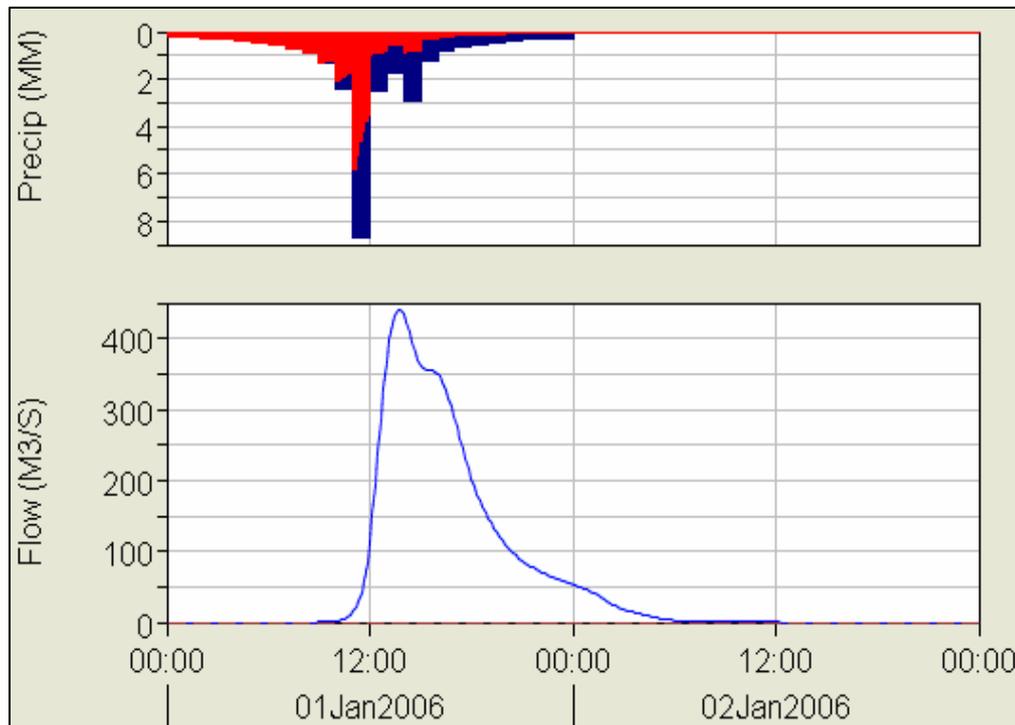


MODELACIÓN HIDROLÓGICA MEDIANTE HEC HMS.



1. Introducción a HEC HMS.

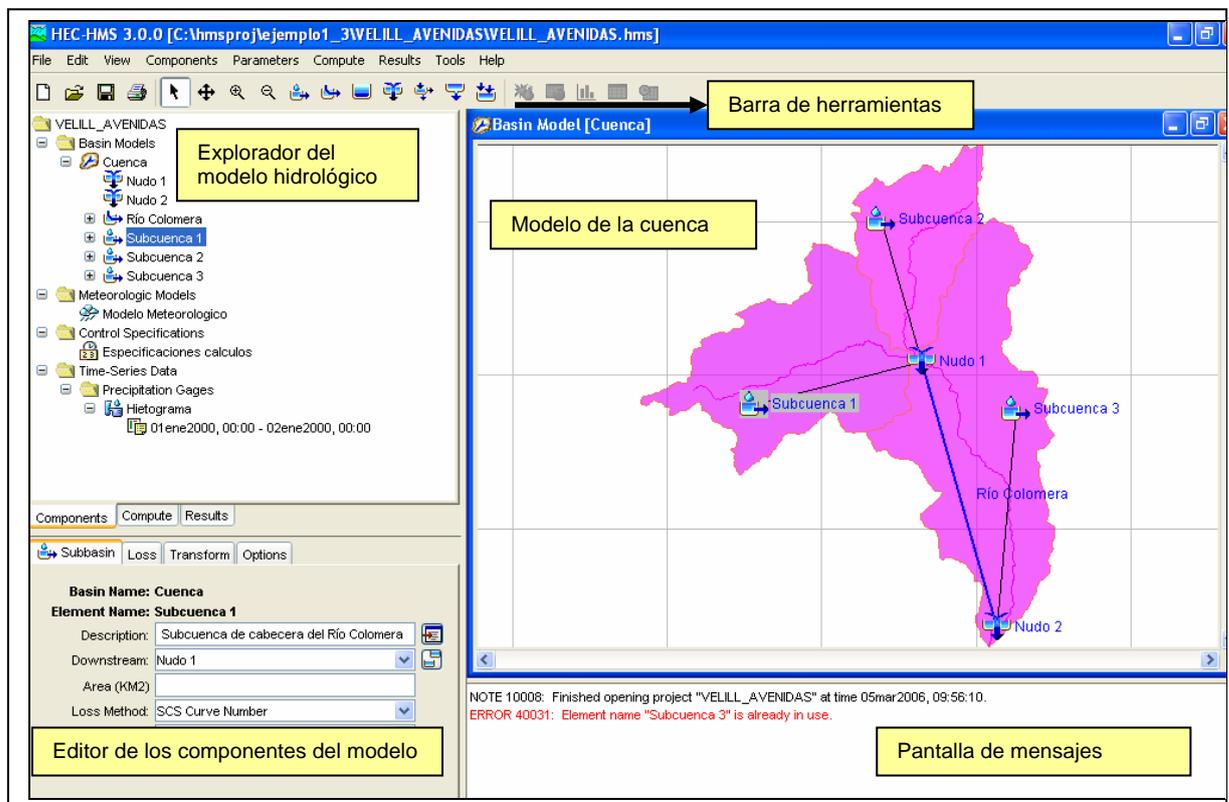
El programa HEC HMS ha sido desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers, de los Estados Unidos, y es uno de los modelos hidrológicos más utilizados en la modelización hidrológica.

El programa se descarga gratuitamente de la siguiente web www.hec.usace.army.mil, donde se puede de igual forma descargarse el manual de usuario, el manual de referencia técnica y una serie de ejemplos de aplicación.

A continuación se van a desarrollar los conceptos básicos que se ilustran mediante el ejemplo de aplicación del cálculo de avenidas en la cuenca de Velillos. Es necesario consultar los manuales antes citados para poder completar los contenidos expuestos a continuación.

2. Descripción General de la vista principal de HEC HMS.

Una vez abierto el programa, la pantalla principal tiene el siguiente aspecto:



Ejemplo de aplicación nº1:

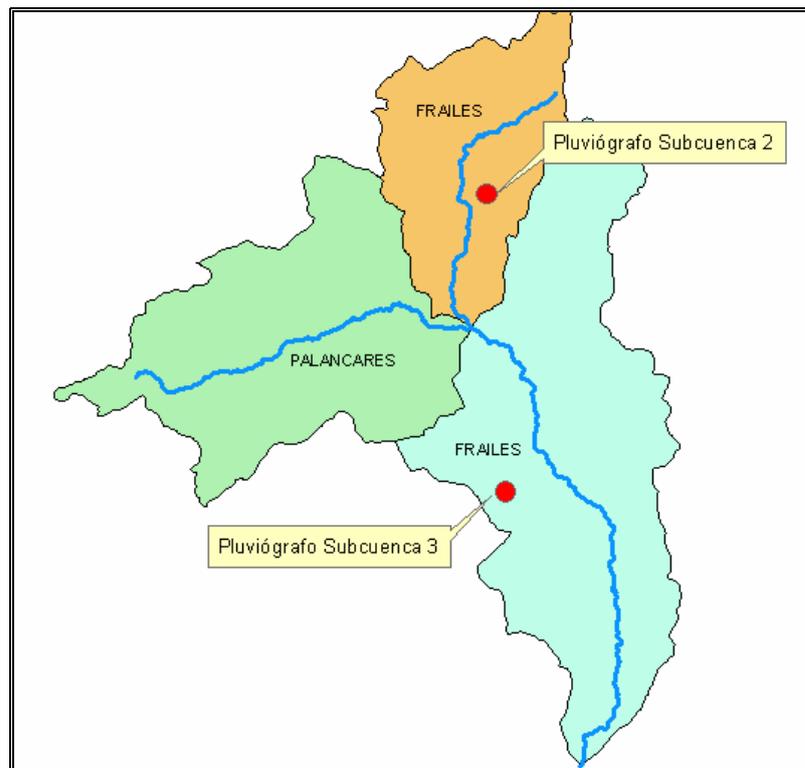
Cálculo de los hidrogramas asociados

**a las avenidas de 100 y 500 años de período de retorno
en la cuenca del Río Velillos en el punto de ubicación de la
estación de aforos.**

1 Datos necesarios.

Para calcular los caudales que definen las avenida de 100 y 500 años se ha realizado un estudio hidrológico previo, en el cual se ha determinado los datos y parámetros necesarios, los cuales son:

➤ **Esquema físico de la cuenca y datos asociados:**



Subcuenca	Área (km ²)	Longitud cauce principal (km)	Zmáx (m)	Zmín (m)	Po (mm)
1 (Palancares)	122,4	17,4	1250	743	12 * 2 = 24
2 (Cabecera del Frailes)	41,7	14,12	990	743	10 * 2 = 20
3 (Final)	165,7	21,19	743	570	13 * 2 = 26

Respecto al caudal base, se supone que los caudales existentes antes de la avenida son despreciables, por lo que se tomará nulo.

