SimSEE

Serie: "Manuales de Usuario de SimSEE"

TOMO II

Fuentes.

Claudia Cabrera, Lorena Di Chiara y Ruben Chaer.
Instituto de Ingeniería Eléctrica (IIE).
Administración del Mercado Eléctrico (ADME).
Fundación Julio Américo Ricaldoni. (FJR).
Montevideo – Uruguay.
Septiembre 2013.

P R E F A C I O .

Los manuales de Usuario de la plataforma SimSEE están organizados en cuatro tomos. El tomo I dedicado a presentar en general la plataforma SimSEE y en particular de la aplicación Editor, que es la más utilizada por los usuario. Los tomos II, III y IV son manuales de referencia de los modelos de Actores, Fuentes y del post-procesador de resultados SimRes3 respectivamente.

Esta primer versión de los manuales fue desarrollada en colaboración entre el Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (IIE-FING-UDELAR), la Administración del Mercado Eléctrico (ADME) y la Fundación Julio Américo Ricaldoni (FJR). La participación del IIE consistió en la dirección del proyecto por parte del Ing. Ruben Chaer. ADME financió la contratación de las Ingenieras Claudia Cabrera y Lorena Di Chiara, que son las autoras principales de los manuales y aportó sus profesionales como contraparte del proyecto para la revisión y aceptación de los manuales. La FJR realizó la administración general del proyecto, encargándose de elaboración de las propuestas que dieron lugar al proyecto, de las contrataciones y del seguimiento de ejecución del mismo.

Reseña histórica.

El corazón de la plataforma SimSEE fue desarrollada en el Instituto de Ingeniería Eléctrica (IIE) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República Oriental del Uruguay en el marco del proyecto de desarrollo tecnológico PDT-47/12 con financiamiento del BID. El proyecto involucró el trabajo de dos ingenieros durante 18 meses y fue finalizado en noviembre de 2007. Desde esa fecha, la plataforma ha sido mejorada en forma continua gracias a el financiamiento de proyectos concursados en el marco del Fondo Sectorial de Energía de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación ANII (PR_FSE_2009-18: “Mejoras a la plataforma SimSEE” y ANII-FSE-1-2011-1-6552: “Modelado de energías autóctonas en SimSEE”).

SimSEE fue concebida con la filosofía de SOFTAWARE LIBRE y con el propósito de disponer de una plataforma que pudiera servir a los fines académicos de enseñanza, investigación y extensión. El software es distribuido en forma gratuita bajo el tipo de licencia GNU-GPL v3.

SimSEE está programado en lenguaje Pascal Orientado a Objetos utilizando el entorno de desarrollo Lazarus Pascal (compilador Freepascal). Este entorno de desarrollo tiene la virtud, además de ser un excelente entorno de desarrollo, de ser gratuito permitiendo que desarrollar sobre SimSEE sea posible utilizando 100% software libre. El estilo de programación es Orientado a Objetos lo que simplifica la extensión de la plataforma y el desarrollo de nuevos modelos.

Ruben Chaer / Instituto de Ingeniería Eléctrica - FING - UDELAR.
setiembre 2013 - Montevideo - Uruguay.

Índice de Contenido.

1.Introducción.....5
1.1.¿Qué son las Fuentes de SimSEE?.....5
1.2.Alta de una Fuente con el Editor de Salas.....7
1.3.Salidas de las Fuentes.....7
1.4.Parámetros de las Fuentes.....8
1.5.Paso de Sorteo y Paso de la Sala – Fuentes Esclavas.....8
1.6.Bornes Calculados.....9
1.7.Valores exportados para SimRes.....10
2. Fuentes disponibles en SimSEE.....10
2.1.Fuente Constante.....12
2.1.a)Parámetros Estáticos.....12
2.1.b)Parámetros Dinámicos.....12
2.1.c)Bornera y valores exportados para SimRes.....12
2.1.d)Ejemplos de aplicación.....12
2.2.Fuente Uniforme.....14
2.2.a)Parámetros Estáticos.....14
2.2.b)Parámetros Dinámicos.....14
2.2.c)Bornera y valores exportados para SimRes.....14
2.2.d)Ejemplo de aplicación:.....14
2.3.Fuente Gaussiana.....16
2.3.a)Parámetros Estáticos.....16
2.3.b)Parámetros Dinámicos.....16
2.3.c)Bornera y valores exportados para SimRes.....16
2.4. Fuente de Weibull.....17
2.4.a)Parámetros Estáticos.....17
2.4.b)Parámetros Dinámicos.....17
2.4.c)Bornera y valores exportados para SimRes.....17
2.5.Fuente de Combinación.....19
2.5.a)Parámetros Estáticos.....19
2.5.b)Parámetros Dinámicos.....19
2.5.c)Bornera y valores exportados para SimRes.....19
2.5.d)Ejemplos de aplicación.....19
2.6.Fuente Producto.....23
2.6.a)Parámetros Estáticos.....23
2.6.b)Parámetros Dinámicos.....23
2.6.c)Bornera y valores exportados para SimRes.....23
2.7.Sintetizador CEGH.....25
2.7.a)Parámetros Estáticos.....26
2.7.b)Valores Iniciales para Simulación y cono de PRONOSTICOS.....27
2.7.c)Parámetros Dinámicos.....28

2.7.d)Bornera y valores exportados para SimRes.....28
2.7.e)Ejemplos de aplicación:.....28
2.8.Fuente de tiempo.....34
2.8.a)Parámetros Estáticos.....34
2.8.b)Parámetros Dinámicos.....34
2.8.c)Bornera y valores exportados para SimRes.....34
2.8.d)Ejemplo de aplicación:.....34
2.9.Fuente sinusoide.....37
2.10.Fuente MaxMin.....40
2.11.Fuente Selector.....42
2.12.Fuente Selector horario.....45
3.Referencias.....48

1.Introducción.

Este es el Tomo II de la serie "Manuales de Usuario de SimSEE" y está destinado a documentar las Fuentes disponibles en SimSEE para servir de manual de referencia rápida al usuario.

1.1. ¿Qué son las Fuentes de SimSEE?

Las **Fuentes** son entidades generadoras de números. El origen de la palabra "fuente" es en el sentido de "fuente generadora de señales" (ver Fig.1).

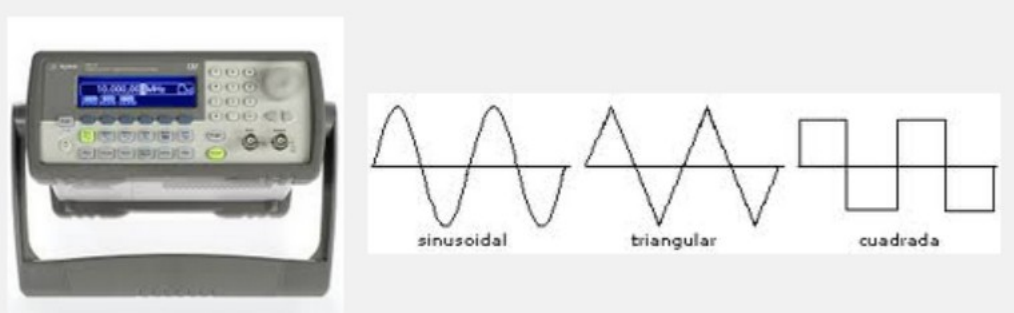


Fig. 1: Fuente generadora de señales.

Una fuente tiene uno o más Bornes a los que se pueden "cablear" los Actores u otras Fuentes que requieran tomar los valores generados por la fuente. Constituyen una herramienta que permite al usuario definir distintas funciones, de forma que sus resultados puedan ser utilizados por los distintos *Actores* que intervienen en una *Sala de Juego* de SimSEE.

Por ejemplo puede ser deseable que los costos variables especificados en las fichas de parámetros dinámicos de los Generadores Térmicos, en lugar de ser valores fijos e invariantes, se vean afectados por un índice que tenga en cuenta la variación de esos precios con el tiempo. Así podría tenerse un índice que sea resultado de una función que refleje el tipo de combustible que utiliza cada actor (Fuel Oil, Gas Oil, Gas Natural, etc.) de forma de que sus costos cambien automáticamente al considerar diferentes proyecciones de precios para cada combustible.

En la Fig.2 se muestra un ejemplo de ficha de parámetro dinámico de un generador en el que se ha especificado una fuente como índice para afectar el costo variable de generación. El costo variable declarado para la central térmica 6ª C.Batlle, que funciona a Fuel Oil, se verá afectado por el índice "iFO" que exportará en su borne "combustible" un valor que indexará dicho costo variable, así como el pago por energía si tuviera definido alguno.

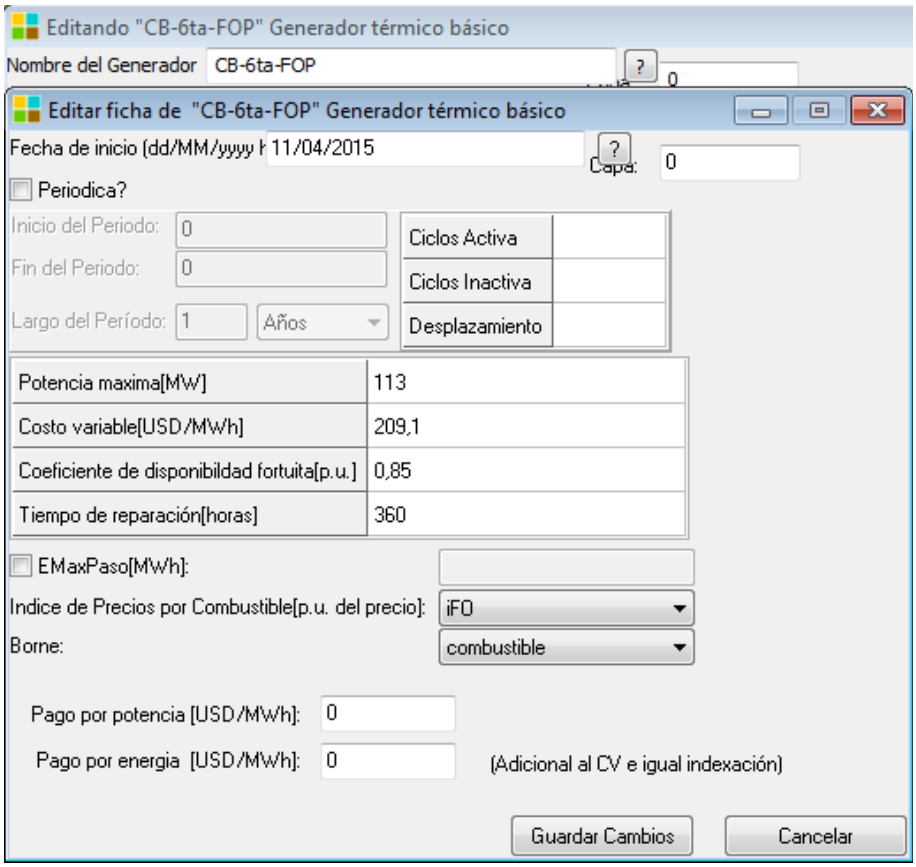


Fig. 2: Ejemplo de uso de una fuente como índice de precios.

Dicho índice puede impelmentarse como una Fuente que modele un incremento previsto en los precios de dicho combustible, de p.ej. 10% anual para los años siguientes. La Fig.3 muestra un ejemplo.

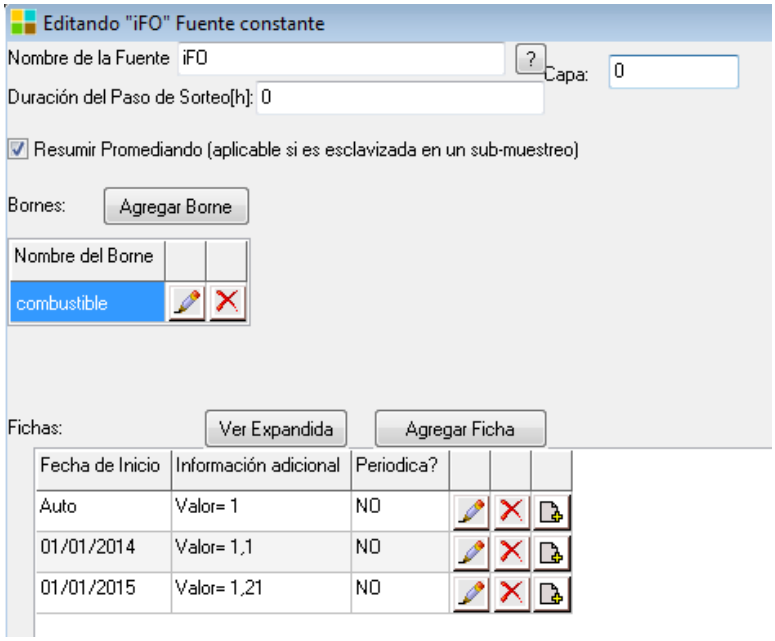


Fig. 3: Ejemplo de fuente con proyección de índice de crecimiento.

1.2. Alta de una Fuente con el Editor de Salas.

Véase la sección “Solapa-Fuentes” del Tomo I de esta misma serie de manuales para detalles de cómo dar de alta una fuente en el Editor de Salas.

1.3. Salidas de las Fuentes.

Las Fuentes tienen accesibles los resultados de su operatoria en una Bornera (analogía sugerida con las borneas de conexión eléctrica Ver. Fig.4) a la que se pueden conectar las entidades que requieran hacer uso de los valores generados por la Fuente.

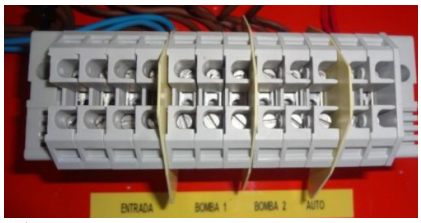


Fig. 4: Bornera.

El usuario puede editar los bornes y asignarles un nombre si lo desea, de no hacerlo se denominarán “Borne por Defecto”. Cuando un Actor (u otra Fuente) utilice una Fuente, siempre deberá indicar el nombre de la misma, y también el “borne” al que se conectará. Es decir debe indicar la fuente y el borne al que se conecta para tomar los valores generados.

Para fijar ideas, la Fig.5 muestra el formulario de una Fuente que modela los aportes de caudales hidráulicos a las represas de Bonete, Palmar y Salto y la Fig.6 muestra el formulario del Actor que la utiliza.

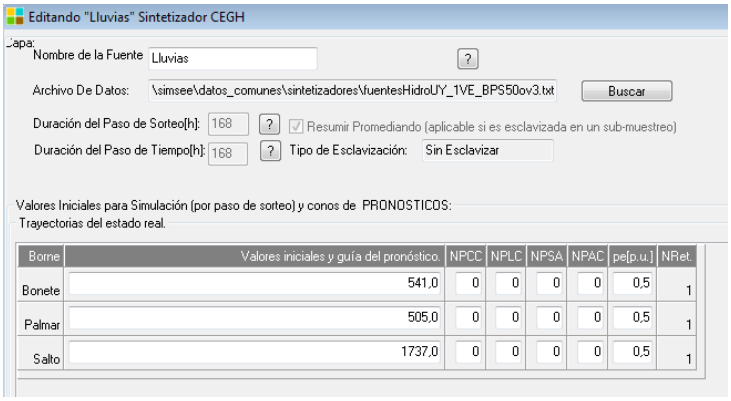


Fig. 5: Ejemplo fuente de aporets hidráulicos a Bonete, Palmar y Salto Grande.

Cuando un Actor “Generador hidráulico” necesite hacer uso de los resultados de aportes generados por esta Fuente, deberá indicar cual de los 3 bornes o salidas escoge: si p.ej. se trata de la central Bonete, elegirá el borne “Bonete” de forma de tener como entrada la salida que la Fuente presenta en dicho borne, como se muestra en la Fig.6.

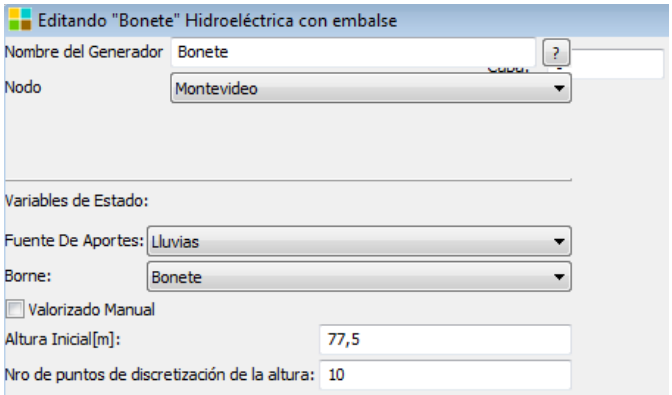


Fig. 6: Ejemplo de uso de la fuente de aportes por la central Bonete.

