384
CF_VE[MUSD]: 7888.811
CF_VE[MUSD]: 7889.684

Siempre conviene verificar...

Crónicas Simulación: 100					Crónicas Simulación: 200				
Semillas		PEG33A	PEG33AB	dif	Semillas		PEG33A	PEG33AB	dif
31	130	7835	7845	10	31	230	7881	7893	11
131	230	7926	7936	10	231	430	7847	7857	10
231	330	7795	7803	8	431	630	7877	7882	6
331	430	7892	7908	16	631	830	7857	7865	7
431	530	7871	7875	4	831	1030	7936	7948	12
531	630	7883	7895	12	1031	1230	7927	7942	15
631	730	7824	7835	11	1231	1430	7873	7875	3
731	830	7874	7884	10	1431	1630	7890	7902	12
831	930	7917	7930	13	1631	1830	7871	7882	11
931	1030	7944	7955	10	1831	2030	7878	7891	14
1031	1130	7924	7939	15	2031	2230	7870	7881	11
1131	1230	7937	7950	13	2231	2430	7865	7878	13
1231	1330	7900	7903	3	2431	2630	7909	7922	12
1331	1430	7848	7857	8	2631	2830	7876	7888	11
1431	1530	7901	7913	12	2831	3030	7858	7868	11
1531	1630	7892	7902	10	3031	3230	7938	7949	11
1631	1730	7873	7882	8	3231	3430	7907	7918	11
1731	1830	7859	7874	15	3431	3630	7915	7921	6
1831	1930	7898	7911	13	3631	3830	7889	7898	9
1931	2030	7863	7881	17	3831	4030	7890	7902	12
2000 Crónicas				11	4000 Crónicas				10