En relación al tramo del río Frailes o Velillos en donde se producirá la propagación hidrológica, el tiempo de viaje de la onda se supone constante para las dos avenidas con un valor de 2,5 horas, por otro lado el parámetro X de Muskingum se ha estimado en 0,3.

➤ **Datos de precipitación:**

Del estudio hidrológico realizado previamente, se ha estimado la precipitación areal mediante el método de Thiessen Modificado de las 3 subcuencas para las dos avenidas a estudiar. A ese valor de lluvia, se le ha afectado por el coeficiente de simultaneidad (K_A) para cada subcuenca:

Subcuenca	Precipitación máxima diaria (mm) afectada por K_A	
	Avenida T=100 años	Avenida T= 500 años
1	110	144
2	106	143
3	108	141

La distribución temporal de esta precipitación se estima mediante la información que suministran a partir de dos hietogramas sintéticos estimados a partir de las leyes I-D-F propuestas en el método racional. Esta distribución temporal se supone similar para las dos avenidas, solo variando la magnitud de la precipitación.

HIETOGRAMA 1		HIETOGRAMA 2	
HORA	I (mm/h)	HORA	I (mm/h)
0:00	0,94	3:00	0,94
1:00	1,05	4:00	1,05
2:00	1,17	5:00	1,17
3:00	1,32	6:00	1,32
4:00	1,50	7:00	1,50
5:00	1,74	8:00	1,74
6:00	2,05	9:00	2,05
7:00	2,47	10:00	2,47
8:00	3,09	11:00	3,09
9:00	4,06	12:00	4,06
10:00	5,90	13:00	5,90
11:00	10,95	14:00	10,95
12:00	41,67	15:00	41,67
13:00	10,95	16:00	10,95
14:00	5,90	17:00	5,90
15:00	4,06	18:00	4,06
16:00	3,09	19:00	3,09
17:00	2,47	20:00	2,47
18:00	2,05	21:00	2,05
19:00	1,74	22:00	1,74
20:00	1,50	23:00	1,50
21:00	1,32	0:00	1,32
22:00	1,17	1:00	1,17
23:00	1,05	2:00	1,05
0:00	0,94	3:00	0,94

En la subcuenca 1 se estima que la distribución temporal de la precipitación se puede descomponer en un 80 % de la distribución temporal de la subcuenca 2 y un 20% de la subcuenca 3.

2 Creación del Modelo Hidrológico.

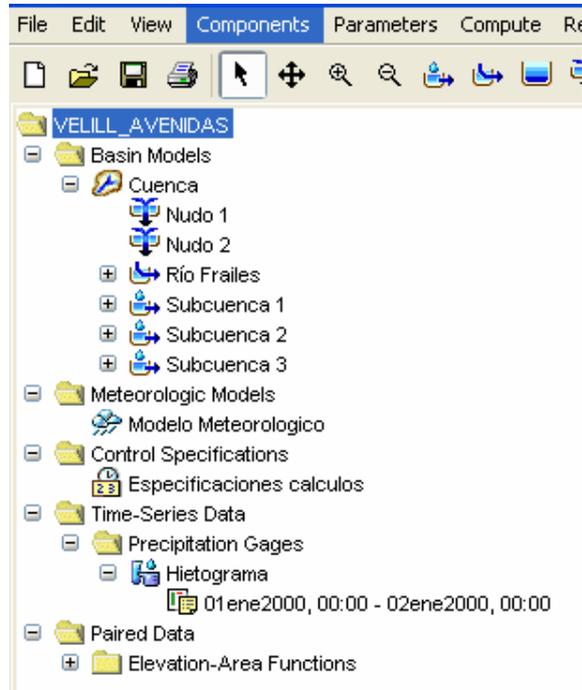
Los modelos hidrológicos en HEC HMS tienen los siguientes componentes principales:

- Modelo físico de la cuenca.
- Modelo meteorológico.
- Especificaciones de control.

Los cuales a su vez necesitan en ocasiones de los siguientes componentes secundarios:

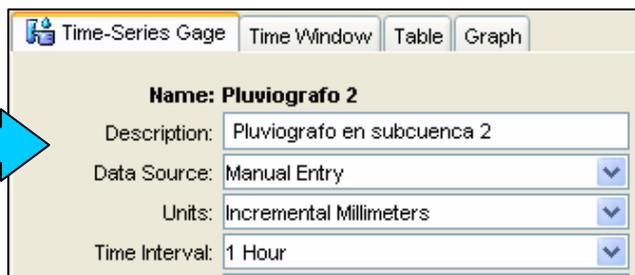
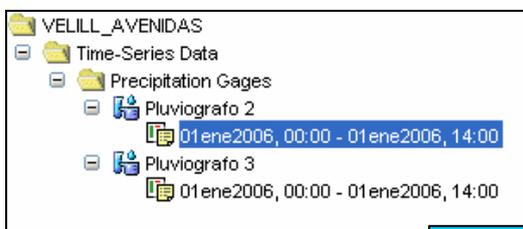
- Datos de series temporales.
- Tablas de datos.
- Ficheros raster.

En general, a la hora de crear un modelo hidrológico primero deberemos crear los componentes secundarios para después incorporarlos a los componentes principales. Por ejemplo, para crear el modelo meteorológico necesitamos los datos de los hietogramas (Datos de series temporales). Del mismo modo, cuando vayamos a crear un modelo con un embalse, antes de crear el modelo físico necesitamos introducir la curva cota-volumen (tabla de datos).



2.1 Introducción de los componentes secundarios.

En este primer ejemplo, los componentes secundarios existentes son los dos hietogramas (= hietogramas) existentes, que son por lo tanto "Time-Series Data".



Time-Series Gage Time Window Table Graph

Name: Pluviografo 2

Start Date (ddMMYYYY) 01ene2006

Start Time (HH:mm) 00:00

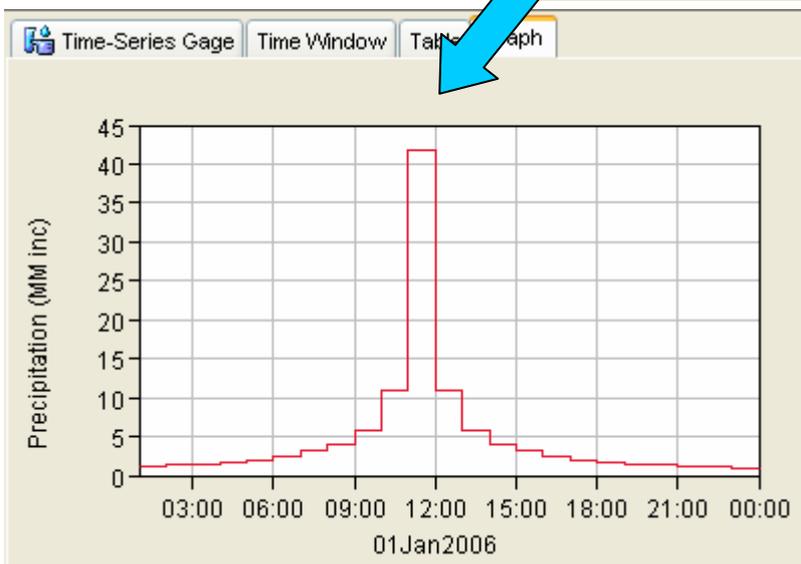
End Date (ddMMYYYY) 01ene2006

End Time (HH:mm) 14:00

Es imprescindible elegir correctamente las unidades, el día y hora de inicio y final, el modo incremental (hietograma) y el intervalo en el cual esta definido (1 hora)

Time-Series Gage Time Window Table Graph

Time (ddMMYYYY, HH:mm)	Precipitation (MM inc)
01ene2006, 00:00	
01ene2006, 01:00	1,05
01ene2006, 02:00	1,17
01ene2006, 03:00	1,32
01ene2006, 04:00	1,50
01ene2006, 05:00	1,74
01ene2006, 06:00	2,05
01ene2006, 07:00	2,47
01ene2006, 08:00	3,09
01ene2006, 09:00	4,06
01ene2006, 10:00	5,90

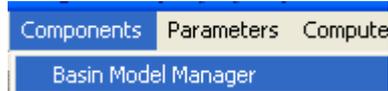


2.2 Introducción de los componentes principales:

Los componentes principales, tal y como se ha presentado con anterioridad son :

- **Modelo físico de la cuenca.** Describe hidrológicamente la cuenca.
- **Modelo meteorológico.** Describe la precipitación sobre la cuenca.
- **Especificaciones de cálculos.** Parámetros necesarios para realizar los cálculos.