1.4. Parámetros de las Fuentes.

Las Fuentes se configuran mediante parámetros que pueden ser del tipo estáticos o dinámicos. Los parámetros estáticos se definen en el formulario principal de la fuente y parámetros dinámicos se definen en formularios específicos de edición de las fichas de parámetros dinámicos asociadas al tipo de Fuente.

Los parámetros fijos comunes a todas las Fuentes son: **el Nombre**, que permite especificar un identificador con el cual referirse a la fuente, **la Capa**, que permite indicar la capa a la que pertenece la fuente y **el Paso de Sorteo**, que se describe en la sección 1.5. El resto de los parámetros estáticos y dinámicos son específicos de cada tipo de Fuente y se detallan en las secciones correspondientes.

1.5. Paso de Sorteo y Paso de la Sala – Fuentes Esclavas.

Un parámetro estático común a todas las Fuentes es la "Duración Del Paso del Sorteo (h)". Indica la cadencia en horas para la cuál el modelo de fuente fue diseñado.

Para fijar ideas, si una fuente fue configurada para generar el valor promedio semanal de los caudales hidráulicos a las represas, su "cadencia natural" será 168 h y al configurar dicha fuente se deberá fijar como Duración del Paso de Sorteo (h) 168 horas.

Ahora bien, esa fuente puede ser utilizada en una sala cuyo paso de tiempo de integración sea semanal, mensual, diario, horario o cualquier otro. Entonces, si el paso de la sala (esto es el paso de integración) no coincide con la cadencia para la cual la fuente particular fue diseñada habrá que hacer alguna adaptación del comportamiento de la fuente (o no usarla en una sala cuyo paso no sea igual al de sorteo de la fuente). SimSEE suministra un potente mecanismo de adaptación automática de las fuentes que se describe más adelante en esta misma sección.

Por defecto al dar de alta una Fuente el mismo se fija en 0 (cero) indicando que el paso de sorteo tendrá la misma duración del paso de la Simulación, en cuyo caso se sorteará un valor en cada paso de la misma y se tendrá una FUENTE SINCRONA adaptada al paso de la Sala sin ningún mecanismo auxiliar.

Si el paso de sorteo es diferente (mayor o menor) al paso de tiempo de la Sala, se activa el mecanismo de adaptación y la Fuente será "esclavizada" por otra fuente que generará los valores acordes al paso de la Sala.

Si el paso de tiempo de la Sala es menor que el paso de sorteo de la Fuente, se tendrá una FUENTE SOBREMUESTREADA (en el sentido de que se requieren valores con más frecuencia que la cadencia natural de la fuente). El mecanismo de esclavización implica crear otra fuente capaz de tomar de esclava la fuente original, muestrearla con su cadencia natural y genear valores con la frecuencia requerida por el paso de tiempo de la sala interpolando linealmente entre dos valores obtenidos de la Fuente esclavizada.

Si el paso de tiempo de la Sala es mayor que el paso de sorteo de la Fuente, se tendrá una FUENTE SUBMUESTREADA (en el sentido de que se requieren valores con menos frecuencia que la cadencia natural de la fuente). El mecanismo de esclavización implica crear otra fuente capaz de coleccionar los valores generados por la fuente original dentro del paso de tiempo de la Sala y re-

sumirlos en un único valor para suministrar asociado al paso de la Sala para las entidades que quieran utilizar dichos valores. En cuanto a la forma de realizar el resumen SimSEE implementa dos mecanismos: 1) Hacer un simple promedio de los valores coleccionados y 2) Seleccionar al azar cualquiera de los valores coleccionados con igual probabilidad. El usuario deberá seleccionar cuál de los dos mecanismos modela mejor el comportamiento del proceso modelado. Estas dos opciones de resumir tiene especial significado cuando la fuente esclavizada es una fuente que representa un proceso estocástico. A modo de ejemplo, supóngase una fuente que intenta modelar la potencia horaria del conjunto de parques eólicos instalados en territorio nacional y que dicha fuente se utiliza en una sala de paso semanal. Si hay suficiente capacidad de filtrado del sistema como para absorver todas las variaciones de la potencia eólica se podrá usar el mecanismo de resumir promediando, pero si hay dudas sobre la capacidad del sistema en absorver las variaciones es preferible el mecanismo de seleccionar un valor al azar como forma de tener máxima varianza en el valor. En la práctica puede valer la pena ante la duda ejecutar en las dos modalidades pues la realidad seguramente esté entre las dos y tener así una medida del error cometido en el modelado.

En ambos mecanismos de esclavización, se crea una fuente con la misma definición de bornera que la original que suplanta a la original y la esclaviza. Todas las entidades que estaban conectadas a la original quedan automáticamente conectadas a la fuente esclavizadora en tiempo de ejecución del Simulador.

El formulario de edición de las Fuentes del tipo Sintetizador CEGH (ver Fig.5) muestran explícitamente un casillero “tipo de esclavización” que para el caso de la Fuente Síncrona indicará “Sin Esclavizar”, para la Fuente Sobremuestreada indicará “Sobre-muestreada” y para el caso de la Fuente Submuestreada indicará “Sub-muestreada”. En caso de quedar “Sub-muestreada” se activa el casillero que permite marcar o desmarcar “Resumir promediando”. Si se marca el tipo de resumen será promediando y en caso contrario será cualquiera de los valores al azar.

Un ejemplo de una Fuente Sobremuestreada lo constituye un sintetizador CEGH que genera caudales hidráulicos medios semanales de aportes para ser usados como entrada por los Actores “Generdores hidroeléctricos” en usa sala de paso diario.

Un ejemplo de una Fuente Submuestreada lo constituye un sintetizador CEGH que genera velocidades de viento horarias utilizada en una sala de paso de tiempo semanal.

1.6. Bornes Calculados.

En esta sección se describe una característica de la plataforma SimSEE que si bien puede ser transparente para el usuario, resulta relevante para entender el funcionamiento genérico de las Fuentes.

Cuando el usuario conecta una Entidad (Actor o Fuente) a un borne de una Fuente, lo hace a alguno de los bornes publicados por la Fuente. Hay ocasiones en que el valor que se quisiera tener por parte de la Entidad no es exactamente el generado por la fuente sino que sería deseable tener un valor transformado por cierta función característica de la Entidad que se conecta.

Un ejemplo típico de esto son los Parques Eólicos conectados a una fuente de viento horaria. La fuente genera en sus bornes velocidades de viento horarias, el Parque Eólico tendría que transformar hora a hora las velocidad en Potencia usando la curva Velocidad-Potencia característica de los aero-generadores y luego integrar dicha potencia para calcular la energía disponible para cada poste dentro del paso de tiempo.

Con el objetivo de "independizar" en lo posible a los modelos de los actores del trabajo de realizar la transformación e integración, SimSEE tiene implementado en forma genérica la posibilidad de que la Entidad que se conecta a una fuente solicite a la misma que agregue un Borne Calculado a la bornera de la fuente y pare ello le suministra a la Fuente la función de transformación que debe aplicarse al borne al que se conecta para generar el Borne Calculado. Este mecanismo permite aprovechar la aplicación de los mecanismos de esclavización descriptos en la sec. 1.5 que se aplica sobre toda la bornera.

1.7. Valores exportados para SimRes.

Todas las fuentes exportan su Bornera directamente en el archivo de resultados de simulación SimRes (para más detalles sobre el archivo ver sec.4.5 "Archivos de Resultados" del Tomo I de los manuales de usuario de SimSEE).

Las variables correspondiente a la bornera son exportadas con el nombre "Borne[1]", "Borne[2]", ... y así sucesivamente hasta completar la bornera.

En la descripción de los modelos específicos se indica el contenido de cada Borne de la Bornera.

2. Fuentes disponibles en SimSEE.

Los modelos de *Fuentes* disponibles actualmente en la plataforma SimSEE son:

- Fuente Constante. (sec. 2.1)
- Fuente Uniforme. (sec. 2.2)
- Fuente Gaussiana. (sec.2.3)
- Fuente de Weibull. (sec. 2.4)
- Fuente de Combinación. (sec. 2.5)
- Fuente Producto. (sec. 2.6)
- Sintetizador CEGH. (sec. 2.7)
- Fuente de tiempo. (sec. 2.8)
- Fuente sinusoide. (sec. 2.9)
- Fuente maxmin. (sec. 2.10)
- Fuente Selector. (sec. 2.11)
- Fuente Selector horario. (sec. 2.12)

Las mismas abarcan un amplio espectro de funcionalidades, desde el modelado de diferentes distribuciones de probabilidad (uniforme, gaussiana, Weibull), pasando por la implementación de un conjunto de funcionalidades básicas (combinación lineal, producto, sinusoide, maxmin, selector), hasta un caso particular de Fuentes que permiten modelar y reproducir el comportamiento estadístico de series históricas de datos (sintetizador CEGH).

Cabe señalar que en SimSEE las Fuentes pueden consumir recursos de cálculo y aumentar las salidas escritas en los archivos de resultados por el solo hecho de ser incluidas en una Sala, por lo cual se recomienda que las Fuentes que no sean usadas sean eliminadas de la Sala.

2.1. Fuente Constante.

Las Fuentes del tipo Constante generan valores "constantes a tramos" en su borne de salida. El valor "constante" se especifica como ficha de parámetros dinámicos por lo cual puede ser modificado en el tiempo (ver ej. Fig. 11) .

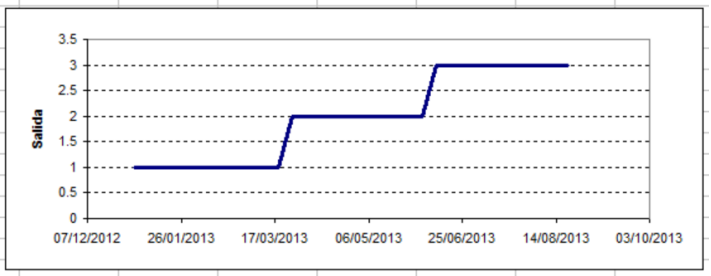


Fig. 7: Ejemplo de salida de una Fuente Constante.

2.1.a) Parámetros Estáticos.

Nombre de la fuente, Capa y Duración del paso de sorteo.

2.1.b) Parámetros Dinámicos.

Valor: el valor de salida del borne.

2.1.c) Bornera y valores exportados para *SimRes.*

La Bornera de una fuente constante tiene un único Borne que es directamente la salida de la fuente.

En el archivo de resultados de simulación se exporta la salida como "Borne[1]".

La Fig.8 muestra los valores exportados por la Fuente del ejemplo de la Fig.9 en una corrida de paso semanal, para los primeros pasos de la primer crónica de la simulación.

CRONICA:	1	
-	-	Tendencia_CMO1
-	-	-
-	-	Borne[1]
Paso	FechaInicioDelPaso	0
1	01/01/2012	39,37
2	08/01/2012	39,37
3	15/01/2012	39,37
4	22/01/2012	39,37
5	29/01/2012	39,37
6	05/02/2012	41,00
7	12/02/2012	41,00
8	19/02/2012	41,00
9	26/02/2012	41,00
10	04/03/2012	45,45
11	11/03/2012	45,45

Fig. 8: Valores exportados para SimRes.

Como puede verse los valores exportados coinciden con los definidos mensualmente en las distintas fichas de parámetros dinámicos de la Fuente; cada vez que un paso de la Simulación corresponde a un nuevo mes, el valor exportado se actualiza al correspondiente para ese mes. P.ej. para el paso correspondiente a la semana del 29/01 al 04/02, se tendrá el valor correspondiente a enero, actualizándose al valor correspondiente a febrero para la semana del 05/02 al 11/02. En general, el valor de salida de la fuente será el valor de la ficha de parámetros dinámivos válida en el instante de inicio del paso de tiempo.

2.1.d) Ejemplos de aplicación.

La Fig.9 muestra un ejemplo donde la salida de la Fuente presenta un valor diferente para cada mes. La intención es modelar la tendencia histórica de los valores de CMO (Costo Marginal Operativo) del poste 1 de la región Sur de Brasil.

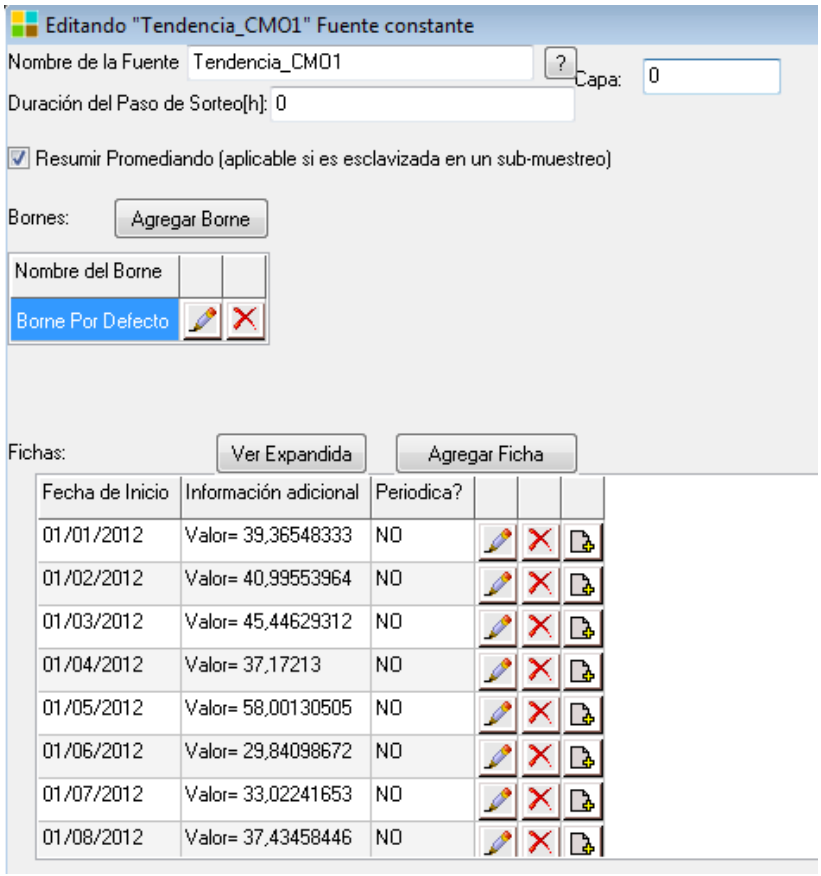


Fig. 9: Ej. Fuente Constante.

La Fig.10 muestra una ficha de parámetros dinámicos de una Fuente Constante.

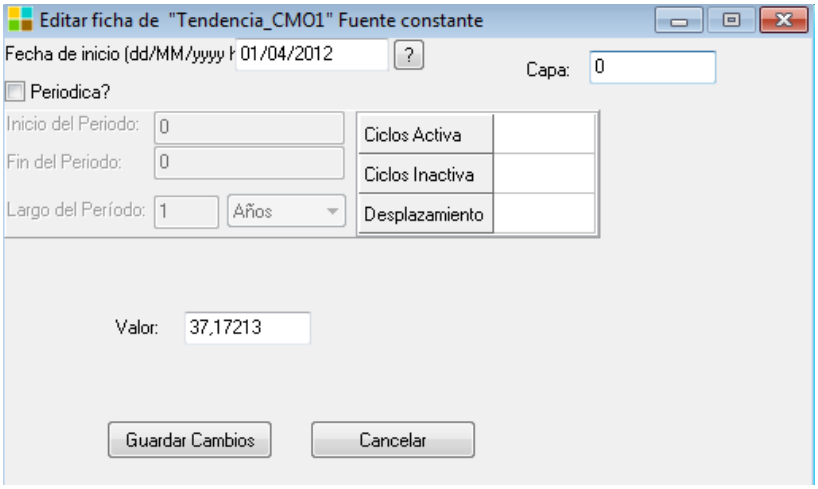


Fig. 10: Ficha de parámetros dinámicos de una Fuente Constante.

2.2. Fuente Uniforme.

Las Fuentes Uniformes generan valores aleatorios, con distribución uniforme (ver Fig.11) en un rango especificado como parámetros dinámicos.

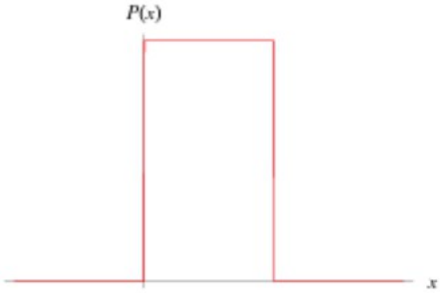


Fig. 11: Distribución Uniforme.

2.2.a) Parámetros Estáticos.