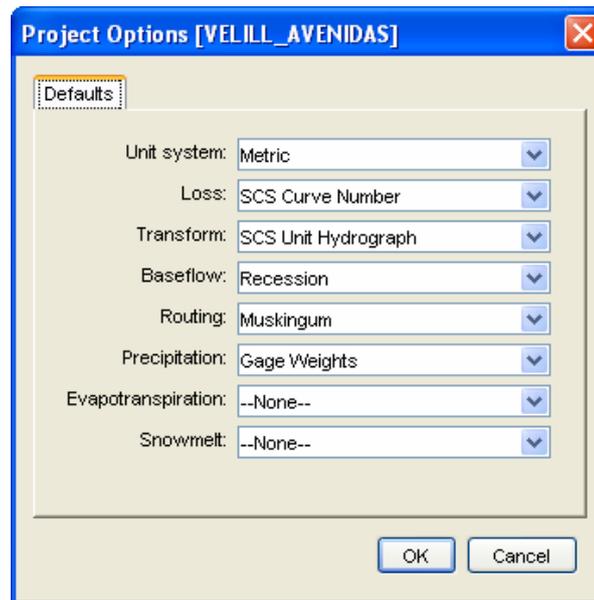
2.2.1 Modelo físico de la cuenca.



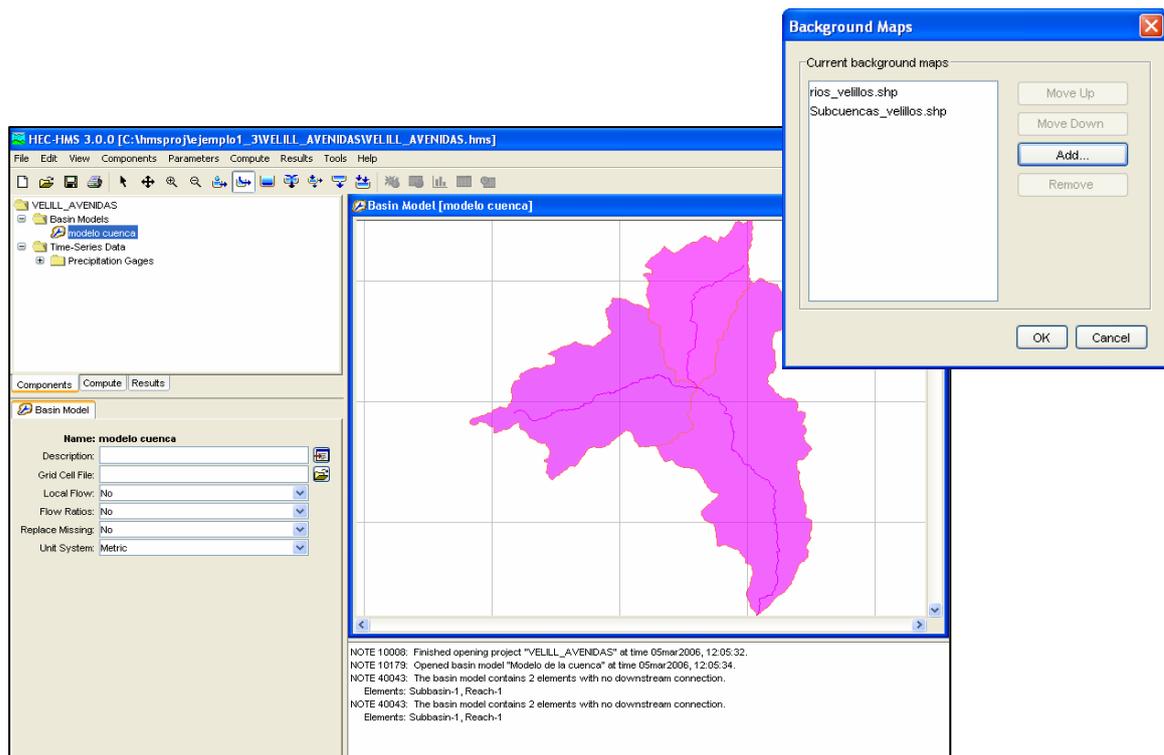
En esta fase, vamos a caracterizar hidrológicamente la cuenca objeto de estudio. Para ello previamente deberemos haber descompuesto la cuenca inicial en los distintos elementos hidrológicos existentes que introduciremos al modelo. Cada elemento hidrológico tendrá asociado un proceso y un método para modelarlo. En nuestro caso, los elementos y procesos asociados son:

Elemento hidrológico	Procesos	Método	Datos y parámetros necesarios
Subcuenca	Separación lluvia bruta - neta	SCS	<ul style="list-style-type: none"> ○ Número de curva (=Po). ○ Porcentaje área impermeable de la cuenca.
	Transformación lluvia neta en escorrentía	Hidrograma Unitario SCS	<ul style="list-style-type: none"> ○ Área de la cuenca. ○ Tiempo de retardo de la punta (Tlag) ○ Duración del aguacero tipo (intervalo de cálculo)
	Caudal base	No hay Recesión	-
Nudo	Unión de hidrogramas	Suma	-
Tramo de río	Propagación de hidrogramas	Muskingum	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tiempo de viaje (K) ○ Forma de almacenamiento (X) ○ Número de subtramos.

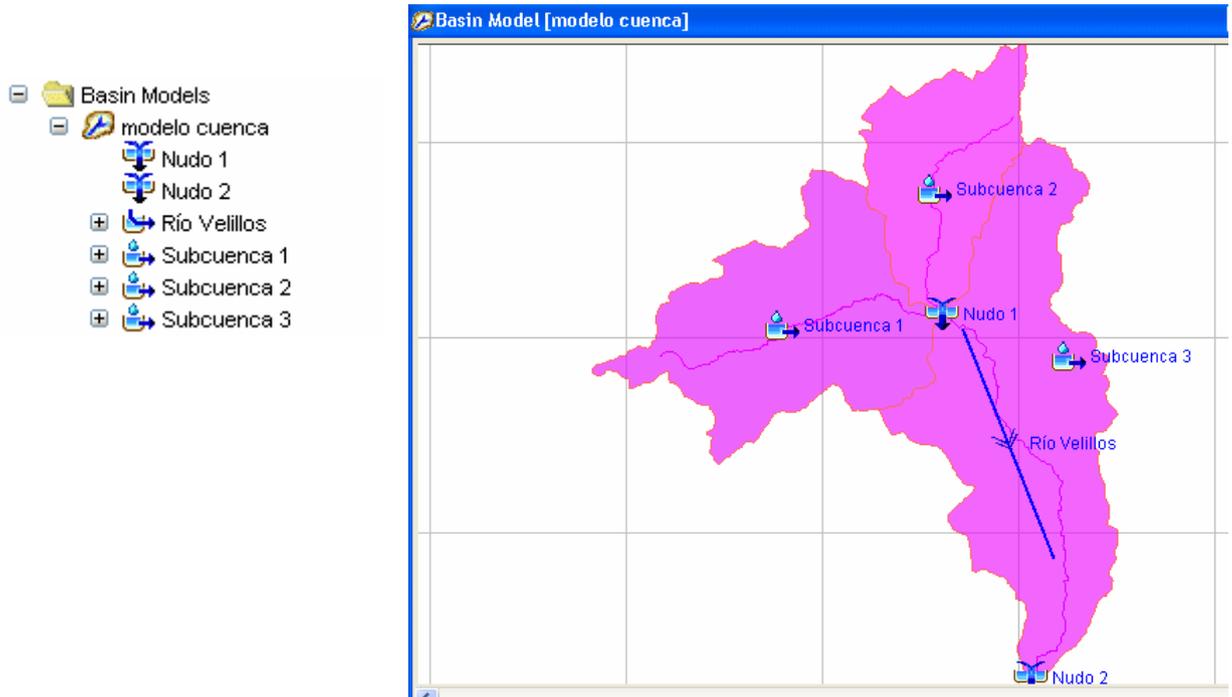
La primera acción es dejar como predeterminados estos métodos para que el modelo al crear un elemento hidrológico ya proponga que se simule mediante estos métodos. Para ello seleccionaremos el menú Tools y en la pantalla que aparece elegiremos los métodos antes expuestos:



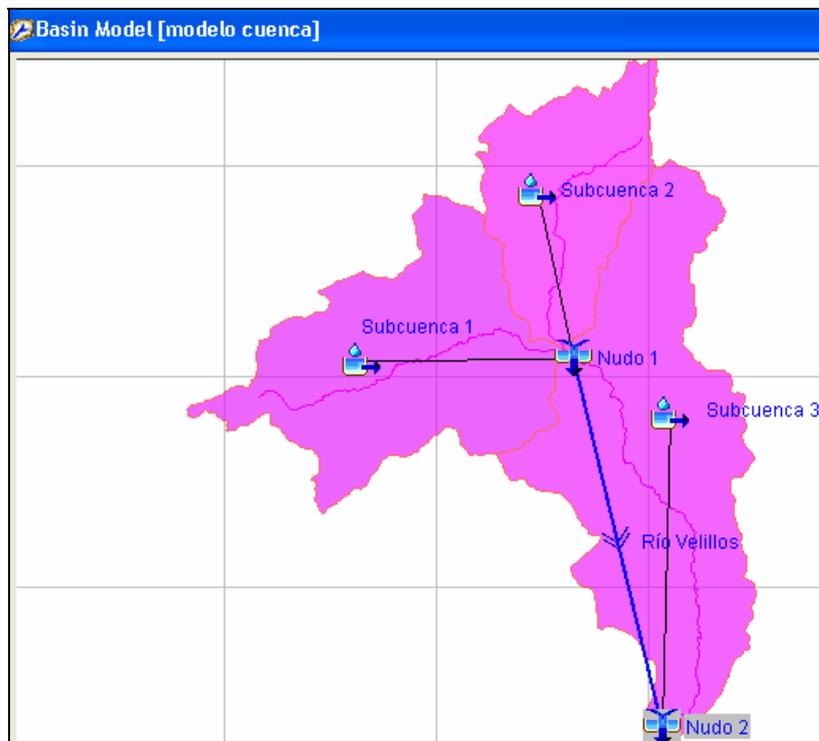
Posteriormente, para mejorar la comprensión del modelo a crear cargaremos los ficheros GIS de subcuencas y ríos de Velillos. Lo realizamos desde “View --- Background map”



A continuación a partir de los botones existentes en la barra de herramientas vamos añadiendo los distintos elementos hidrológicos que componen el modelo de la cuenca:



Posteriormente deberemos unir entre sí los distintos elementos, para lo cual seleccionado el botón de selección  y pinchando sobre cada elemento hidrológico y presionado el botón derecho del ratón elegiremos conectar aguas abajo **Connect Downstream**. A continuación deberemos seleccionar el elemento con el que lo queremos conectar.

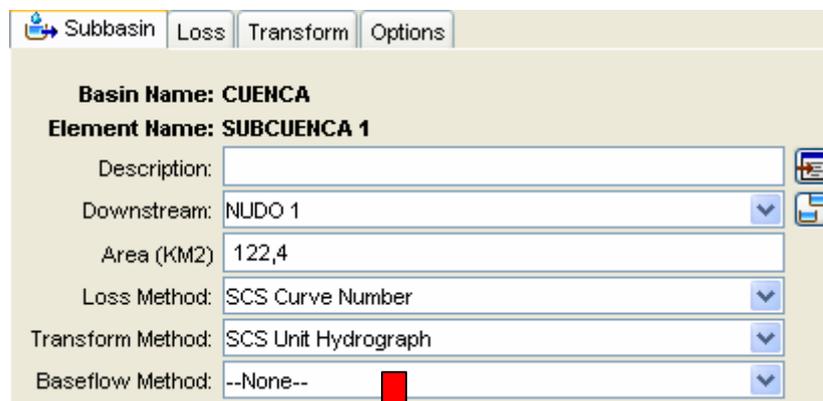


Una vez conectados todos los elementos, deberemos ahora caracterizarlos hidrológicamente introduciendo los datos y parámetros que los definen. Para ello utilizaremos el **editor de componentes**. Previamente deberemos calcular el Tlag y el Número de curva de cada subcuenca:

Subcuenca	Tc	T lag	NC
1 (Palancares)	5,1	1,8	67,6
2 (Cabecera del Frailes)	4,8	1,7	71,4
3 (Final)	7,6	2,7	65,8

Donde :

$$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0.76} \quad T_{LAG} = 0.35 \cdot T_c \quad NC = \frac{1000}{10 + 0,2 \cdot P_o}$$



Subbasin | Loss | Transform | Options

Basin Name: CUENCA
Element Name: SUBCUENCA 1

Description:

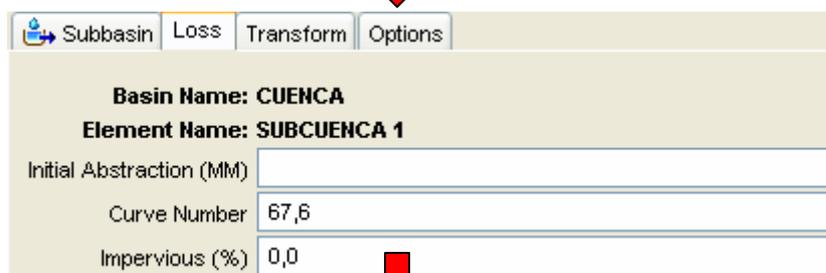
Downstream: NUJDO 1

Area (KM2): 122,4

Loss Method: SCS Curve Number

Transform Method: SCS Unit Hydrograph

Baseflow Method: --None--



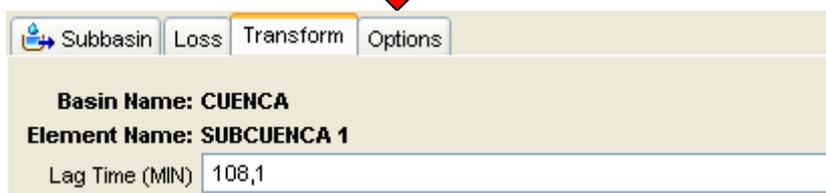
Subbasin | Loss | Transform | Options

Basin Name: CUENCA
Element Name: SUBCUENCA 1

Initial Abstraction (MM):

Curve Number: 67,6

Impervious (%): 0,0



Subbasin | Loss | Transform | Options

Basin Name: CUENCA
Element Name: SUBCUENCA 1

Lag Time (MIN): 108,1

Respecto a la propagación en el tramo de río, necesitamos conocer un nuevo parámetro que utiliza HEC HMS para conseguir que en la propagación en el tramo de río la celeridad de la onda sea similar a la velocidad de avance de los cálculos :

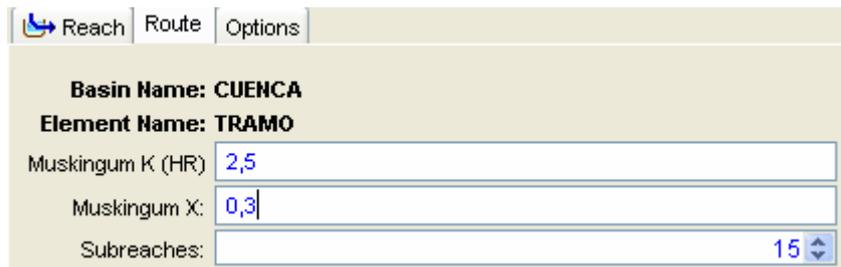
$$\frac{\Delta x}{\Delta t} \approx \text{celeridad}$$

Para ello, el Δx se define indirectamente a partir del número de subtramos en que dividimos el tramo de propagación:

$$n_{subt} = \frac{L}{\Delta x} \quad \frac{\Delta x}{\Delta t} \approx c \approx \frac{L}{K} \Rightarrow \frac{L}{\Delta x} = \frac{K}{\Delta t}$$

$K (h)$	Δt (minutos)	Nº subtramos
2,5	10	15

A la hora de introducirlos al modelo utilizaremos el editor de los tramos de río:



2.2.2 Modelo meteorológico.

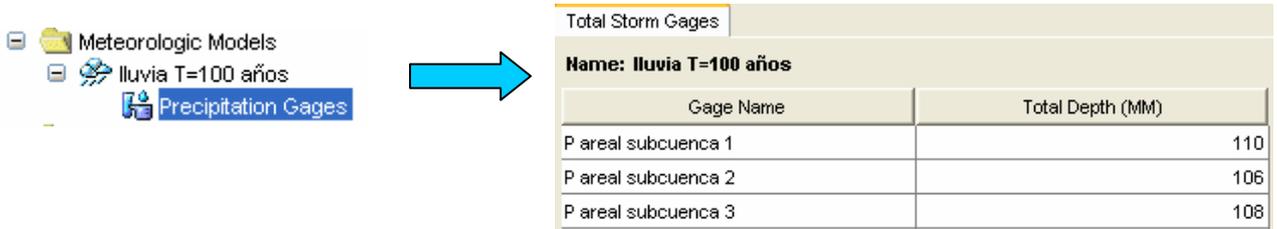
Una vez caracterizada la cuenca deberemos indicar la precipitación que caerá sobre ella en cada una de las avenidas a simular. Este aspecto se concreta en HEC HMS en el modelo meteorológico.



Puesto que tenemos dos avenidas diferentes, deberemos tener 2 modelos meteorológicos, que generaremos de forma similar a los modelos de la cuenca, es decir, cuando tengamos uno finalizado lo copiaremos y modificaremos únicamente aquellos datos que difieran.

Primero vamos a crear el modelo para la avenida que define el DPH, dándole este nombre a continuación deberemos elegir el tipo de modelo que será **“Gage Weiths”** el cual permite disponer de varios pluviografos (o hietogramas) y pluviómetros y combinarlos entre sí.