Nombre, Capa y Duración del paso de Sorteo.

2.2.b) Parámetros Dinámicos.

Mínimo y Máximo que determinan el rango entre los que se generan los valores de salida.

2.2.c) Bornera y valores exportados para SimRes.

Las Fuentes Uniformes tiene un único borne en el que se presenta la salida. El borne se publica en el archivo de resultados de simulación con el nombre "Borne[1]".

2.2.d) Ejemplo de aplicación:

Suponga que se quiere modelar la variación al precio del petróleo dentro del horizonte de estudio como un proceso estocástico caracterizado por variaciones con distribución uniforme en determinados rangos según la fecha. Con variaciones de ±5% del valor actual, para los meses siguientes, ±10% del valor actual a partir del año 2015, y ±15% del valor actual a partir del 2016. Para ello se quiere generar una Fuente Uniforme que genere un índice con las variaciones para multiplicar los costos variables de generación de las centrales que queman combustibles cuyos precios están directamente vinculados al petróleo.

Para ello, se crea una Fuente Uniforme con una primer ficha de parámetros dinámicos (Mínimo=0,95 y Máximo=1,05) para el inicio del período, luego una segunda ficha con (Mínimo=0,9 y Máximo=1,1) con fecha de validez 1/1/2015 y por último una ficha con (Mínimo=0,85 y Máximo=1,15)

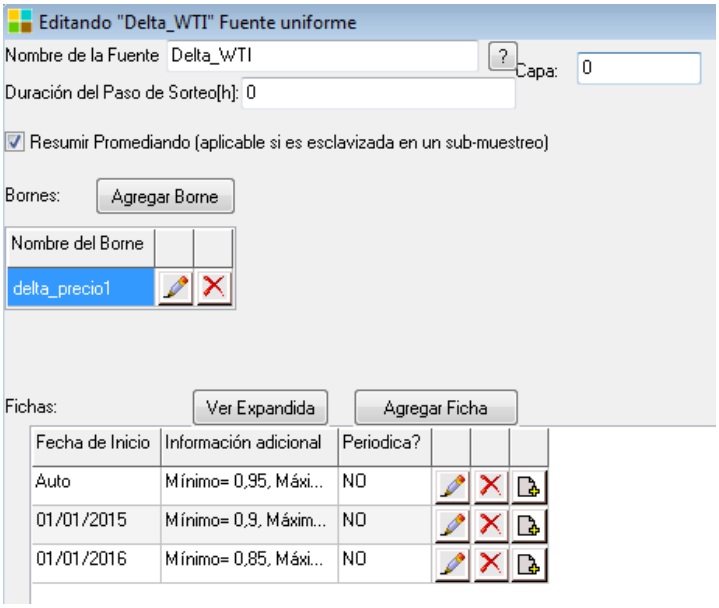


Fig. 12: Ej. Fuente Uniforme.

con validez a partir del 1/1/2016. La Fig.12 muestra el formulario correspondiente al ejemplo.

La Fig.13 muestra un ejemplo de ficha de parámetros dinámicos en la que se pude apreciar que se puede especificar el Mínimo y el Máximo para determinar el rango de generación de valores.

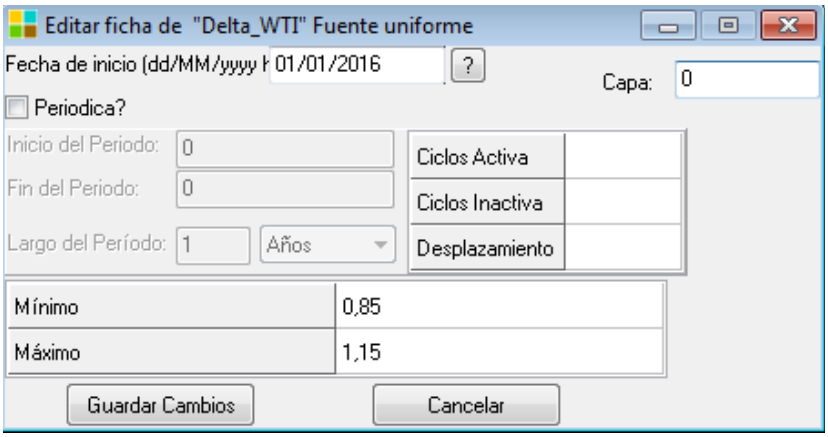


Fig. 13: Ej. ficha parámetros dinámicos de una Fuente Uniforme.

2.3. Fuente Gaussiana

Esta *Fuente* suministra valores aleatorios que presentarán una **Distribución Gaussiana** (ver Fig.14). Es necesario especificar un valor esperado y una varianza, para que la fuente genere valores con dicha distribución.

Fig. 14: Distribución Normal - Gaussiana.

2.3.a) Parámetros Estáticos.

Nombre, Capa y Duración del paso de Sorteo.

2.3.b) Parámetros Dinámicos.

Valor esperado y Varianza de la distribución normal.

2.3.c) Bornera y valores exportados para SimRes.

Tiene un único borne en el que se presenta la salida. El borne se publica en el archivo de resultados de simulación con el nombre “Borne[1]”.

2.4. Fuente de Weibull

Esta *Fuente* suministra valores aleatorios que presentarán una **Distribución de Weibull**. Es necesario especificar un valor esperado (μ) y una constante k (factor de forma), para que la fuente genere valores con dicha distribución. (ver Fig.15)

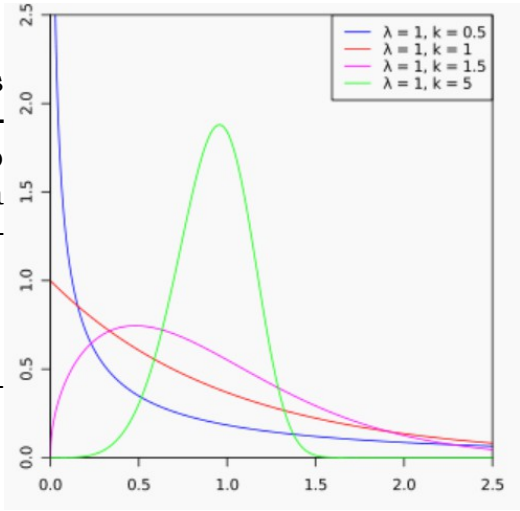


Fig. 15: Densidad de probabilidad Weibull.

2.4.a) Parámetros Estáticos.

Nombre, Capa y Duración del paso de Sorteo.

2.4.b) Parámetros Dinámicos.

Valor esperado y constante *k* de la distribución.

Las ecuaciones utilizadas son:

Función de distribución acumulada: $F(x;k,\lambda)=\begin{cases}1-e^{-(x/\lambda)^k}; \text{ si } x\geq 0\\ 0; \text{ si } x=0\end{cases}$

Donde k es el "factor de forma" y λ el "factor de escala".
El valor esperado de la distribución se puede expresar como:

$$E(X)=\lambda\Gamma(1+\frac{1}{k})$$

Para más información:

http://es.wikipedia.org/wiki/Distribuci%C3%B3n_de_Weibull

http://es.wikipedia.org/wiki/Funci%C3%B3n_gamma

2.4.c) Bornera y valores exportados para SimRes.

Tiene un único borne en el que se presenta la salida. El borne se publica en el archivo de resultados de simulación con el nombre "Borne[1]".

2.4.c.I) Ejemplo de aplicación:

La Fig.16 muestra una Fuente que genera valores cuya distribución sigue una distribución de Weibull de valor esperado = 8m/s y cte. k = 2 (distribución de Raileigh). La misma podría representar p.ej. la distribución de las velocidades de viento medidas en determinado sitio.

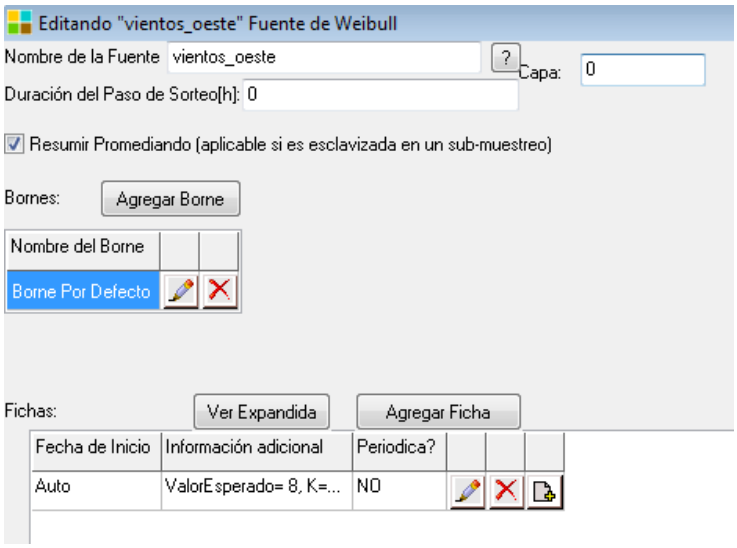


Fig. 16: Ej. Fuente Weibull.

La Fig.17 muestra el formulario correspondiente a una la ficha de parámetros dinámicos.

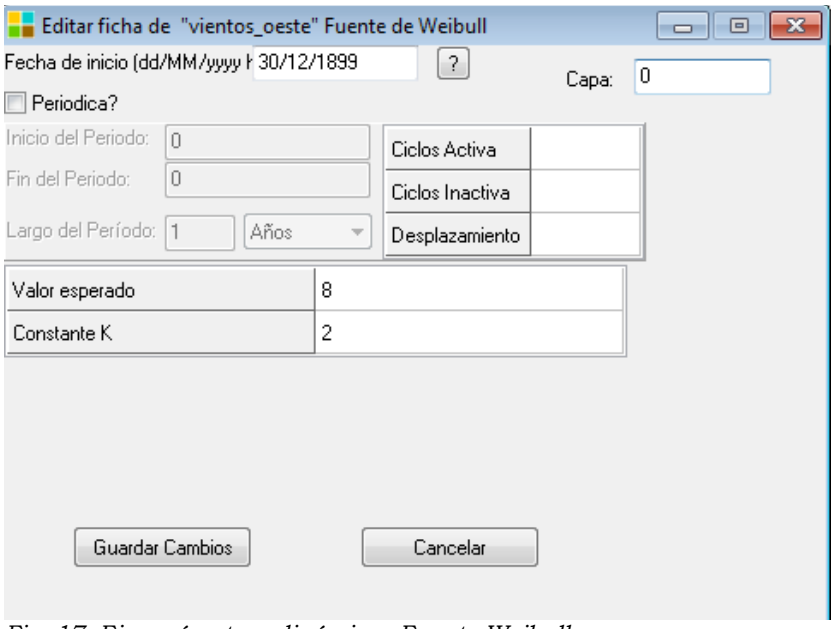


Fig. 17: Ej. parámetros dinámicos Fuente Weibull.

2.5. Fuente de Combinación.

Esta *Fuente* permite **combinar los valores** producidos en dos bornes de otras *Fuentes*, mediante coeficientes de ponderación de los mismos como se esquematiza en la Fig.18.

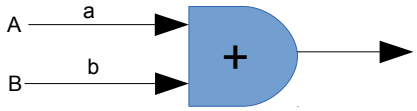


Fig. 18: Fuente Combinación.

2.5.a) Parámetros Estáticos.

Nombre, Capa y Duración del paso de Sorteo.

2.5.b) Parámetros Dinámicos.

a: coeficiente de ponderación del *Borne* A correspondiente a la *Fuente* A.
b: coeficiente de ponderación del *Borne* B correspondiente a la *Fuente* B.

Se deberá especificar las *Fuentes* A y B que se desea combinar y los *Bornes* A y B de éstas que se desea utilizar. El resultado será la combinación lineal ponderada de ambas *Fuentes*: a x Borne A + b x Borne B

2.5.c) Bornera y valores exportados para SimRes.

Tiene un único borne en el que se presenta la salida. El borne se publica en el archivo de resultados de simulación con el nombre "Borne[1]".

2.5.d) Ejemplos de aplicación.

2.5.d.I) Ejemplo 1. (representación costos marginales Brasil)

Un ejemplo real de aplicación de este tipo de fuente ha sido el de modelar los costos marginales de la región Sur de Brasil, dentro del sistema uruguayo a los efectos de representar el comercio internacional. Brasil utiliza tres postes (Patamares) para dividir el paso de tiempo en función de los niveles de carga. En Uruguay usamos cuatro postes. Una forma de poder generar a partir de los 3 postes brasileros los valores para los 4 postes uruguayos que se utilizó fue combinar los valores de los 3 postes para generar los 4 postes con fuentes combinación que tienen en cuenta las relaciones de duración entre los postes.

Los coeficientes a y b darán la ponderación de cada patamar en cada poste, en función de las horas que correspondan de cada patamar en cada poste según su respectiva duración. Los Bornes A y B de las Fuentes A y B serán los resultados que se quiere ponderar por dicha duración (costos marginales por patamar del Mercado Brasileño).

La Fig.19 muestra el formulario principal de una Fuente Combinación que genera los costos marginales para el poste 2 (cmg_2), ponderando los valores de costos marginales operativos de Brasil (CMO) obtenidos de dos fuentes (CMO_Pat1 y CMO_Pat2). Los coeficientes de ponderación a y b vienen dados en este caso por el porcentaje de horas de los Patamares 1 y 2 que corresponden al poste 2 uruguayo.

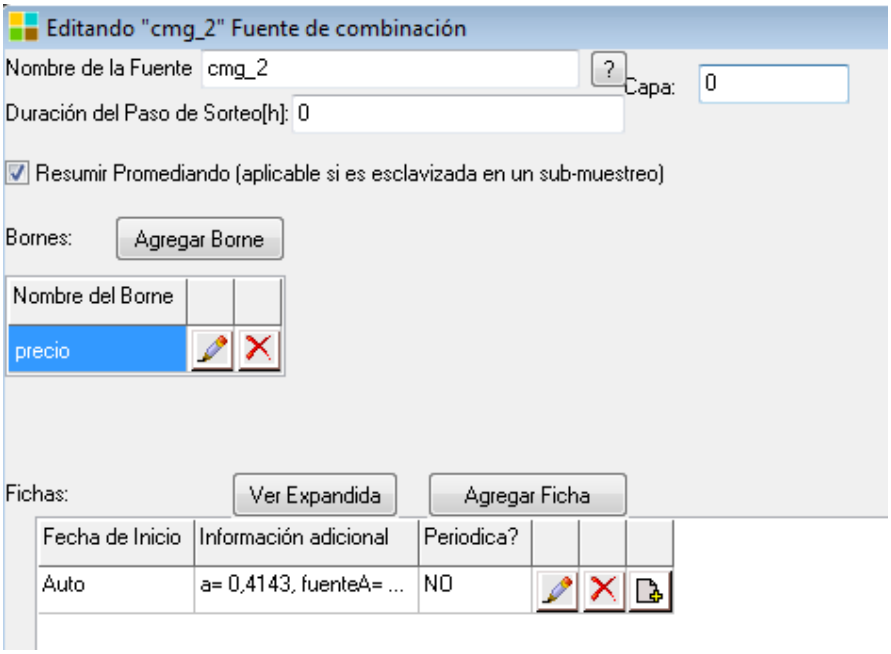


Fig. 19: Ej. Fuente Combinación.

La Fig.20 muestra el formulario correspondiente a la ficha de parámetros dinámicos de este ejemplo.

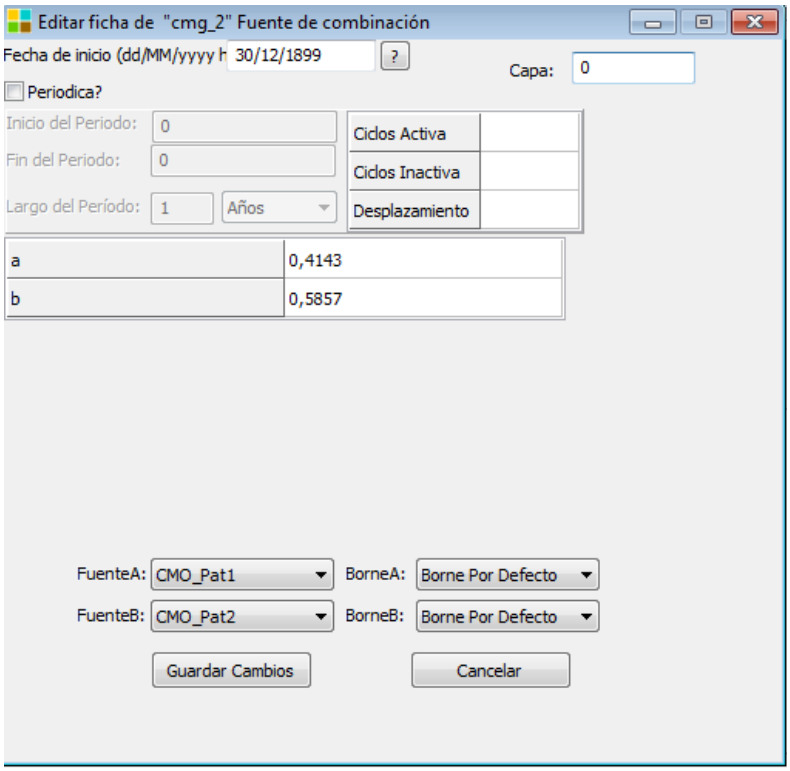


Fig. 20: Parámetros dinámicos de una Fuente Combinación.

2.5.d.II) Ejemplo 2. (paramétrica de precios).

Otro ejemplo de aplicación puede ser cuando se quiere modelar una paramétrica de ajuste de precios. Supongase que se quiere ajustar el pago por energía que se da a la biomasa autodespachada de acuerdo a una paramétrica, en

la que el 35% se ajuste con la variación del WTI y el restante 65% permanezca constante. Puede entonces crearse un índice que represente dicha paramétria para ser utilizado en los actores generadores de biomasa como multiplicador del pago por energía. La Fig.21 muestra el uso en el Actor de Biomasa Autodespachada de la fuente "iBiomasa" que representa la paramétrica.

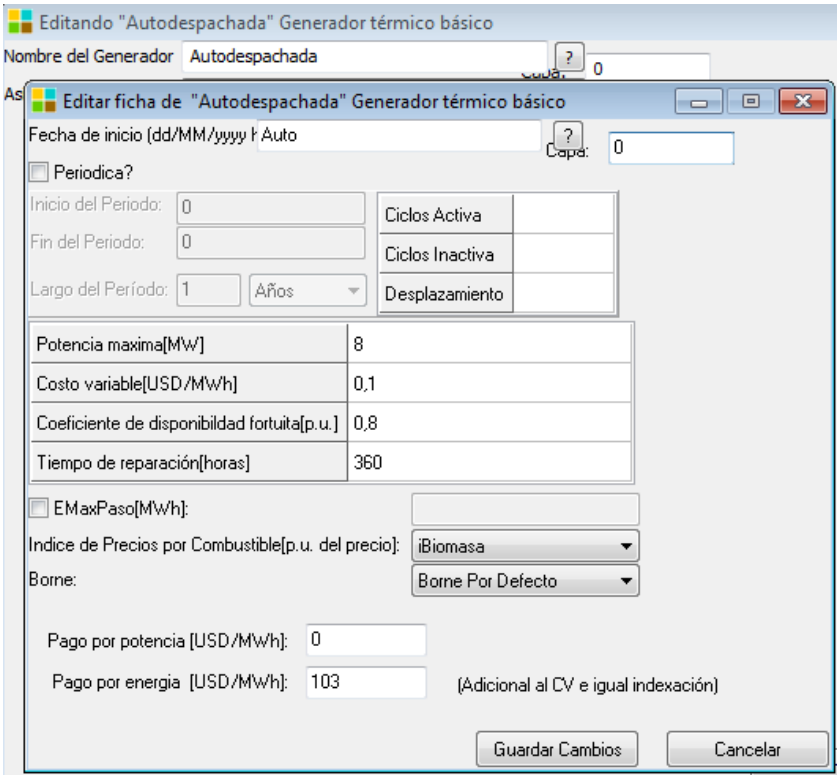


Fig. 21: Fuente como paramétrica de precios.

La Fig.22 muestra una ficha de parámetros dinámicos de la fuente ejemplo "iBiomasa". Como se puede apreciar, se hace una combinación ponderada de la fuente fuente A "Delta_WTI" (que deberá representar un índice de variación del WTI) y la fuente B "Uno" (que deberá ser una fuente Constante con valor de salida 1 fijo). Los coeficientes 0.35 y 0.65 reflejan los pesos respectivos que se le quiere dar al WTI y al valor constante.

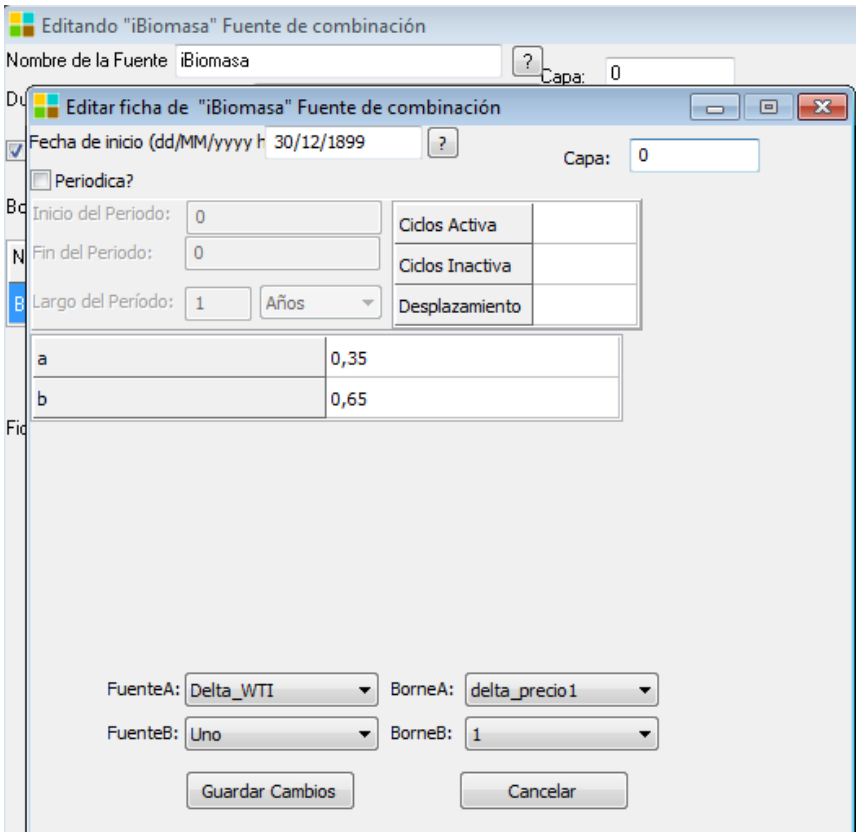


Fig. 22: Parámetros dinámicos del ejemplo "iBiomasa".

2.6. Fuente Producto

La Fuente Producto permite obtener el producto de los valores producidos en dos bornes de otras dos Fuentes, esto es, multiplicar dos Fuentes como se esquematiza en la Fig.23.

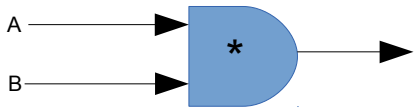


Fig. 23: Fuente Producto.

Se deben especificar los bornes de las Fuentes A y B que se desea multiplicar. El resultado será el producto de ambos bornes.

2.6.a) Parámetros Estáticos.

Nombre, Capa y Duración del paso de Sorteo.

2.6.b) Parámetros Dinámicos.

Fuentes A y B y sus respectivos bornes.

2.6.c) Bornera y valores exportados para SimRes.

Tiene un único borne en el que se presenta la salida. El borne se publica en el archivo de resultados de simulación con el nombre “Borne[1]”.

2.6.c.I) Ejemplo de aplicación:

Como ejemplo de uso ya se había mencionado para el caso de la Fuente Uniforme, que se podría querer disponer de un valor de WTI que incorpore cierta incertidumbre, que resulte del producto del valor actual del WTI con la salida de una Fuente Uniforme que modela dicha incertidumbre.

En la Fig.24 se muestra una fuente producto que genera un valor de WTI, multiplicando las fuentes “WTI_hoy” (Fuente constante) con “Delta_WTI” (Fuente uniforme).

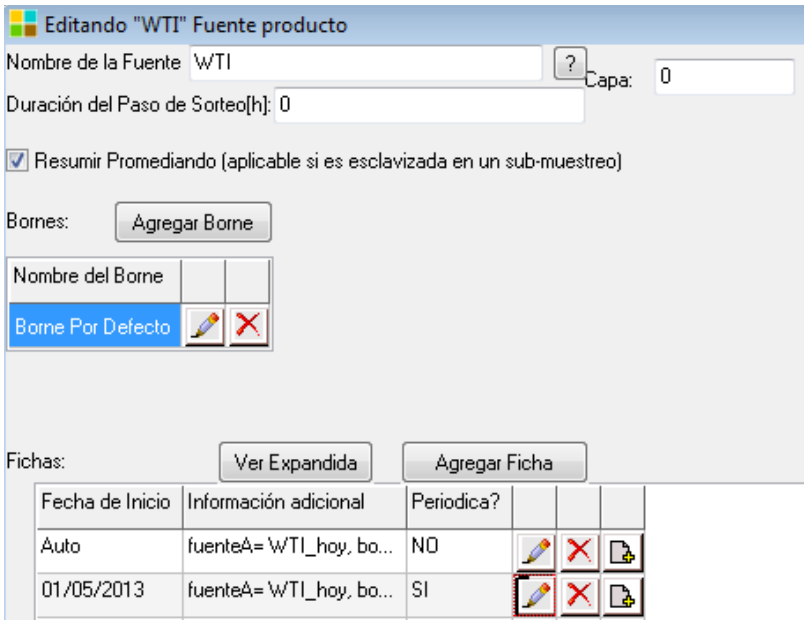


Fig. 24: Fuente WTI como el producto de una constante y un índice de tendencia.

En la Fig.25 se muestra el formulario correspondiente a la ficha de parámetros dinámicos del ejemplo.

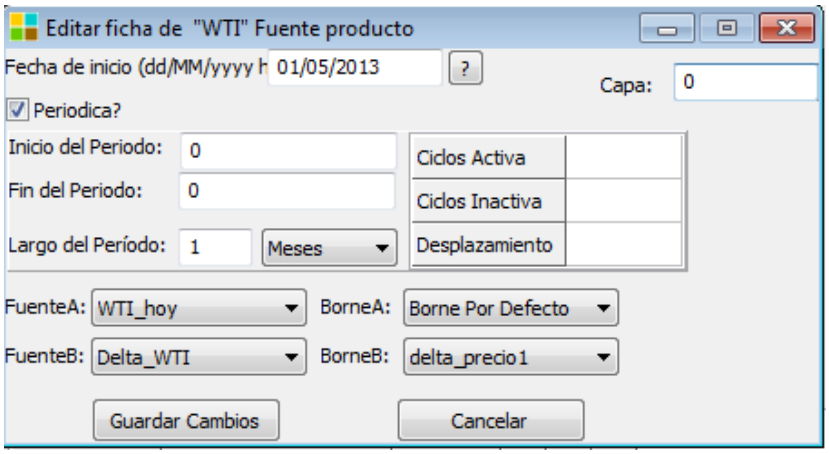


Fig. 25: Ej. parámetros dinámicos de la Fuente Producto.

2.7. Sintetizador CEGH

Las fuentes del tipo "Sintetizador CEGH" sirven para modelar procesos estocásticos multivariables en los que sea necesario representar la correlación entre las variables tanto en forma instantánea como con sus pasados.

El uso de este modelo es esencial a la plataforma SimSEE pues es en base al mismo que es posible modelar fenómenos como los aportes hidráulicos a las represas, las velocidad de viento, la radiación solar, todos estos procesos indispensables para la simulación del sistema de generación del Uruguay.

La sigla CEGH viene de "Correlaciones en Espacio Gaussiano con Histograma". La descripción teórica detrás de los CEGHs no es el objeto de un manual de usuario como este. El lector que requiera [1]profundizar en los aspectos teóricos puede leer el Reporte Técnico .

Para la construcción de un modelo CEGH a partir de series de datos históricos (por ejemplo histórico de caudales a las represas) se debe utiliza el programa "AnalisisSerial" [2] que se suministra con la plataforma SimSEE.

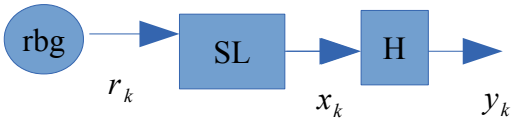


Fig. 26: Modelo CEGH

El esquema de funcionamiento de un sintetizador CEGH es como se muestra en la Fig.26. De izquierda a derecha, se tiene un generador de ruido blanco gaussiano "rbg" que genera un vector r_k con componentes independientes que alimenta un sistema lineal "SL" cuya salida es el vector x_k cuyas componentes están correlacionadas entre si y con el pasado del sistema lineal por efecto del propio sistema. Como las componentes de r_k son gaussianas independientes, las componentes de x_k serán gaussianas (aunque correlacionadas y coloreadas) por la propiedad de los sistemas linales de generar salidas gaussianas cuando son alimentados por ruido blanco gaussiano. Finalmente, bloque "H" transforma las gaussianas x_k al vector y_k reproduciendo los Histogramas de amplitudes del proceso que se quiere modelar.

La idea del modelado CEGH, es sencilla, se trata de encontrar la transformación H^{-1} que permita transformar las series de datos usadas para la identificación del modelo a un "mundo gaussiano" y en ese mundo gaussiano identificar el sistema lineal "SL" que cuando es alimentado por ruido blanco gaussiano genera el mismo proceso gaussiano conjunto. Esta identificación es la que realiza el programa AnalisisSerial.

La idea detrás del modelo CEGH es lograr un modelo que sea capaz de generar series con **igual histograma** que las series originales y **manteniendo las funciones de correlación** entre las series y de las series consigo mismas.

2.7.a) Parámetros Estáticos.

En la Fig.27 se muestra un ejemplo de formulario principal de una Fuente Sintetizador. Como se puede apreciar, existe un casillero para especificar el Nombre de la Fuente.

El archivo que contiene el modelo CEGH (generado a partir de la aplicación Analisisserial) se especifica en la parte superior en el renglón "Archivo de Datos" y puede seleccionarse mediante el botón "Buscar" que está a la derecha.

Automáticamente, al cargar el archivo CEGH se completan los casilleros "Duración del Paso de Sorteo" y "Tipo de esclavización". En el ejemplo de la Fig.27, como la duración del Paso de Sorteo coincide con el Paso de Simulación (fijado por la Sala) no hay esclavización de la Fuente.

Continuando con los parámetros se tiene la tabla de pronóstico. Esta tabla permite incorporar un pronóstico para sesgar la estadística al inicio del Horizonte que es dónde se puede tener información adicional a la captada en la identificación a partir de las series históricas. Básicamente el pronóstico permite definir una GUIA de probabilidad 50% para las salidas del modelo y un atenuador de la varianza de la salida. La cantidad de pasos en que actúa la guía y la velocidad con que se pasa de los valores sesgados por el pronóstico al modelo basado sobre la información histórica se regula con los parámetros NPPC; NPLC; NPSA y NPAC como se describe más adelante con un ejemplo. El botón "Calibrar Cono" permite visualizar gráficamente el resultado del pronóstico introducido y además realiza un calibrado de parámetros que se guarda en la sala para luego ser utilizados.

Si se marca "Simular con datos Históricos" se deberá especificar el archivo con las series históricas a utilizar en el casillero adjunto. Con el botón "Buscar" a la derecha del referido casillero se abre un explorador que le permitirá seleccionar el archivo.

El casillero "Sincronizar Con Históricos" es raramente usado y significa que el Horizonte de la Sala está incluído dentro del horizonte cubierto por los datos históricos y que se prentende que la simulación se sincronice con el tramo de datos correspondiente. Esta funcionalidad se incorporó para poder reproducir un tramo concreto de la historia y chequear cuál podría haber sido el comportamiento del sistema.

Las series históricas solo tienen aplicación sobre la etapa de Simulación. Sobre la etapa de Optimización siempre se utiliza el modelo CEGH.

Por último al final del formulario de la Fig.27 se puede especificar otro archivo de modelo CEGH para ser utilizado sólo en la etapa de Optimización en lugar del archivo especificado en la parte superior del formulario. Esta funcionalidad se incorporó para poder calcular una Política de Operación (cálculo que tiene lugar durante la Optimización) con un modelo dado de un proceso estocástico y luego poder realizar la simulación con otro modelo, como forma de estimar el beneficio de mejorar la información de un modelo. Si se quiere leer un ejemplo de aplicación ver [3].