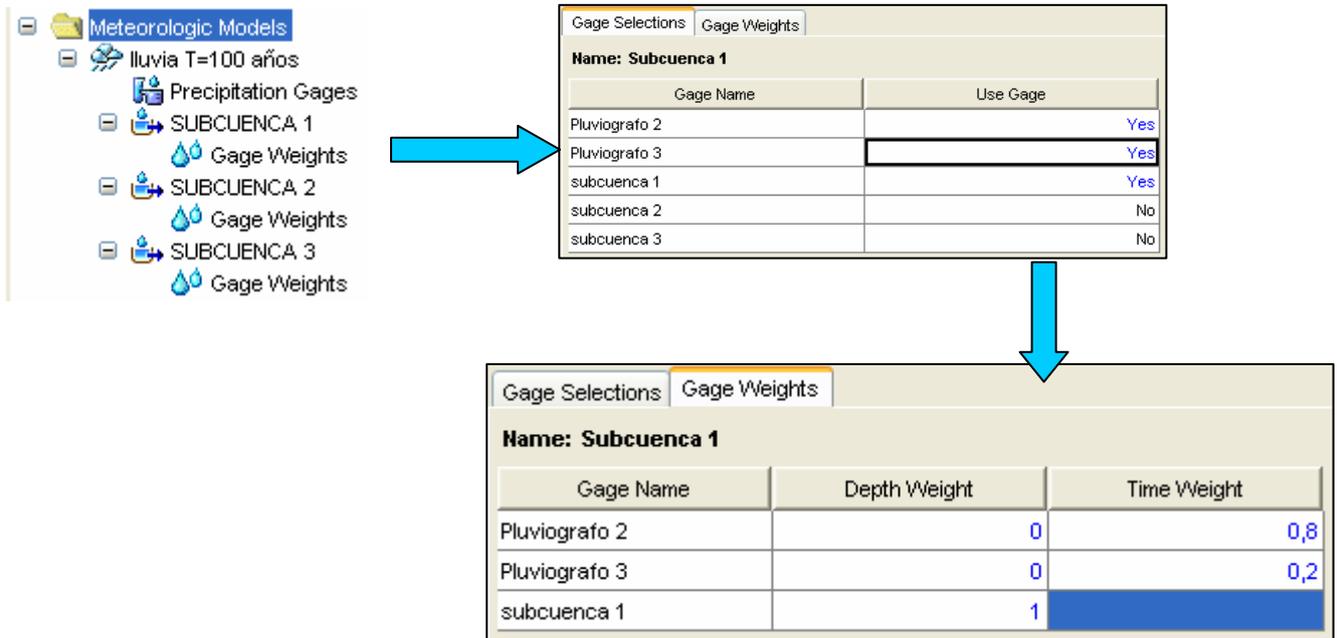
Posteriormente debemos introducir los datos de los pluviómetros o precipitación areal de las subcuencas “total storm gages”, que en este caso son 3 y con los valores de precipitación de la avenida de T = 100 años primero.



Total Storm Gages	
Name: lluvia T=100 años	
Gage Name	Total Depth (MM)
P areal subcuenca 1	110
P areal subcuenca 2	106
P areal subcuenca 3	108

A continuación indicamos sobre que modelo de cuenca queremos crear el modelo meteorológico, si bien es este caso solo tenemos uno.

Ahora, se activan en el explorador del modelo las tres subcuencas que tiene nuestro modelo. Debemos indicar ahora con que estaciones meteorológicas vamos a definir la precipitación de cada subcuenca:



Gage Selections	
Name: Subcuenca 1	
Gage Name	Use Gage
Pluviografo 2	Yes
Pluviografo 3	Yes
subcuenca 1	Yes
subcuenca 2	No
subcuenca 3	No

Gage Weights		
Name: Subcuenca 1		
Gage Name	Depth Weight	Time Weight
Pluviografo 2	0	0,8
Pluviografo 3	0	0,2
subcuenca 1	1	

Por último debemos indicar los pesos (weights) de cada estación meteorológica sobre la subcuenca. Existen 2 tipos:

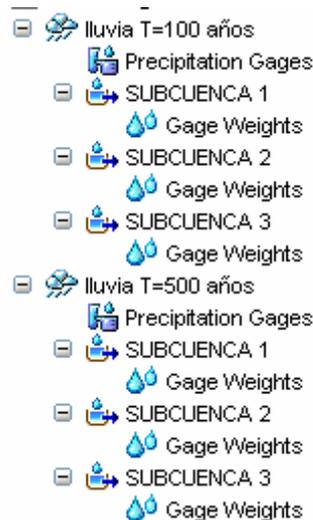
- **Depth Weight:** peso sobre la precipitación total (mm) caída sobre la cuenca. En nuestro ejemplo se corresponde con un 1 puesto que el valor que introducimos es la precipitación areal sobre la cuenca. Si añadiésemos los pluviómetros, en este punto deberíamos introducir únicamente los coeficientes de thiessen modificado.

- **Time Weight:** relacionado con la distribución temporal de la precipitación, indica cuales son los hietogramas (pluviógramofos) que influyen en la lluvia de la cuenca y con que porcentaje.

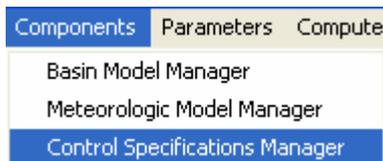
En general, si solo tenemos una precipitación areal junto con un hietograma, los pesos serían:

Gage Selections		
Gage Weights		
Name: Subcuenca 3		
Gage Name	Depth Weight	Time Weight
Pluviografo 3	0	1
subcuenca 3	1	

Una vez indicados los pesos de cada subcuenca, ya tendríamos definido el modelo meteorológico de la avenida de T = 100 años. Para realizarlo de la avenida de 500 años, copiamos este modelo y sustituimos en el nuevo los valores de la precipitación areal por los correspondientes a la avenida de T= 500 años.



2.2.3 Especificaciones de cálculo.

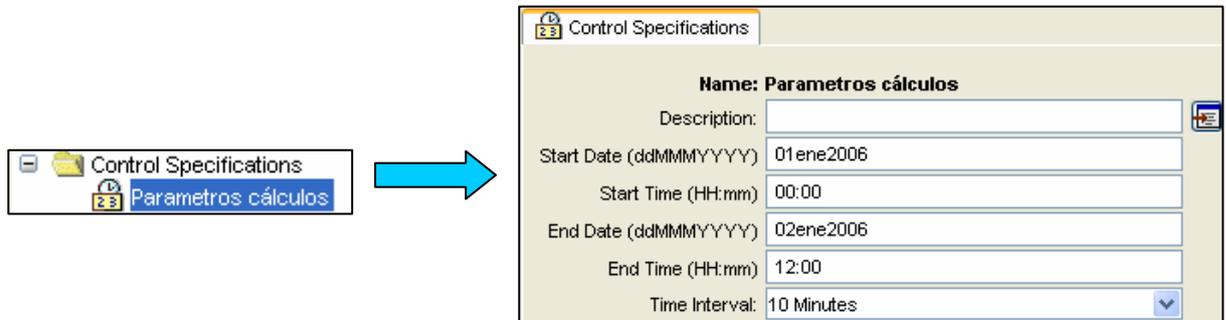


Por último, deberemos indicar el periodo en el que queremos realizar los cálculos y el intervalo de tiempo de los mismos. La fecha y hora de inicio será la de comienzo de la precipitación y la de final cuando este previsto el fin de la circulación de caudales de avenida. Es conveniente ser generoso con la fecha de fin de los cálculos.

Respecto al intervalo de cálculo, ya se había fijado en 10 minutos puesto que era necesario para la estimación del número de subtramos del método de muskingum. En general el

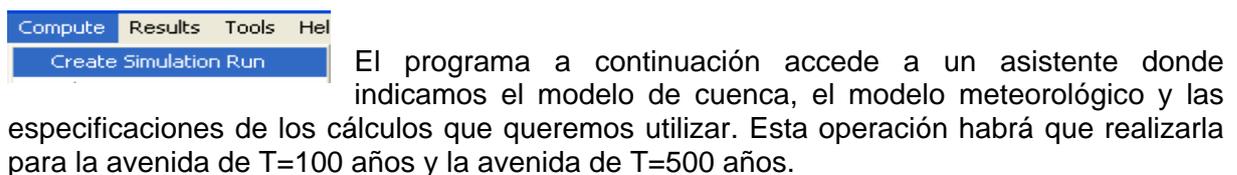
intervalo de tiempo debe ser pequeño y cumplir las especificaciones de los métodos del hietograma triangular y muskingum.

La pantalla donde se introducen estas especificaciones es la siguiente:

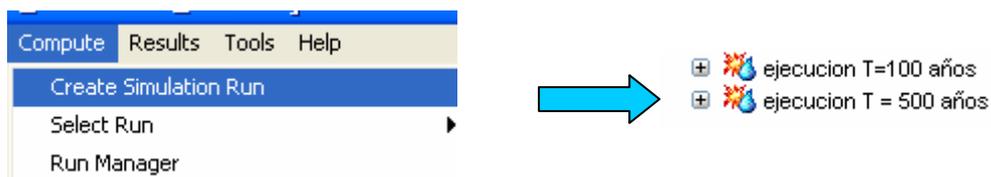


2.3 Ejecución del modelo.

Una vez definidos los componentes del modelo, su ejecución se realiza desde el menú:



Seleccionando en la pestaña de "compute" el fichero a ejecutar y dando a la instrucción compute el programa realiza los cálculos.