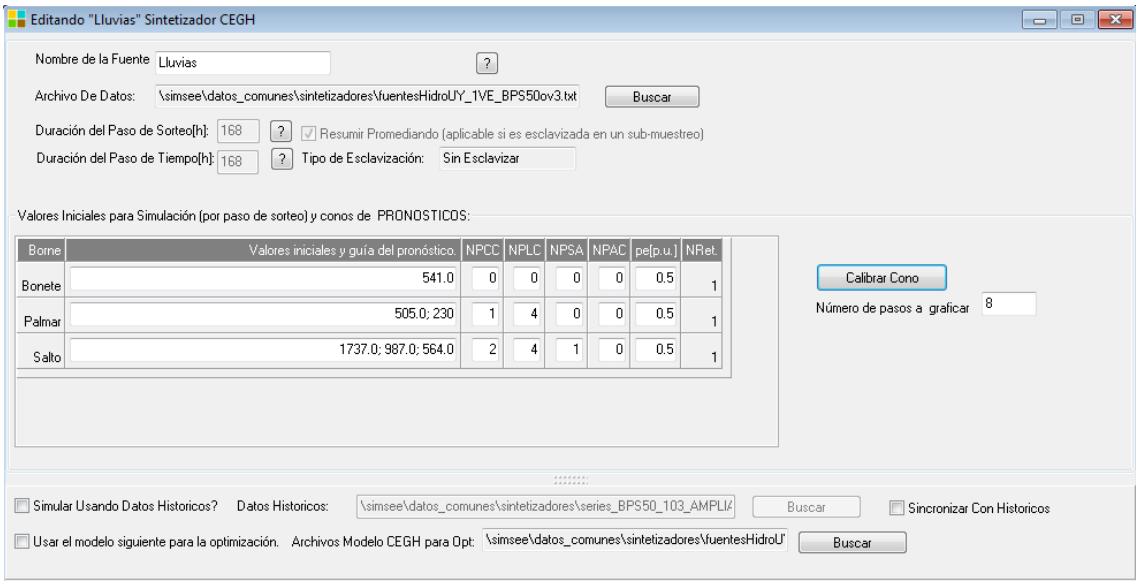


Fig. 27: Formulario de Fuente Sintetizador CEGH.

2.7.b) Valores Iniciales para Simulación y cono de PRONOSTICOS

Como ya se mencionó, es posible especificar un "Cono de pronósticos". El mismo incluye una fila para cada borne de salida de la fuente Sintetizador CEGH. La primer columna **"Borne"** contiene los nombres de los bornes de salida de la fuente. La segunda columna **"Valores iniciales y guía del pronóstico"** es un array de números separados por ";" (punto y coma). Los valores iniciales allí especificados serán utilizados en cada paso de sorteo de la fuente (no debe confundirse con el paso de tiempo de la Simulación que puede ser diferente, como ya se explicará).

Se deberán especificar para cada salida del modelo **como mínimo** tantos valores iniciales como pasos de tiempo de retardo tenga el modelo (memoria del modelo) a efecto de poder inicializar el filtro lineal. La última columna "**NRet**" especifica el número de retardos e indica por tanto cuantos valores son necesarios para inicializar el estado del modelo CEGH.

Si se introducen más valores que los **NRet** necesarios para fijar el estado incial del sistema lineal, los mismos serán utilizados para fijar en la simulación los siguientes valores de las salidas, esto es, servirán de guía para un **"cono de pronósticos"**. Los parámetros **NPCC, NPLC, NPSA y NPAC** determinarán la forma de ese cono (ver fig.2.7.1 a continuación).

Los parámetros para el cálculo de sesgos y atenuadores son los valores iniciales adicionales introducidos como "**guía del pronóstico**", así como los parámetros **NPCC, NPLC, NPSA y NPAC**. NPCC y NPLC son parámetros que determinan la forma de calcular la mediatriz del cono de la dinámica. NPSA y NPAC son parámetros que determinan la forma de calcular la apertura del cono de la dinámica. Los mismos se detallan a continuación:

- **"Guía del Pronóstico":** son los valores iniciales especificados adicionalmente a los necesarios para inicializar el filtro, que fijarán la "mediatriz" del

CONO de evolución dinámica de cada canal de salida. Por defecto esa mediatriz corresponde al valor con probabilidad de excedencia 50% de la trayectoria de cada canal. Para futuras versiones de SimSEE se prevé poder fijar en la columna **"pe[p.u.]"** otro valor diferente de 0.5 pero por ahora es fijo=0.5.

- **"NPCC":** Número de Pasos de Control del Cono. Durante esta cantidad de pasos, se obliga a la mediatriz del cono a seguir los valores de la guía. El valor de NPCC deberá ser igual a la cantidad de valores iniciales especificados en forma adicional a los requeridos por los retardos del filtro.
- **"NPLC":** Número de Pasos de Liberación del Cono. Es la cantidad de pasos, a contarse luego de transcurridos los NPCC, en que el sesgo de cada canal pasará del valor en que quedó hasta llegar a cero. La extinción del sesgo es lineal.
- **"NPSA":** Número de Pasos Sin Apertura. Esto permite indicar al inicio del cono la cantidad de pasos "deterministas", o sea durante cuantos pasos se considera que el pronóstico es un determinismo. Durante estos pasos el cono de la dinámica es una curva sin apertura y los "atenuadores del ruido" son nulos. El valor de NPSA deberá ser menor o igual al valor de NPCC.
- **"NPAC":** Número de Pasos de Apertura del Cono. Es la cantidad de pasos en que se pasarán los "atenuadores de ruidos" del valor CERO al valor 1.

El bótón "**Calibrar Cono**" ubicado a la derecha del cuadro de "Valores iniciales" realiza el cálculo de los sesgos y atenuadores y dibuja para cada canal de salida el resultado. A los efectos de determinar la ventana de tiempo a graficar se debe especificar en el casillero el "**Número de pasos a graficar**".

2.7.c) Parámetros Dinámicos.

Las Fuentes Sitentizador CEGH no tienen parámetros dinámicos.

2.7.d) Bornera y valores exportados para SimRes.

Tiene un único borne en el que se presenta la salida. El borne se publica en el archivo de resultados de simulación con el nombre "Borne[1]".

2.7.e) Ejemplos de aplicación:

Como ejemplo la Fig.28 muestra el formulario de una Fuente Sintetizador de los caudales medios semanales a las represas de Bonete, Palmar y Salto. Se tendrá entonces 3 series correlacionadas entre si y con sus pasados en 3 Bornes de salida.

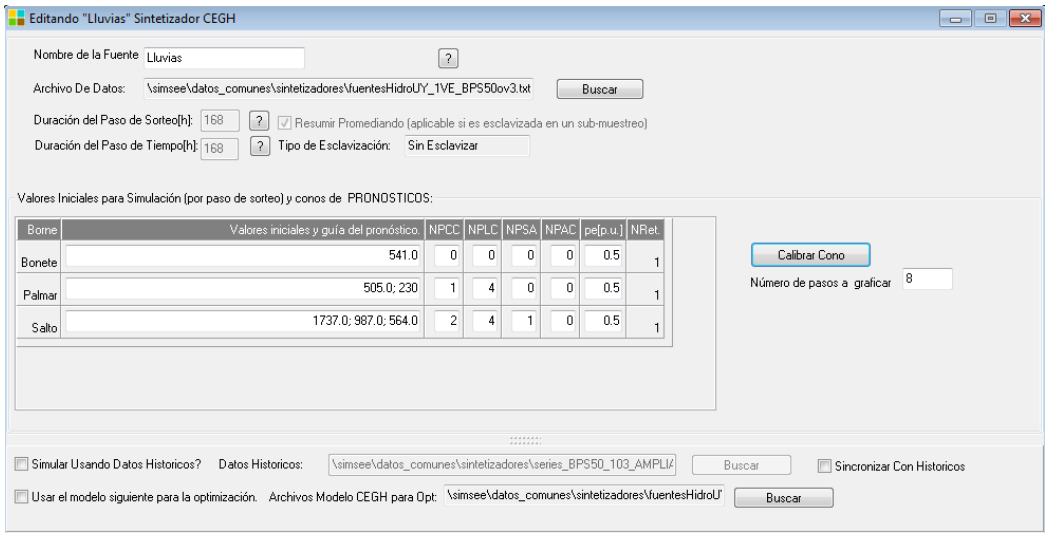


Fig. 28: Ejemplo - Caudales medios semanales - Bonete, Palmar y Salto

En los 3 bornes de salida la Fuente Sintetizador CEGH pondrá a disposición de las Entidades que la utilicen (en este caso Generadores Hidráulicos) valores que representan el caudal medio semanal en m^3/s . El paso de sorteo de la fuente es semanal y si la misma se utiliza en una corrida de paso semanal (como la mostrada en la captura de pantalla) la misma no será esclavizada.

En el ejemplo mostrado se especificó un solo valor inicial para el primer borne "Bonete" (solo el necesario para inicializar el filtro), un valor adicional para el segundo borne "Palmar" y 2 valores adicionales para el restante borne "Salto". Es posible observar el "cono de pronósticos" correspondiente a la trayectoria inicial especificada, mediante el botón "Calibrar cono". Si por ejemplo elegimos graficar los primeros 8 pasos, siendo el paso de simulación semanal (por lo que los 8 pasos representan aprox. 2 meses). Presionando el botón "Calibrar Cono" se realiza una mini-simulación de 100 crónicas que se utiliza para graficar en una pantalla gráfica diferente para cada borne el cono de probabilidad de los valores del borne. En la Fig.29 se muestra la captura de la pantalla correspondiente a l borne "Salto" del ejemplo.

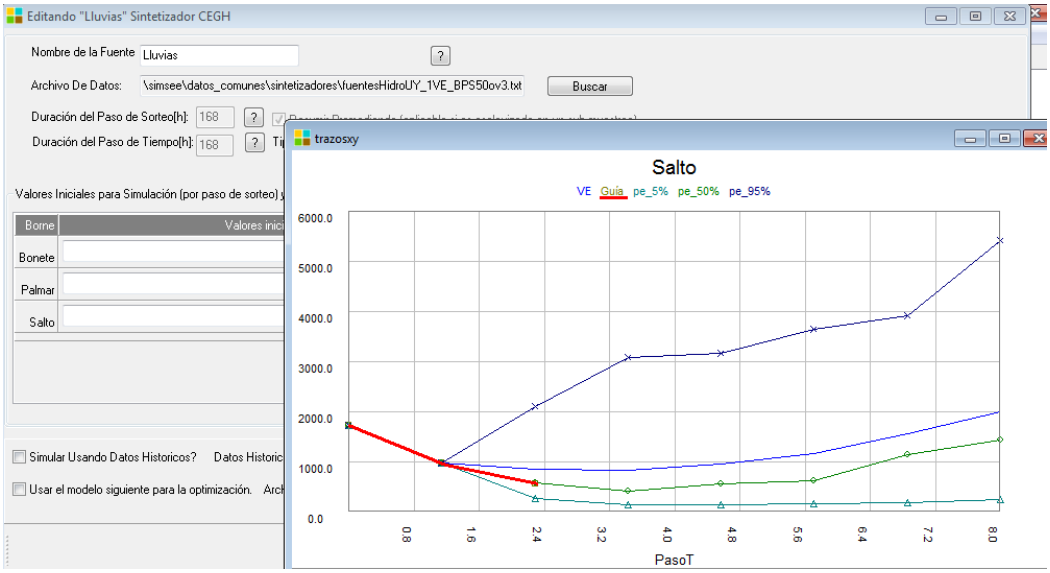


Fig. 29: Ej. de Calibrar Cono - Borne Salto.

Puede observarse que en el gráfico se muestra el Valor Esperado ("VE", curva azul), la Guía especificada mediante los valores iniciales de pronósticos ("Guia", curva roja), y las trayectorias correspondientes a una probabilidad de excedencia del 5%, 50% y 95%: La curva "pe_50%" representa la mediatriz del cono, la mitad de los valores sorteados se encontrarán por encima y la otra mitad por debajo, mientras que las curvas "pe_5%" y "pe_95%" representan los cortes de probabilidad del cono que dejan el 5% de los valores por debajo y el 5% de los valores por encima del cono. O dicho de otra forma, entre ambas curvas estarán el 90% de los valores posibles.

Puede verse que el cono recién se abre a partir del segundo paso de sorteo, dado que se especificó un valor inicial a efectos de inicializar el filtro (1737 m3/s), y luego dos valores iniciales adicionales (967 y 564 m3/s, NPCC=2) que conforman la guía para el "cono de pronósticos"; para el mismo se especificó un solo paso determinístico (NPSA=1) por lo que puede verse que "respeta" el valor 967 m3/s y solo a partir de éste valor se abrirá el cono de incertidumbre. Ya para el tercer valor (no determinístico) la curva de VE (en azul) se separa de la curva Guía (curva roja) que lo incluye (la Guía pasa por 564 m3/s mientras que el VE resulta superior). Como NPLC=4, le llevará 4 pasos adicionales "liberar" el cono, esto es, extinguir el sesgo introducido mediante el pronóstico.

La Fig.30 muestra la gráfica correspondiente para el borne "Palmar". Se observa que el cono se abre ya desde el primer paso, consistente con no haber especificado ningún paso determinístico (NPSA=0). Ya en el segundo paso de sorteo la curva de valor esperado (VE, en azul) se separa de la curva de la Guía (en rojo) que indicaba un valor de 230 m3/s, mientras que el VE resultó superior. Al igual que en el caso anterior se especificaron 4 pasos para la gradual extinción del sesgo (NPLC=4), el cual ya se extinguió entonces a partir del paso 7.

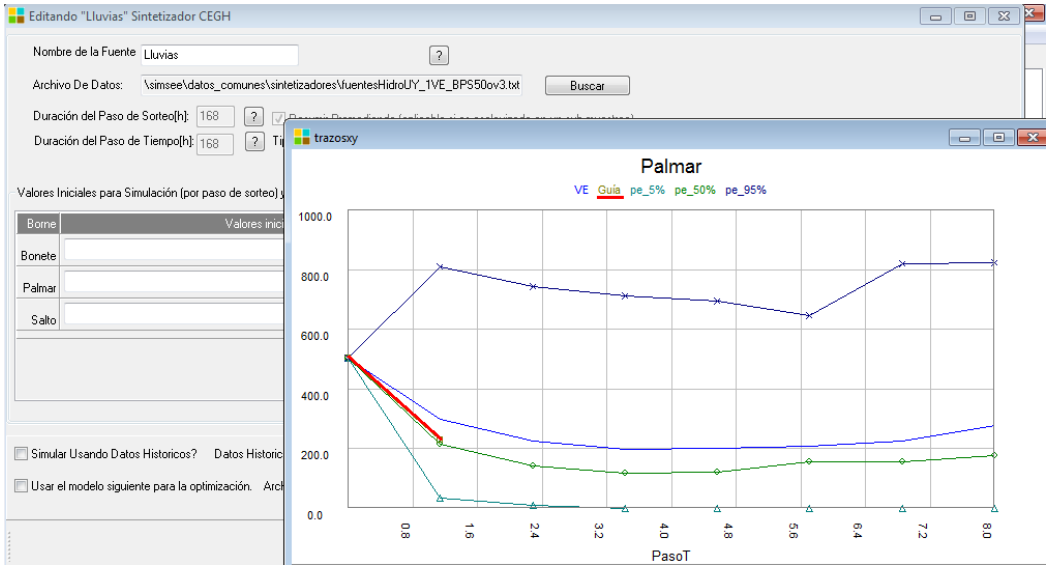
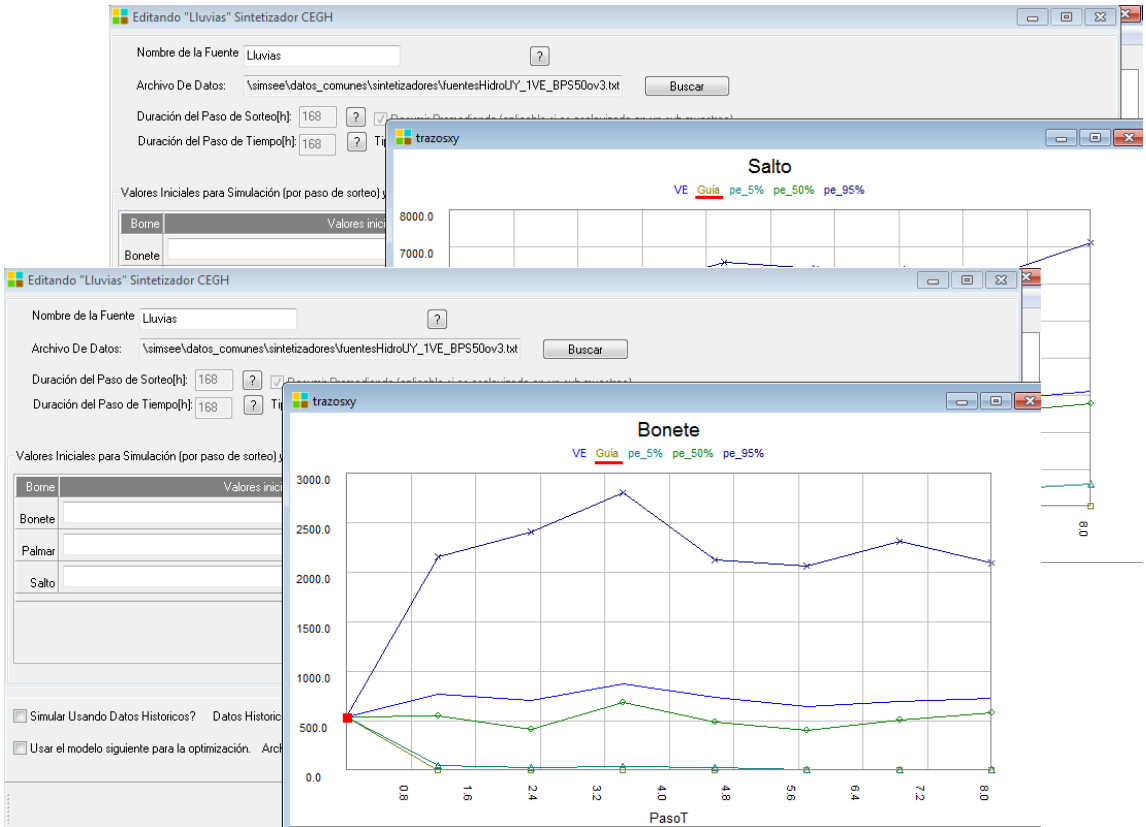


Fig. 30: Ej. de Calibrar Cono - Borne Palmar

Por último, la Fig.31 muestra la gráfica correspondiente al borne “Bonete”. No se especificó ningún sesgo y el cono se abre ya desde el primer paso. No se especificaron valores de guía (NPCC=0) y por tanto no hay valores determinísticos (NPSA=0) ni de liberación de cono (NPLC=0). En este caso, sólo el estado inicial del la serie es especificado. Tengase en cuenta que si bien en esta serie no se introdujo pronóstico, dado que el modelo CEGH correlaciona las series entre si, los pronósticos especificados en las otras series tienen influencias sobre Bonete también.

En las Figs 32 y 33, se muestran sobre el mismo ejemplo, las gráficas resultantes si no se especifica ningún pronóstico para ninguna de las series. Solamente se especifica el estado inicial, por lo que las gráficas representan la evolución del proceso estocástico tal como fue capturado en la representación del modelo CEGH es decir con la información de la dinámica histórica, sin agregados de información de pronóstico.



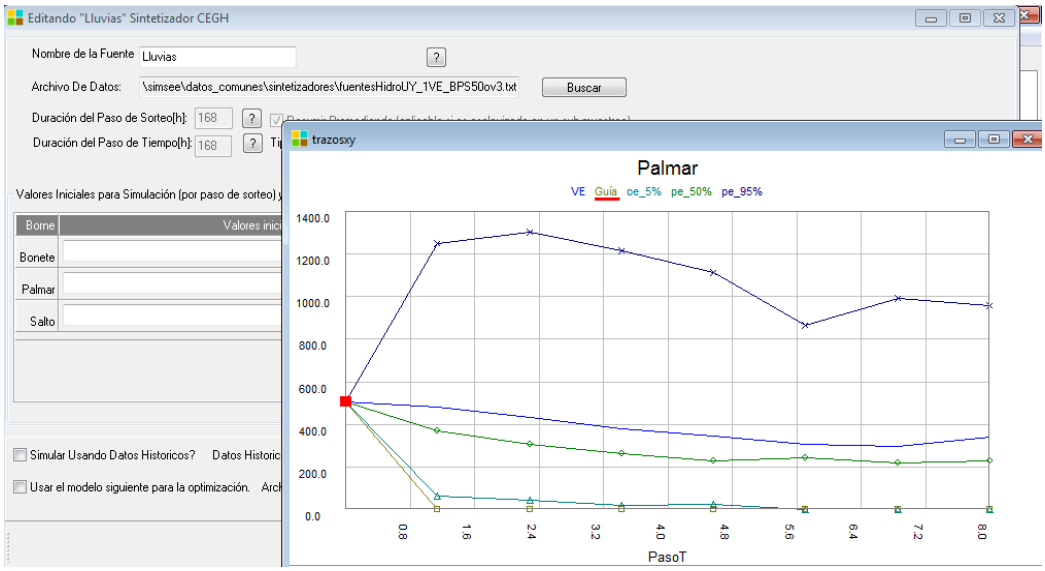


Fig. 33: Ej. Evolución de Palmar sin pronósticos.

Comparando las Figs. 29 y 30 con las Figs. 32 y 33 se puede apreciar como la información del pronóstico "afina y sesga" el cono de la salida del proceso estocástico.

En el caso del CEGH utilizado en el ejemplo se tiene que el mismo especifica una variable de estado reducida (ver. [1] para detalles sobre la reducción de estados). Esta variable es graficada también como resultado de presionar el botón "Calibrar Cono". En este ejemplo la ventana gráfica se muestra en la Fig.34. Como se aprecia, en esta solo se muestran las curvas VE, pe_5%, pe_50% y pe_95% (no existe el concepto de "Guía").

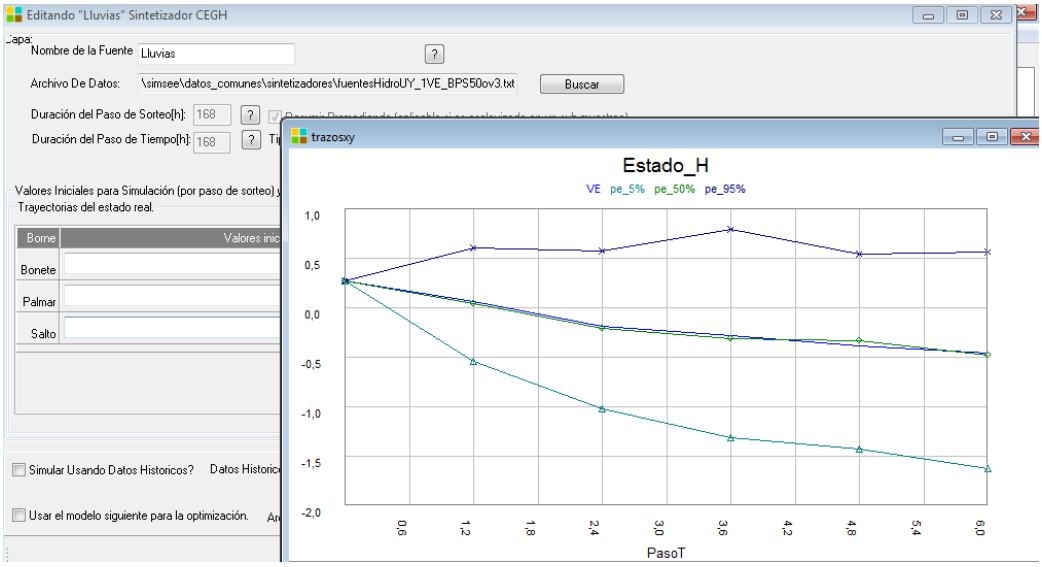


Fig. 34: Ej. Evolución del estado reducido H.

En el ejemplo se utilizó el sintetizador "fuentesHidroUY_1VE_BPS50ov3.txt". El mismo define una "reducción del estado" de dimensión 3 (estado real del CEGH, dado por los 3 caudales de aporte) a 1.

Para detalles sobre los fundamentos del modelo CEGH ver [1]. Para detalles sobre el programa “AnalisisSerial” para la identificación de series de datos y creación de archivos con el modelado CEGH usable por SimSEE, ver [2].

2.8. Fuente de tiempo

Esta Fuente genera el valor en horas transcurridas desde un instante dado que el usuario puede especificar. Es decir genera la distancia en horas entre el paso de simulación/optimización actual y un "mojón temporal" especificado.

2.8.a) Parámetros Estáticos.

Nombre, Capa y Duración del paso de Sorteo.

2.8.b) Parámetros Dinámicos.

FechaInicial. Es la fecha a la que se mide la distancia en horas.

2.8.c) Bornera y valores exportados para SimRes.

Tiene un único borne en el que se presenta la salida. El borne se publica en el archivo de resultados de simulación con el nombre "Borne[1]".

2.8.d) Ejemplo de aplicación:

Esta *Fuente* permite disponer de un contador de horas que podría usarse p.ej. para contar las horas de operación desde la entrada en servicio de un generador, calcular valores acumulados de energía y su costo asociado dividido las horas que estuvo en funcionamiento.

En la Fig.35 se muestra una Fuente Tiempo que cuenta las horas transcurridas desde el inicio de la Simulación, en una corrida de paso semanal.

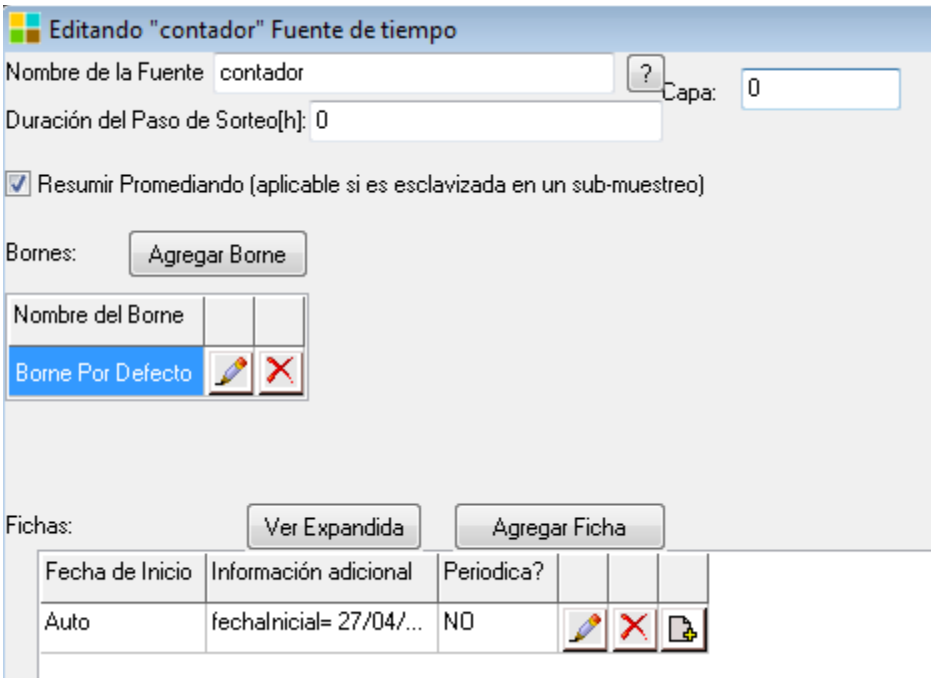


Fig. 35: Ej. Formulario Fuente Tiempo.

La Fig.36 muestra la ficha de parámetros dinámicos de la Fuente Tiempo del ejemplo. El valor "27/04/2013" es desde dónde se medirán las distancias al paso de simulación/optimización.

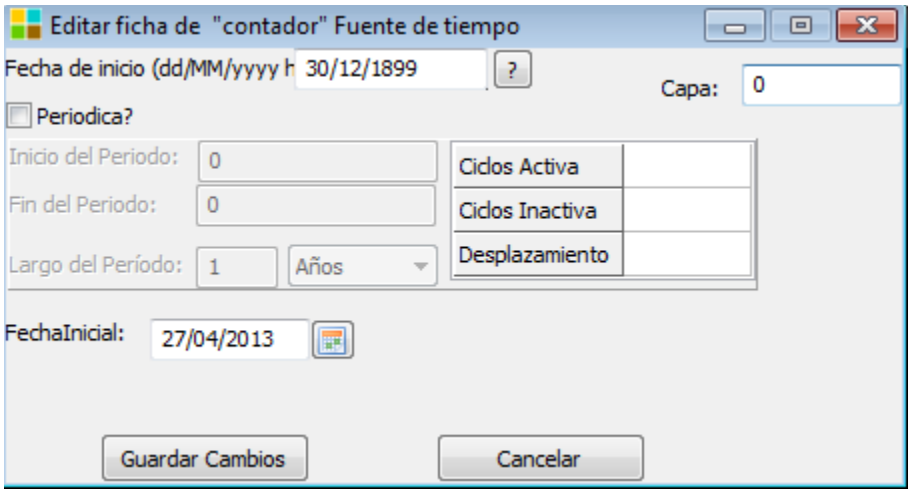


Fig. 36: Ej. Ficha parámetros dinámicos Fuente Tiempo.

2.8.d.I) Valores exportados en el archivo de salida *SimRes*:

En la Fig.37 se muestran los valores exportados por la Fuente del ejemplo en una corrida de paso semanal, para los primeros pasos de la primer crónica de la simulación.

CRONICA:	1	
-	-	contador
-	-	-
-	-	Borne[1]
Paso	FechaInicioDelPaso	0
1	27/04/2013	0
2	04/05/2013	168
3	11/05/2013	336
4	18/05/2013	504
5	25/05/2013	672
6	01/06/2013	840
7	08/06/2013	1.008
8	15/06/2013	1.176
9	22/06/2013	1.344
10	29/06/2013	1.512

Fig. 37: Ej. salida de Fuente Tiempo.

Se observa que el contador marca que al inicio del 2º paso de la simulación transcurrieron 168 horas, al inicio del 3er paso 336 horas, y así sucesivamente.

Si en la ficha de parámetros dinámicos se hubiera especificado la FechaInicial “20/05/2013” que es mayor a la fecha de inicio de la simulación del ejemplo, como se muestra en la Fig.38.

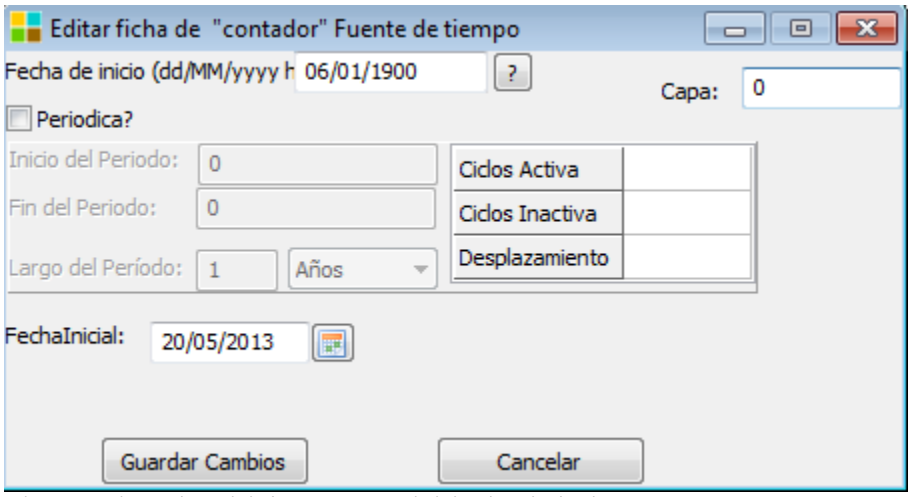
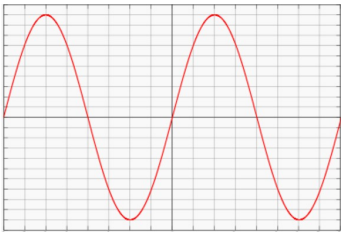


Fig. 38: Ej. FechaInicial mayor que inicio de Simlación.

Como se aprecia en la Fig.39, en los primeros pasos la fuente genera valores negativos hasta pasar la FechaInicial a partir de la cual genera valores positivos.

CRONICA:	1	
-	-	contador
-	-	-
-	-	Borne[1]
Paso	FechaInicioDelPaso	0
1	27/04/2013	-551
2	04/05/2013	-383
3	11/05/2013	-215
4	18/05/2013	-47
5	25/05/2013	120
6	01/06/2013	288
7	08/06/2013	456
8	15/06/2013	624
9	22/06/2013	792
10	29/06/2013	960

Fig. 39: Ej. Salida con FechaInicial > fecha de inicio Simulación.



2.9. Fuente sinusoide

Esta Fuente implementa las funciones seno y coseno aplicables a la salida de otra Fuente.

Parámetros Dinámicos:

- **A:** coeficiente que modula la amplitud de la sinusoide.
- **w:** coeficiente que modula la frecuencia angular de la sinusoide.
- **phi:** coeficiente que indica el desfasaje de la sinusoide.

Se deberá especificar la *Fuente* y su *Borne* que se desea utilizar. Asimismo se deberá seleccionar entre la función seno o coseno. El resultado será el siguiente, según se seleccione la función coseno o seno respectivamente del menú desplegable:

$$A*\cos(w*x-phi) \quad \text{o bien} \quad A*\sin(w*x-phi)$$

Según se haya seleccionado “coseno” o “seno” respectivamente y donde "x" es el valor que toma la Fuente especificada en el borne especificado.