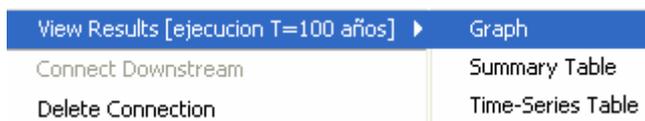


El programa en la ventana de mensajes nos puede dar los siguientes tipos de mensajes:

- WARNING: (advertencias) el programa puede calcular lo previsto, pero deben comprobarse las notas que presenta.
- NOTES: (notas) El programa realiza una serie de observaciones que pueden ser motivos de errores, pero no suelen ser importantes.
- ERROR: (errores) El programa ha detectado un error que le impide continuar con los cálculos.

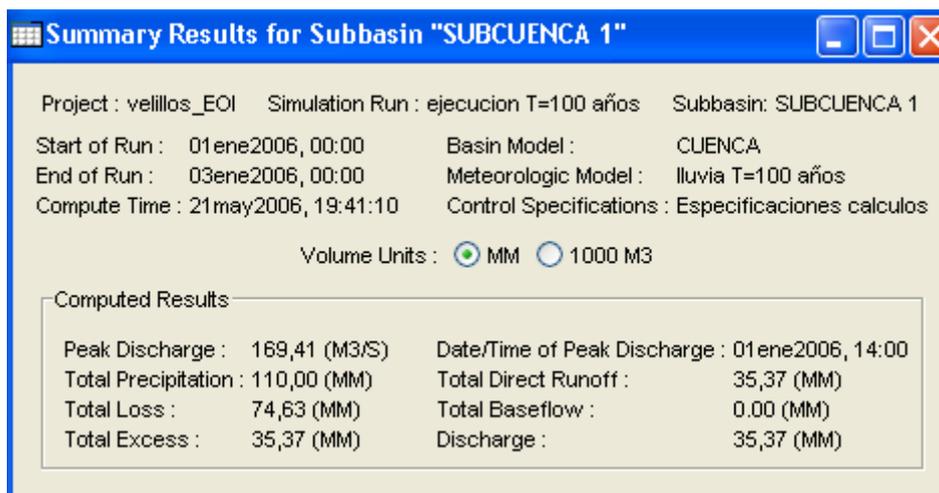
2.3 Análisis de resultados.

Si el programa no ha dado ninguna nota, advertencia o error de consideración, procederemos a visualizar los resultados. Desde la pestaña de resultados elegimos la ejecución que queremos ver, pudiendo obtener los siguientes resultados:

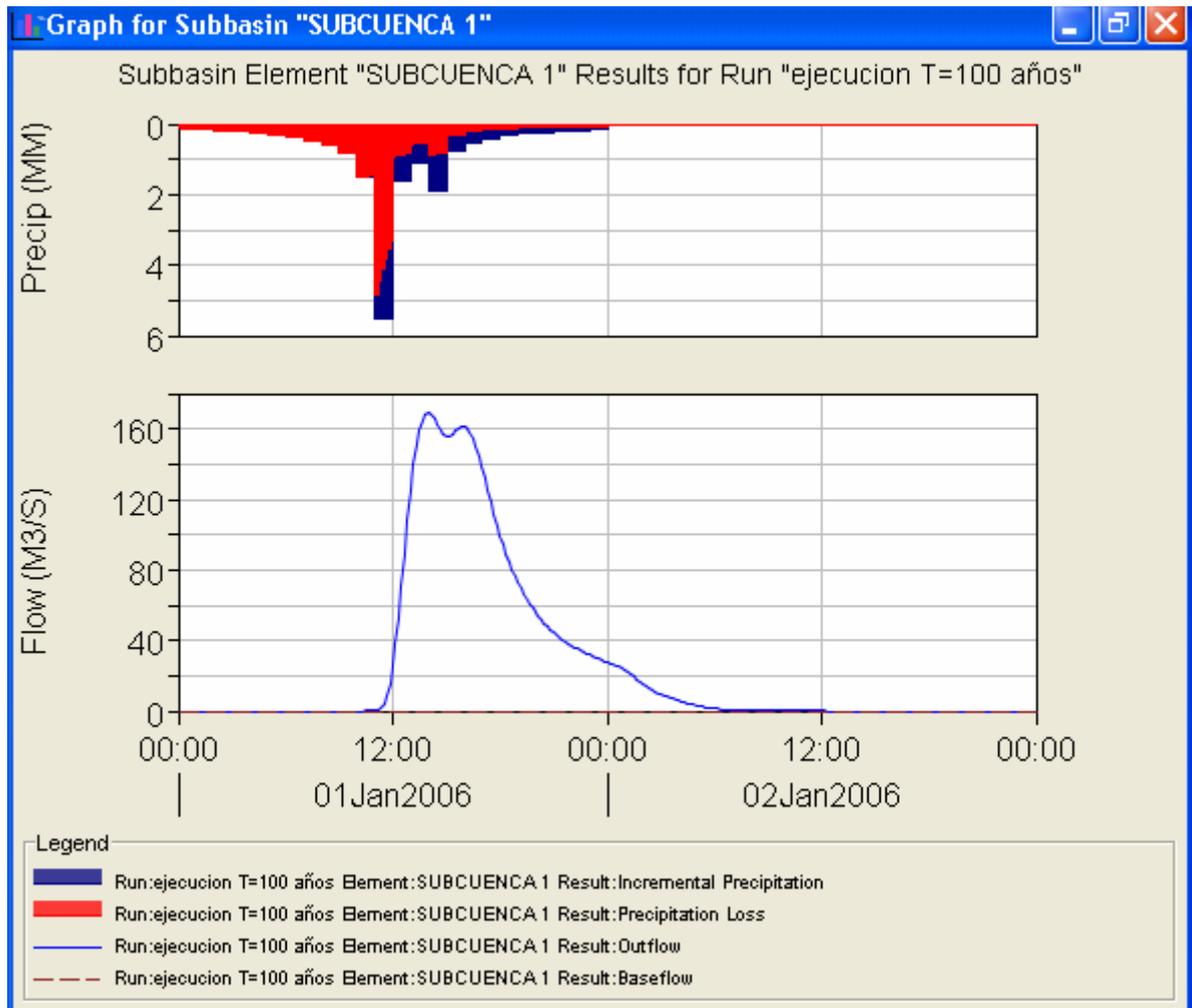


- Tabla resumen: Para cada elemento hidrológico nos da el caudal punta, instante en que se produce, y volumen de agua asociado.
- Tablas de datos.
- Resultados gráficos:

2.3.1 Resultados en una subcuenca:



Caudal punta.	Fecha y hora en el que se produce
Precipitación total.	Volumen total de escorrentía superficial (mm o 1000 m ³)
Lluvia retenida en el suelo.	Volumen total de agua por el caudal base (mm o 1000 m ³)
Lluvia neta	Volumen total de agua. (mm o 1000 m ³)



Time-Series Results for Subbasin "SUBCUENCA 1"

Project : velillos_EOI Run : ejecucion T=100 años Subbasin: SUBCUENCA 1

Start of Run : 01ene2006, 00:00 Basin Model : CUENCA
 End of Run : 03ene2006, 00:00 Meteorologic Model : lluvia T=100 años
 Compute Time : 21may2006, 19:41:10 Control Specifications : Especificaciones calculos

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
01ene2006	13:40	1,121	0,547	0,574	165,280	0.000	165,280
01ene2006	13:50	1,121	0,540	0,581	168,636	0.000	168,636
01ene2006	14:00	1,121	0,533	0,588	169,407	0.000	169,407
01ene2006	14:10	1,879	0,878	1,001	168,156	0.000	168,156
01ene2006	14:20	1,879	0,860	1,019	165,664	0.000	165,664
01ene2006	14:30	1,879	0,842	1,037	162,438	0.000	162,438
01ene2006	14:40	1,879	0,825	1,054	159,091	0.000	159,091
01ene2006	14:50	1,879	0,809	1,070	156,475	0.000	156,475
01ene2006	15:00	1,879	0,793	1,087	155,485	0.000	155,485
01ene2006	15:10	0,756	0,315	0,442	155,948	0.000	155,948
01ene2006	15:20	0,756	0,312	0,444	157,255	0.000	157,255
01ene2006	15:30	0,756	0,310	0,447	158,929	0.000	158,929
01ene2006	15:40	0,756	0,307	0,449	160,563	0.000	160,563
01ene2006	15:50	0,756	0,305	0,452	161,654	0.000	161,654
01ene2006	16:00	0,756	0,302	0,454	161,812	0.000	161,812
01ene2006	16:10	0,512	0,203	0,309	160,707	0.000	160,707
01ene2006	16:20	0,512	0,202	0,310	158,224	0.000	158,224
01ene2006	16:30	0,512	0,201	0,311	154,651	0.000	154,651

2.3.2 Resultados en un nudo:

Summary Results for Junction "NUDO 2"