2.9.a.I) Ejemplo de aplicación:

Esta *Fuente* permite disponer de una función de salida sinusoidal, que puede usarse para modelar distintos fenómenos.

En la Fig.40 se muestra una Fuente Sinusoide que modela la función $3*\cos(2*x-\pi/4)$, siendo x la salida de la Fuente Uniforme “circulo” que modela una distribución uniforme en el intervalo $(-\pi,\pi)$.

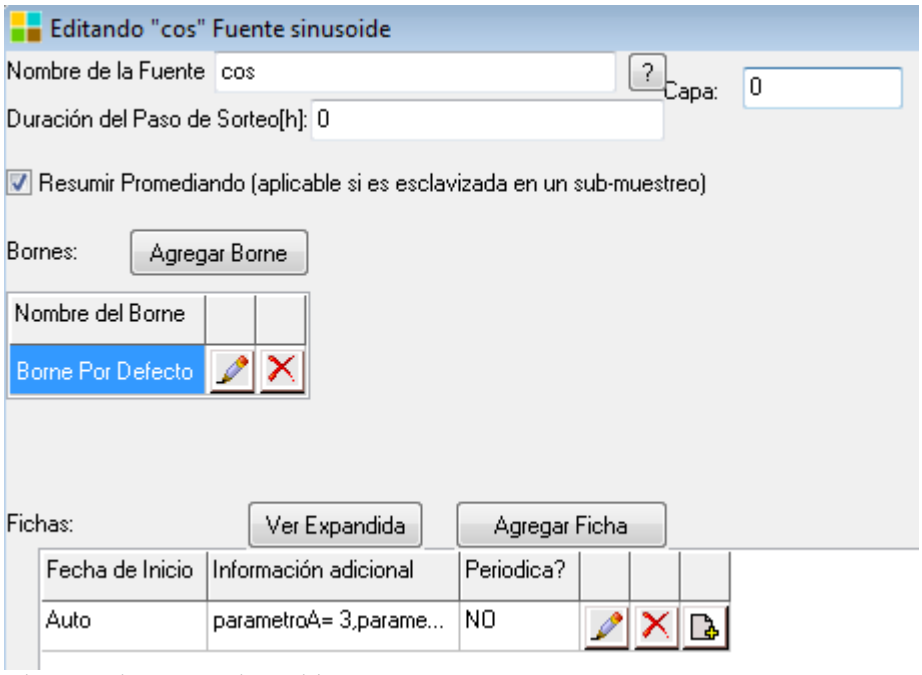


Fig. 40: Ej. Fuente sinusoide.

En la Fig.41 se muestra el formulario correspondiente a la ficha de parámetros dinámicos de la Fuente ejemplo.

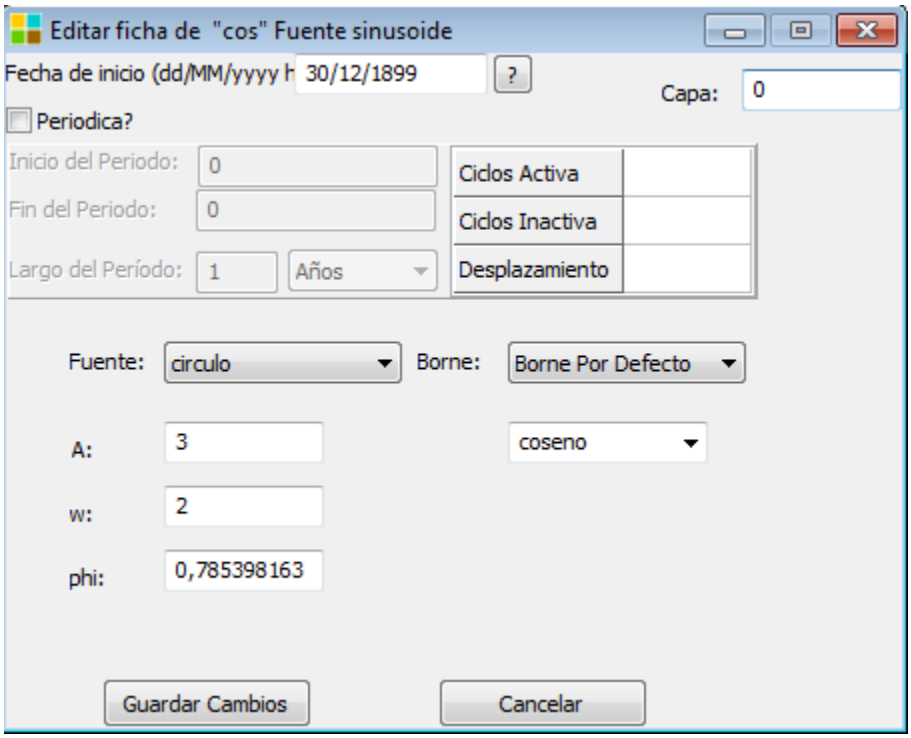


Fig. 41: Ej. Ficha de parámetros dinámicos de Fuente Sinusoide.

2.9.a.II) Valores exportados en el archivo de salida *SimRes*:

En la Fig.42 se muestran los valores exportados por la Fuente del ejemplo, en una corrida de paso horario, para los primeros pasos de la primera crónica de la simulación.

CRONICA:	1		
-	-	circulo	cos
-	-	-	-
-	-	Borne[1]	Borne[1]
Paso	FechaInicioDelPaso	0	0
1	01/01/2014	-2,40	2,32
2	01/01/2014 01:00	2,00	-2,99
3	01/01/2014 02:00	1,28	-0,62
4	01/01/2014 03:00	0,16	2,69
5	01/01/2014 04:00	0,90	1,56
6	01/01/2014 05:00	1,62	-2,31
7	01/01/2014 06:00	-1,02	-2,85
8	01/01/2014 07:00	-0,92	-2,62
9	01/01/2014 08:00	-0,94	-2,67
10	01/01/2014 09:00	2,44	-1,71

Fig. 42: Ej. Salida fuente sinusoide.

La columna “circulo” muestra el borne de salida de la fuente usada como entrada en la Fuente sinusoide. La columna “cos” es la salida de la Fuente. En la Fig.43 se ha graficado ambas columnas para mostrar que la función responde a una sinusoide (con el desfasamiento especificado).

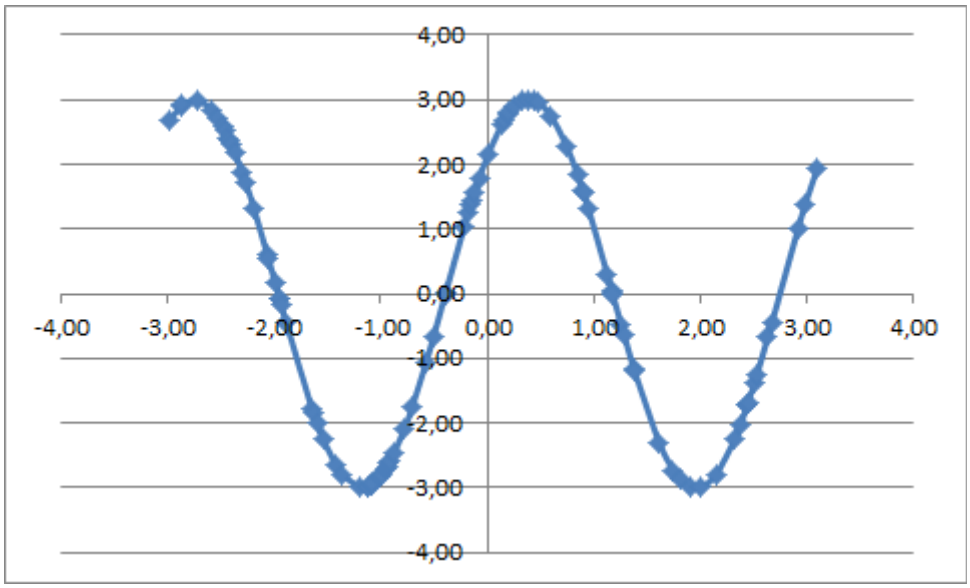
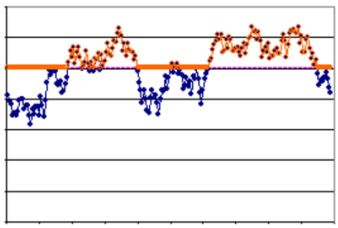


Fig. 43: Gráfica "cos" vs. "círculo".

2.10. Fuente MaxMin



Esta Fuente implementa la funcionalidad de seleccionar el Mínimo o el Máximo entre la salida de una Fuente y un valor prefijado.

Parámetros Dinámicos:

- **Máximo/Mínimo:** valor prefijado que se tomará como referencia para la comparación con el valor de salida de la *Fuente* seleccionada.

Se deberá especificar la Fuente y su Borne que se desea utilizar. Asimismo se deberá seleccionar entre la función Máximo o Mínimo. El resultado será el siguiente, según se seleccione la función mínimo o máximo respectivamente del menú desplegable:

Min (x ; valor) o bien Max (x ; valor)

donde "x" es el valor que toma la Fuente especificada en el borne especificado.

2.10.a.I) Ejemplo de aplicación:

La Fig.44 muestra el formulario de ejemplo para una Fuente MaxMin que modela la función Max(x;3), siendo x la salida de la Fuente “vientos”.

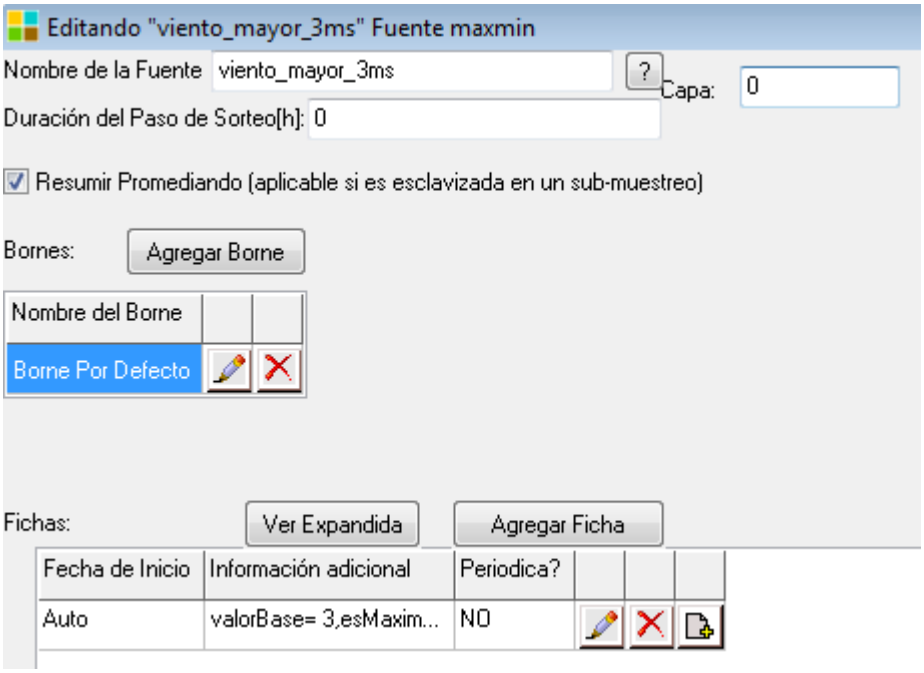


Fig. 44: Ej. Fuente MaxMin.

La Fig.45 muestra el formulario correspondiente a la ficha de parámetros dinámicos de la Fuente ejemplo.

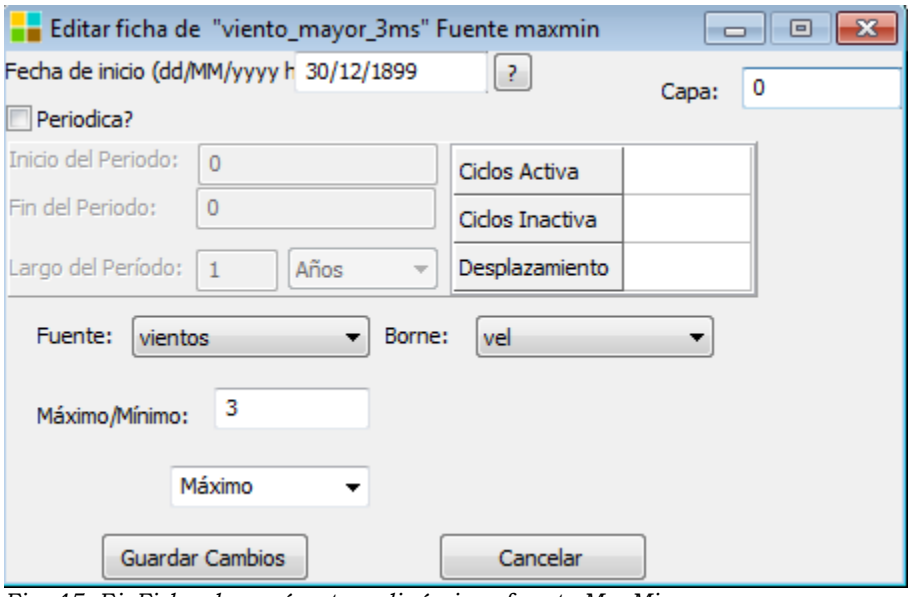


Fig. 45: Ej. Ficha de parámetros dinámicos fuente MaxMin.

2.10.a.II) Valores exportados en el archivo de salida *SimRes*:

La Fig.46 muestra los valores exportados por la Fuente del ejemplo, en una corrida de paso horario, donde la velocidad inicial de viento se fijó en 0, para algunos de los primeros pasos de la primera crónica de la simulación; a la izquierda se muestra la salida de la fuente "vientos".

CRONICA:	1							
-	-	vientos	vientos	vientos	vientos	vientos	vientos	viento_mayor_3ms
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	Borne[3]	Borne[4]	Borne[5]	Borne[6]	Borne[7]	Borne[8]	Borne[1]
Paso	FechaInicioDelPaso	0	0	0	0	0	0	0
9	01/01/2014 08:00	-2,77	0,24	-2,66	0,24	0,00	0,00	3,00
10	01/01/2014 09:00	-2,66	0,24	-2,47	0,80	0,00	0,00	3,00
11	01/01/2014 10:00	-2,47	0,80	-2,49	1,87	0,00	0,00	3,00
12	01/01/2014 11:00	-2,49	1,87	-1,44	5,36	0,00	0,00	3,00
13	01/01/2014 12:00	-1,44	5,36	-1,05	5,92	0,41	0,41	5,36
14	01/01/2014 13:00	-1,05	5,92	-0,50	6,87	0,58	0,58	5,92
15	01/01/2014 14:00	-0,50	6,87	-1,07	5,68	0,88	0,88	6,87
16	01/01/2014 15:00	-1,07	5,68	-1,07	5,52	0,51	0,51	5,68
17	01/01/2014 16:00	-1,07	5,52	-1,16	5,08	0,46	0,46	5,52
18	01/01/2014 17:00	-1,16	5,08	-1,36	4,46	0,35	0,35	5,08

Fig. 46: Ej. salida fuente MinMax.

Puede verse que para los valores de velocidad de viento inferiores o iguales a 3 m/s (en verde, en la columna correspondiente al borne 4 de la Fuente "vientos"). La última columna muestra la salida de la Fuente MaxMin, que copia en su salida (de acuerdo a la configuración mostrada en el ej. de la Fig.45) el máximo entre la salida de la fuente de vientos (borne 4) y el valor 3 introducido como parámetro.

2.11. Fuente Selector

Esta Fuente permite comparar los valores de los bornes de dos Fuentes A y B (entradas) generando un valor de salida que será el valor del borne de la Fuente C en el caso A>B o bien el valor del borne de la Fuente D en el caso A≤B.

Se deberán especificar 4 Fuentes, las dos que se desea comparar y las dos que se seleccionan según el resultado de la comparación y los Bornes que se desean utilizar de cada una de las fuentes. El resultado será el siguiente, según el resultado de la comparación entre las Fuentes A y B.

```
if ( A > B ) then
        salida = C
else
        salida = D;
```

donde A, B, C y D son los valores que toman las 4 Fuentes especificadas en los bornes especificados.

2.11.a.I) Ejemplo de aplicación:

La Fig.47 muestra una Fuente Selector que genera como salida la máxima velocidad de viento entre 2 sitios A y B.