Project : velillos_EOI Simulation Run : ejecucion T=100 años Junction: NUDO 2

Start of Run : 01 ene2006, 00:00 Basin Model : CUENCA
 End of Run : 03ene2006, 00:00 Meteorologic Model : lluvia T=100 años
 Compute Time : 21 may2006, 19:41:10 Control Specifications : Especificaciones calculos

Volume Units : MM 1000 M3

Computed Results

Peak Outflow : 438,92 (M3/S) Date/Time of Peak Outflow : 01 ene2006, 17:30
 Total Outflow : 33,74 (MM)

Time-Series Results for Junction "NUDO 2"

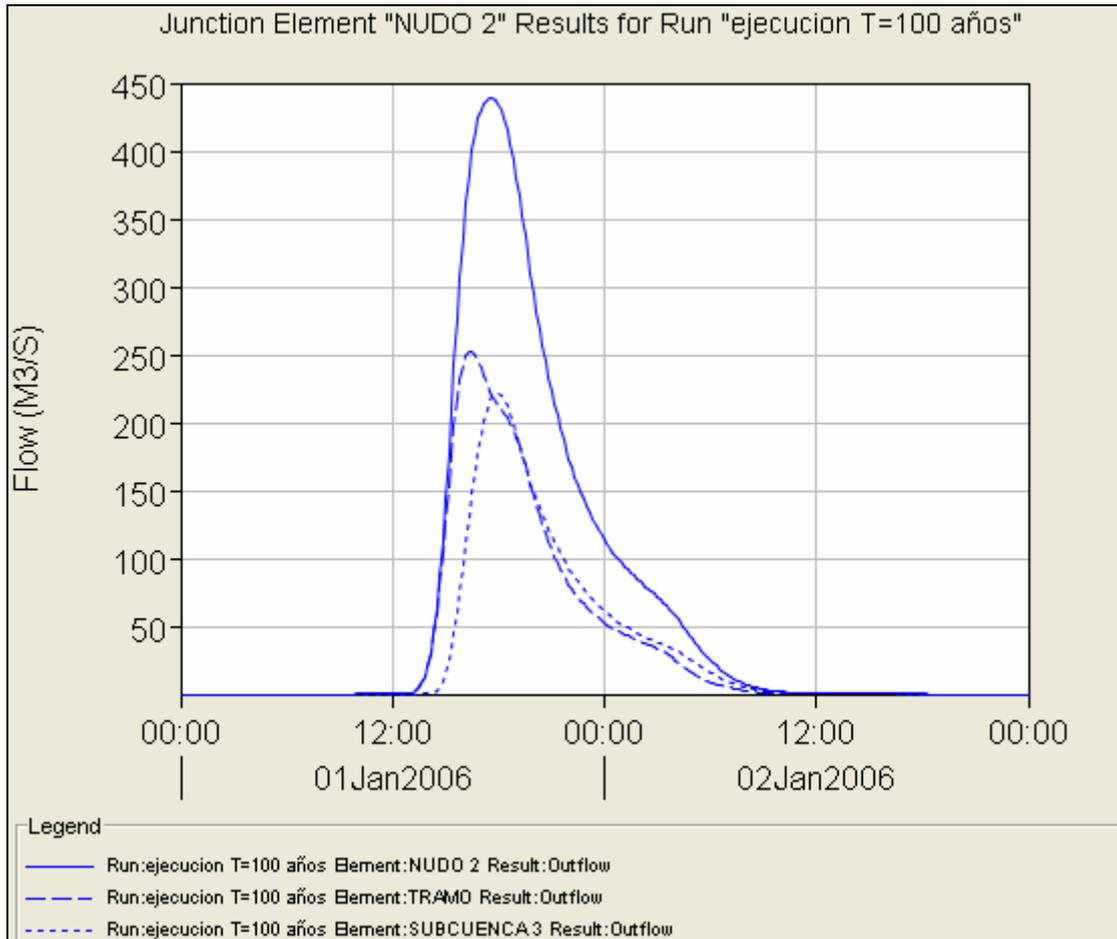
Project : velillos_EOI Run : ejecucion T=100 años Junction: NUDO 2

Start of Run : 01 ene2006, 00:00 Basin Model : CUENCA

End of Run : 03 ene2006, 00:00 Meteorologic Model : lluvia T=100 años

Compute Time : 21 may2006, 19:41:10 Control Specifications : Especificaciones calculos

Date	Time	Inflow from TRAMO (M3/S)	Inflow from SUBCUE...	Outflow (M3/S)
01 ene2006	16:50	245,338	178,523	423,861
01 ene2006	17:00	239,751	191,026	430,778
01 ene2006	17:10	233,864	201,358	435,222
01 ene2006	17:20	228,266	209,623	437,889
01 ene2006	17:30	223,323	215,599	438,922
01 ene2006	17:40	219,159	219,628	438,788
01 ene2006	17:50	215,690	221,682	437,372
01 ene2006	18:00	212,687	221,647	434,333
01 ene2006	18:10	209,845	220,057	429,902
01 ene2006	18:20	206,853	216,924	423,776
01 ene2006	18:30	203,436	212,291	415,728
01 ene2006	18:40	199,399	206,329	405,728
01 ene2006	18:50	194,635	199,290	393,925
01 ene2006	19:00	189,120	191,644	380,764
01 ene2006	19:10	182,902	183,816	366,718
01 ene2006	19:20	176,079	176,305	352,384
01 ene2006	19:30	168,788	169,104	337,892
01 ene2006	19:40	161,192	162,355	323,548



2.3.3 Resultados en un tramo de río:

Summary Results for Reach "TRAMO"

Project : velillos_EOI Simulation Run : ejecucion T=100 años Reach: TRAMO

Start of Run : 01ene2006, 00:00 Basin Model : CUENCA

End of Run : 03ene2006, 00:00 Meteorologic Model : lluvia T=100 años

Compute Time : 21may2006, 19:41:10 Control Specifications : Especificaciones calculos

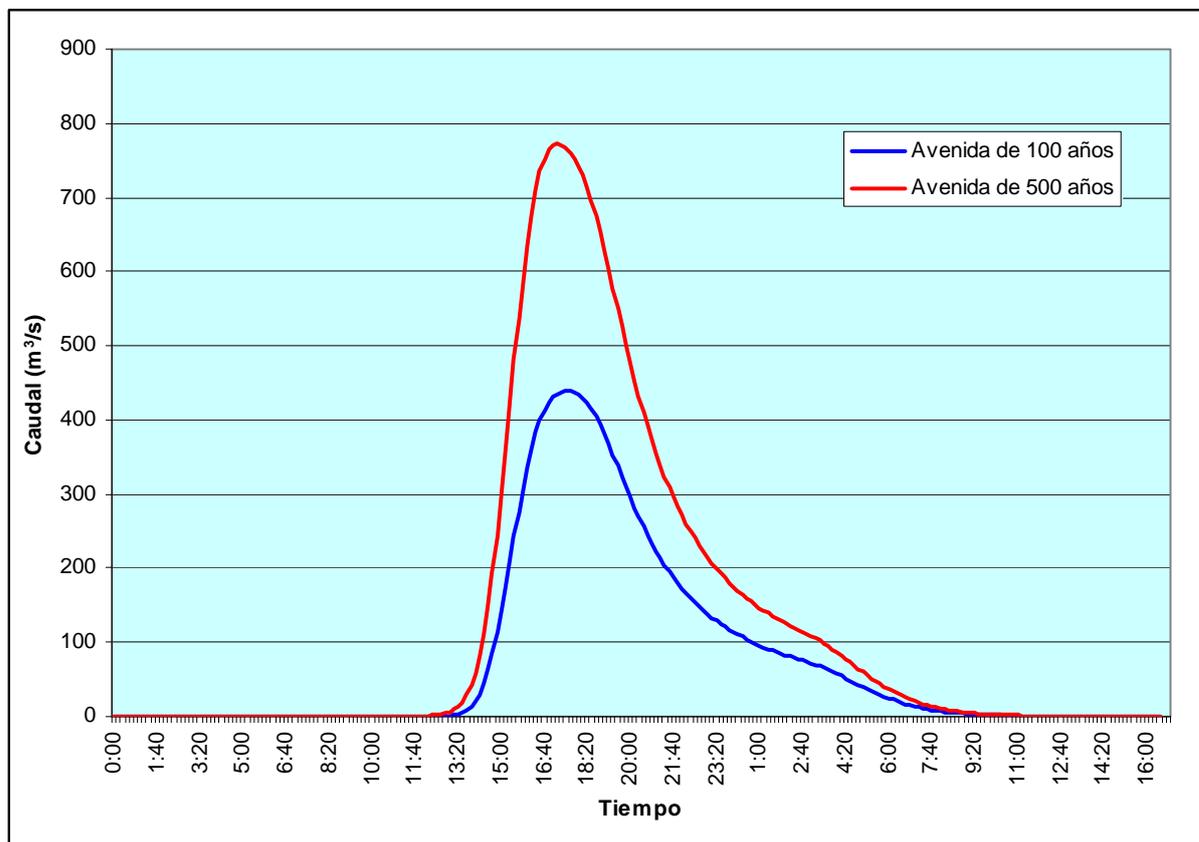
Volume Units : MM 1000 M3

Computed Results

Peak Inflow : 263,74 (M3/S)	Date/Time of Peak Inflow : 01ene2006, 13:50
Peak Outflow : 252,67 (M3/S)	Date/Time of Peak Outflow : 01ene2006, 16:20
Total Inflow : 36,33 (MM)	Total Outflow : 36,33 (MM)

2.3.4 Resultados obtenidos en este ejemplo.

Caudales punta (m³/s)	Avenida T=100 años	Avenida T= 500 años
Subcuenca 1	169,4	307,7
Subcuenca 2	96,58	170,39
Nudo 1 = entrada río velillos	263,7	474,79
Salida río velillos	252,67	453,89
Subcuenca 3	221,68	394,63
Nudo final	438,9	771,84



Ejemplo de aplicación N°2.