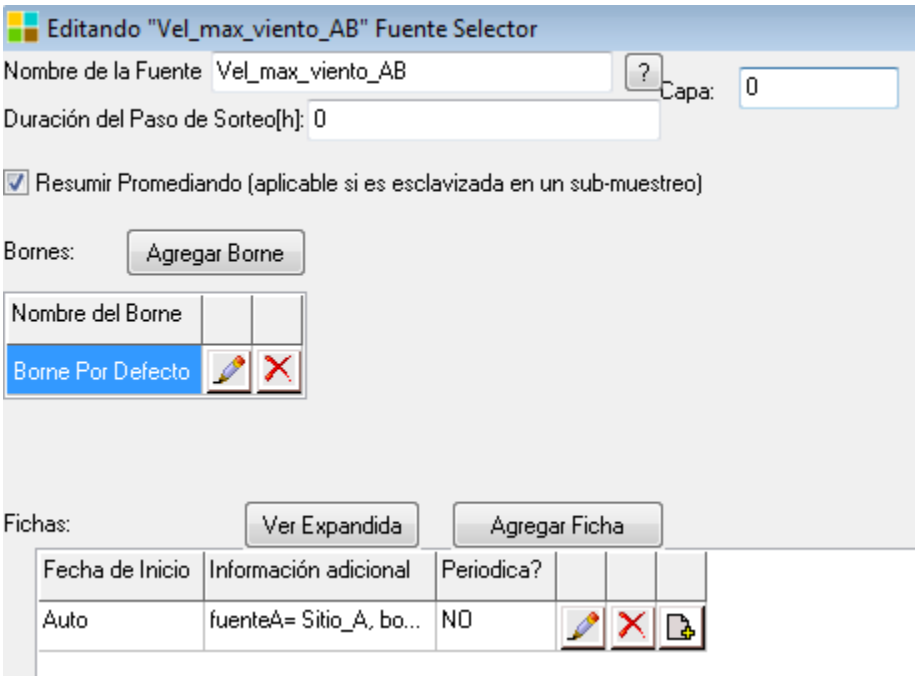


Fig. 47: Ej. Fuente Selector.

En la Fig.48 se muestra el formulario correspondiente a la ficha de parámetros dinámicos del mismo ejemplo.

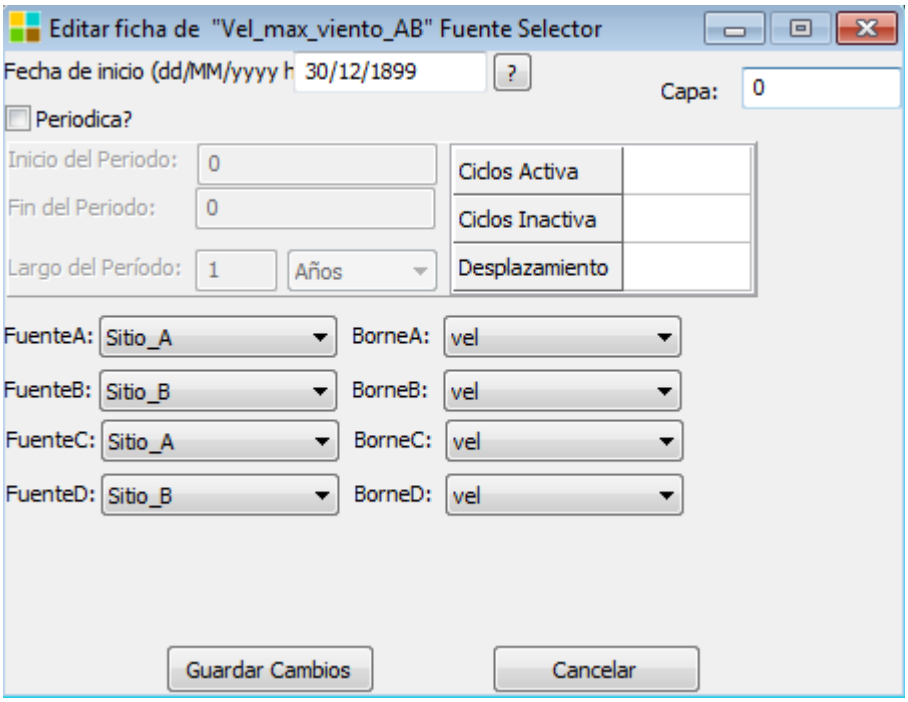


Fig. 48: Ej. Ficha de parámetros dinámicos de Fuente Selector.

2.11.a.II) Valores exportados en el archivo de salida *SimRes*:

Se muestran en la Fig.49 los valores exportados por la Fuente del ejemplo, en una corrida de paso horario. La velocidad inicial de viento en el sitio A se fijó en 10 m/s y en el sitio B se fijó en 15 m/s. A la izquierda se muestra la salida de las fuentes de viento "Sitio_A" y "Sitio_B" y en la última columna la salida de la fuente.

CRONICA:	1								
-	-	Sitio_A	Sitio_A	Sitio_A	Sitio_B	Sitio_B	Sitio_B	Sitio_B	Vel_max_viento_AB
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	Borne[4]	Borne[5]	Borne[6]	Borne[3]	Borne[4]	Borne[5]	Borne[6]	Borne[1]
Paso	FechaInicioDelPaso	0	0	0	0	0	0	0	0
5	01/01/2014 04:00	9,28	1,28	9,14	2,09	11,17	1,79	10,31	11,17
6	01/01/2014 05:00	9,14	1,37	9,60	1,79	10,31	2,34	11,99	10,31
7	01/01/2014 06:00	9,60	1,70	10,58	2,34	11,99	2,23	12,01	11,99
8	01/01/2014 07:00	10,58	2,08	11,88	2,23	12,01	2,27	12,25	12,01
9	01/01/2014 08:00	11,88	2,55	12,95	2,27	12,25	1,09	9,63	12,25
10	01/01/2014 09:00	12,95	1,35	10,34	1,09	9,63	0,54	8,75	12,95
11	01/01/2014 10:00	10,34	1,03	9,84	0,54	8,75	0,24	8,41	10,34
12	01/01/2014 11:00	9,84	0,69	9,32	0,24	8,41	-0,44	7,00	9,84
13	01/01/2014 12:00	9,32	0,69	9,34	-0,44	7,00	-0,59	6,74	9,32
14	01/01/2014 13:00	9,34	1,02	9,88	-0,59	6,74	-0,71	6,45	9,34

Fig. 49: Ej. Resultados Fuente Selector.

Puede verse que los valores de velocidad de viento (borne 4 de las fuentes de viento) son inicialmente superiores en el Sitio B, por lo que los mismos se ob-

servan en la salida de la Fuente Selector “vel_max_viento_AB” (última columna a la derecha, valores en rojo); a partir del paso 10 los mismos resultan superiores en el Sitio B, por lo que son éstos los que ahora se copian en la salida de la Fuente Selector (valores en verde).

2.12. Fuente Selector horario

Esta Fuente permite generar un valor de salida seleccionándolo del valor del borne de un conjunto de hasta 4 Fuentes especificadas, en base a la hora y el tipo de día de inicio del paso de simulación.

El panel “Filtros y horarios” permite especificar hasta 4 Fuentes que se utilizarán y sus bornes, teniendo a la derecha 3 columnas: “Días hábiles” (lunes a viernes), “Días semi feriados” (sábados y feriados no mandatorios) y “Días feriados” (domingos y feriados mandatorios).

El casillero “Usar tipos de día” habilita o deshabilita el uso del tipo de día en base al tipo de día de inicio del paso. Si se encuentra marcado, el filtro de horario será el de la columna correspondiente al tipo de día. Si NO está marcado, se utiliza la columna correspondiente a "Días hábiles" sin importar el tipo de día.

Las 3 columnas a la derecha representan los filtros horarios para días hábiles, semi-feriados y feriados respectivamente. Allí se introduce en cada renglón la/s hora/s de inicio del paso de tiempo para la/s cual/es se quiere que valga la fuente correspondiente a ese renglón; el valor de la fuente seleccionada en el borne especificado será el que se copie en la salida de la Fuente Selector Horario en cada paso de tiempo.

Esto es, en cada paso de tiempo se seleccionará la columna del filtro horario de acuerdo al tipo de día (o la correspondiente a días hábiles si el casillero "Usar tipos de día" está desmarcado) y se busca comenzando desde el primer renglón y hacia abajo en esa columna la hora de inicio del paso. Para el primer renglón en que se encuentre esa hora, se copiará a la salida de la fuente el valor de la fuente y borne especificados en la parte izquierda de ese renglón. Si la hora de inicio del paso no coincide con ninguno de los filtros horarios especificados en la columna, no resulta seleccionada ninguna de las fuentes especificadas y se copia en la salida el "Valor por defecto" que se encuentra al pie de la columna activa.

2.12.a.I) Ejemplo de aplicación:

Un ejemplo posible de uso para esta Fuente puede ser seleccionar de una fuente que modele los costos marginales de Brasil el costo para algunas horas del horario de punta (seleccionándolas, pudiendo ser diferentes según el tipo de día), de modo de tomar éste como base para modelar los precios de exportación, aplicando un valor por defecto para la exportación de excedentes de p.ej. 10 USD/MWh para las restantes horas del día.

En la Fig.50 se muestra una Fuente Selector horario que genera como salida un precio de 10 USD/MWh excepto para las horas de punta seleccionadas, para las cuales lo toma de la fuente CMO_Pat1 que modela los costos marginales del subsistema Brasil Sur en el patamar 1 (poste de punta en el mercado brasileño).

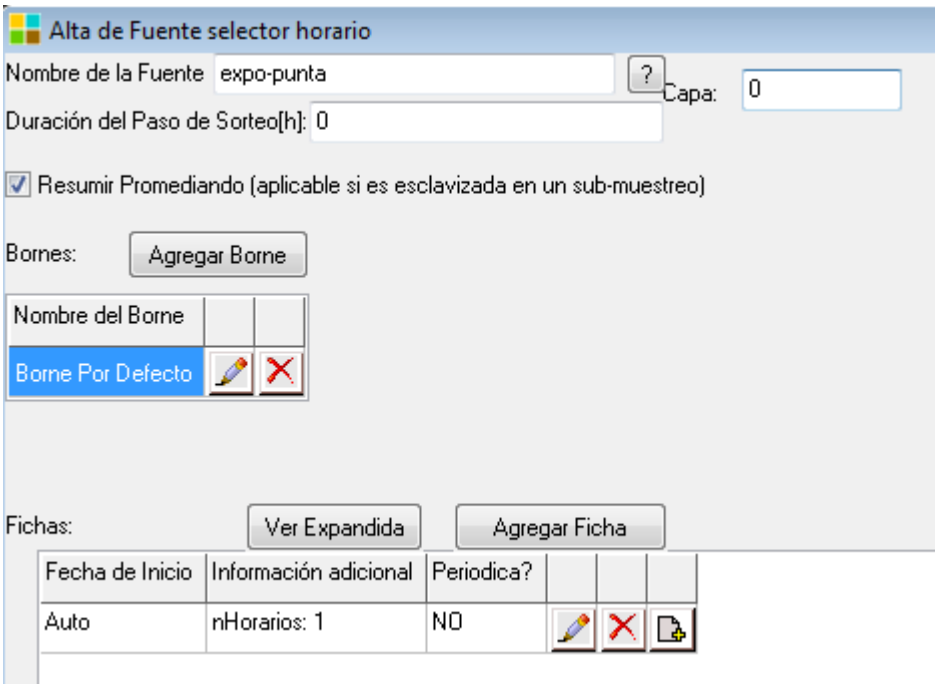


Fig. 50: Ej. Fuente Selector Horario.

En la Fig.51 se muestra el formulario correspondiente a la ficha de parámetros dinámicos de esta Fuente; se especificó la fuente en el lado izquierdo, y las horas dentro del horario de punta seleccionadas (diferentes para cada tipo de día, por lo que se marcó el casillero "usar tipos de día") en las columnas de la derecha, así como el valor por defecto (en el ej. 10 USD/MWh) en la parte inferior "Valor por defecto".

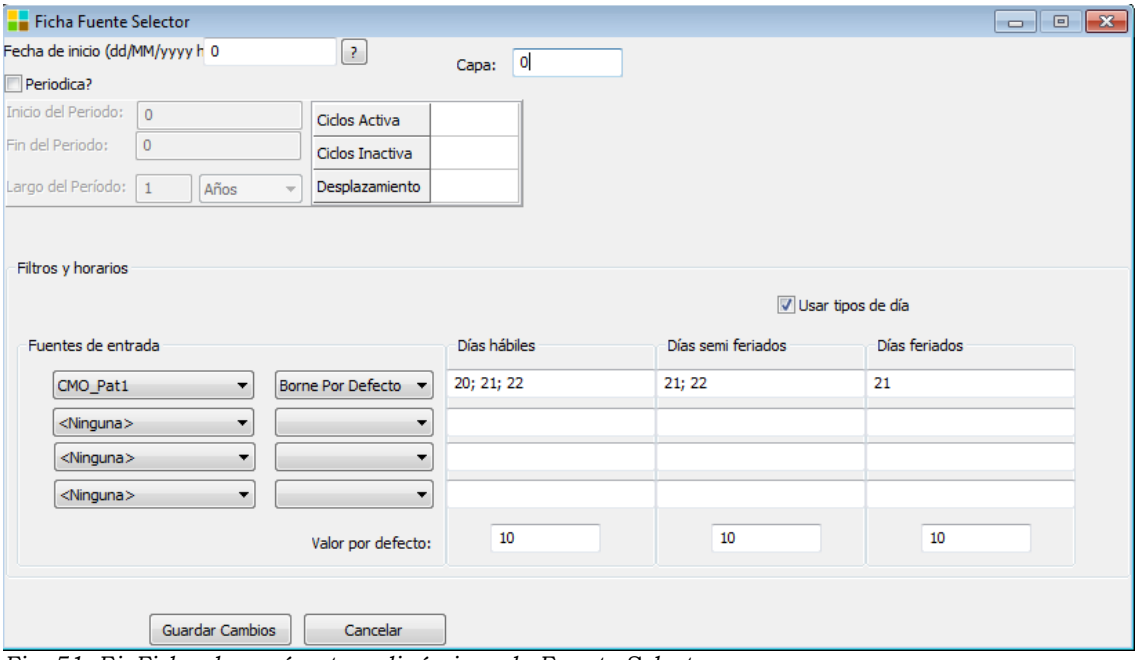


Fig. 51: Ej. Ficha de parámetros dinámicos de Fuente Selector.

2.12.a.II) Valores exportados en el archivo de salida *SimRes*:

En la Fig.52 se muestran los valores exportados por la Fuente del ejemplo, en una corrida de paso horario, donde el valor por defecto se fijó en 10 USD/MWh, para algunos pasos de la segunda crónica de la simulación; a la izquierda se muestra la salida de la fuente de precios "CMO_Pat1".

CRONICA:	2		
-	-	CMO_Pat1	expo-punta
-	-	-	-
-	-	Borne[1]	Borne[1]
Paso	FechaInicioDelPaso	0	0
68	03/01/2014 19:00	13,89	10,00
69	03/01/2014 20:00	13,85	13,85
70	03/01/2014 21:00	13,81	13,81
71	03/01/2014 22:00	13,77	13,77
72	03/01/2014 23:00	13,73	10,00
73	04/01/2014	13,69	10,00
74	04/01/2014 01:00	13,65	10,00
....	....		
92	04/01/2014 19:00	12,94	10,00
93	04/01/2014 20:00	12,90	10,00
94	04/01/2014 21:00	12,87	12,87
95	04/01/2014 22:00	12,83	12,83
96	04/01/2014 23:00	12,79	10,00

Fig. 52: Ej. Salida de Fuente Selector Horario.

Puede verse que la Fuente "expo-punta" exporta en casi todas las horas el valor indicado por defecto (10 USD/MWh); para el día 3/1/2014, al tratarse de un viernes (día hábil) a las horas 20, 21 y 22 copia en la salida los valores correspondientes a la Fuente de precios "CMO_Pat1" (indicados en verde), mientras que para el día 4/1/2014, al tratarse de un sábado (día semi-feriado) copia estos valores solo para las horas 21 y 22, tal como se especificara en la Fuente (valores en rojo).

3.Referencias.

[1]: Ruben Chaer, Fundamentos de modelo CEGH de procesos estocásticos multivariables., 2011,Rporte Técnico, IIE-FING-UDELAR
[2]: Ruben Chaer, Tomo V. Manual de usuario de AnalisisSerial, 2007,Serie Manueales de Usuario SimSEE, IIE-FING-UDELAR
[3]: Ruben Chaer, Rafael Terra, Alvaro Díaz, Juan Zorrilla de San Martín, Considering the information of The Niño 3.4 index in the operation of the electrical system of Uruguay, 2010,International Association for Energy Economics International Conference, 33rd, (IAEE 2010). Rio de Janeiro, Brasil, 6-9 June 2010, page 1--14