Calculo de las cotas que alcanzará el agua en el embalse de Velillos, suponiendo que se ubica en el punto donde se encuentra la estación de aforos.

1. Datos necesarios.

El objetivo de esta segunda parte es añadir un embalse al modelo y laminar la avenida sobre él.

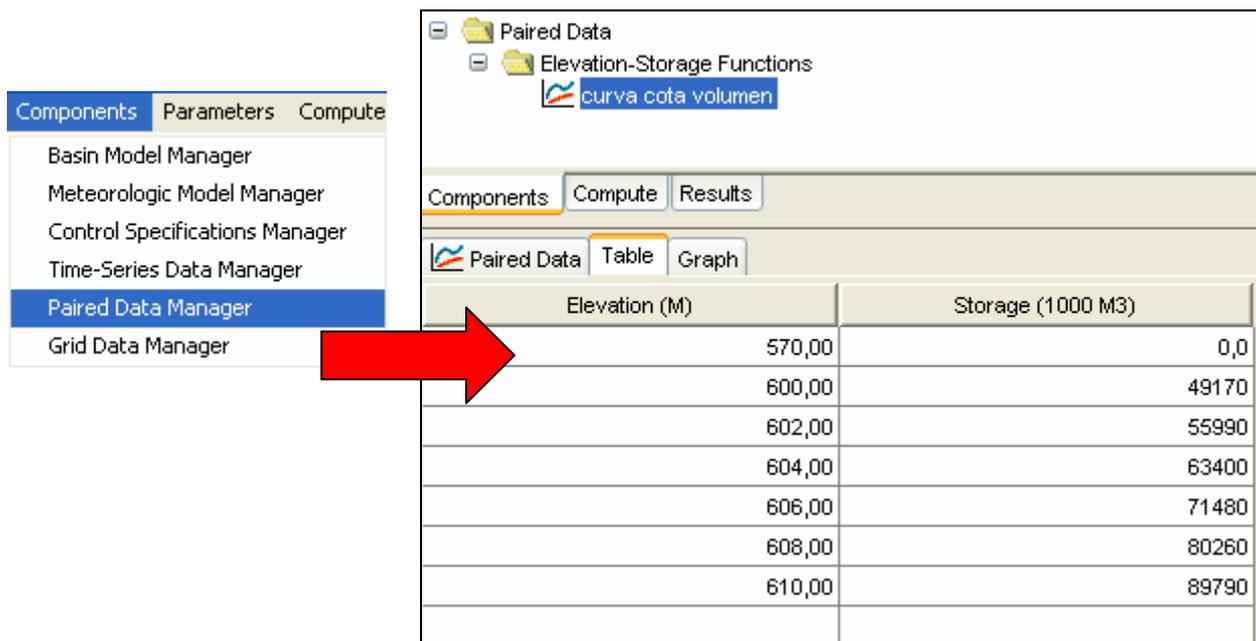
La curva cota volumen el embalse es la siguiente:

COTA	VOL (1000 m ³)
570	0
600	49.170
602	55.990
604	63.400
606	71.480
608	80.260
610	89.790

La longitud del aliviadero es de 20 metros, esta situado a la cota 600 y su coeficiente de descarga es de 2.

2. Modificación del modelo de cuenca.

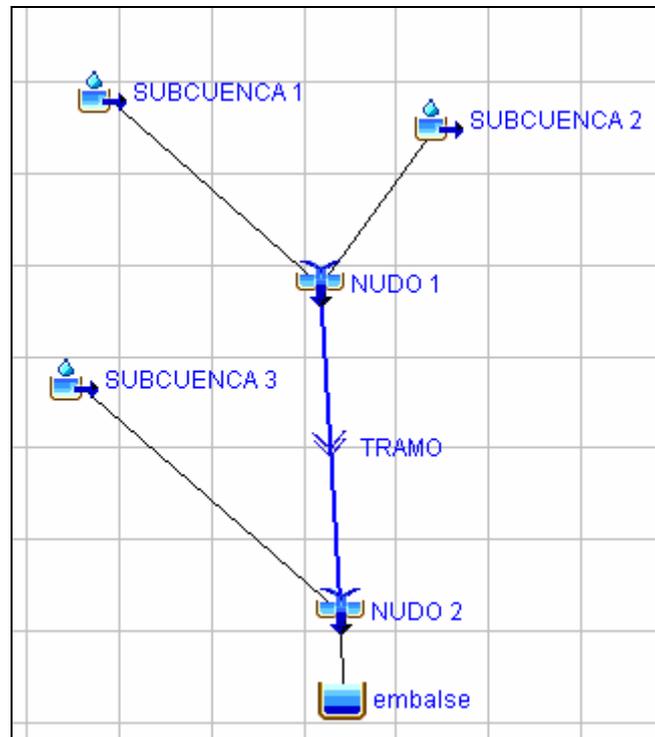
Primeramente deberemos incluir el componente secundario de la curva cota volumen antes citada, desde el menú:



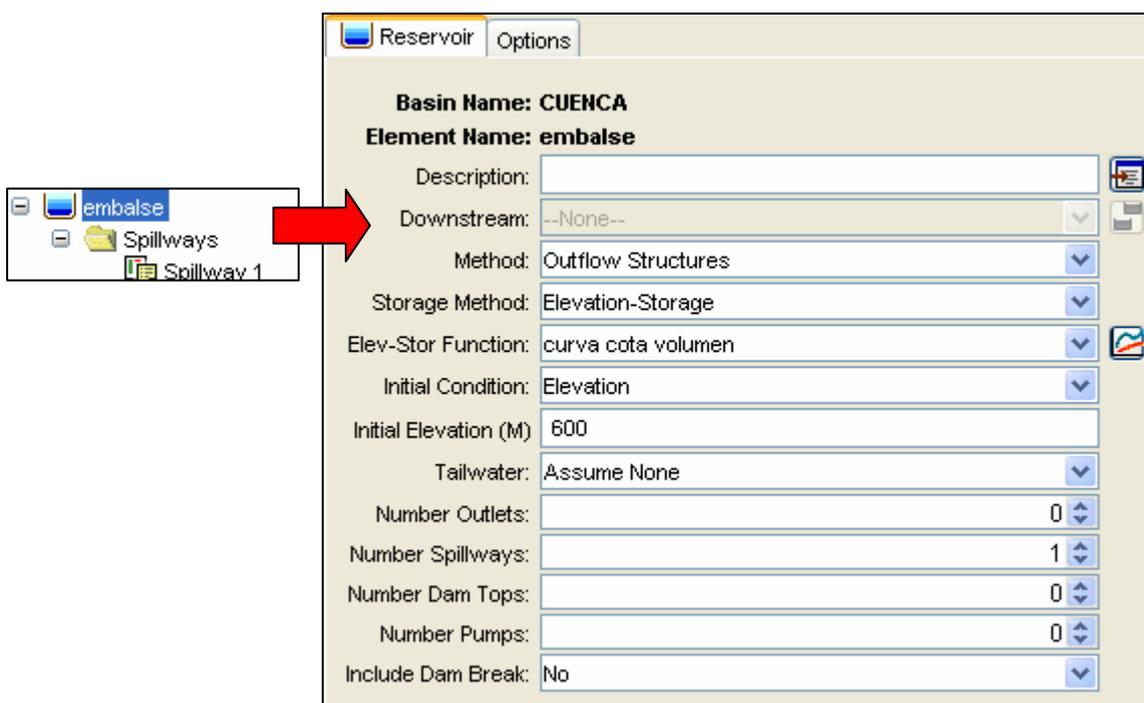
The screenshot shows the HEC HMS software interface. On the left, a menu is open with 'Paired Data Manager' selected. A red arrow points from this menu item to a table in the main window. The table displays the elevation-storage relationship for the 'curva cota volumen' component.

Elevation (M)	Storage (1000 M3)
570,00	0,0
600,00	49170
602,00	55990
604,00	63400
606,00	71480
608,00	80260
610,00	89790

Posteriormente introduciremos en el modelo físico de la cuenca el embalse, tal y como se muestra en la pantalla siguiente:



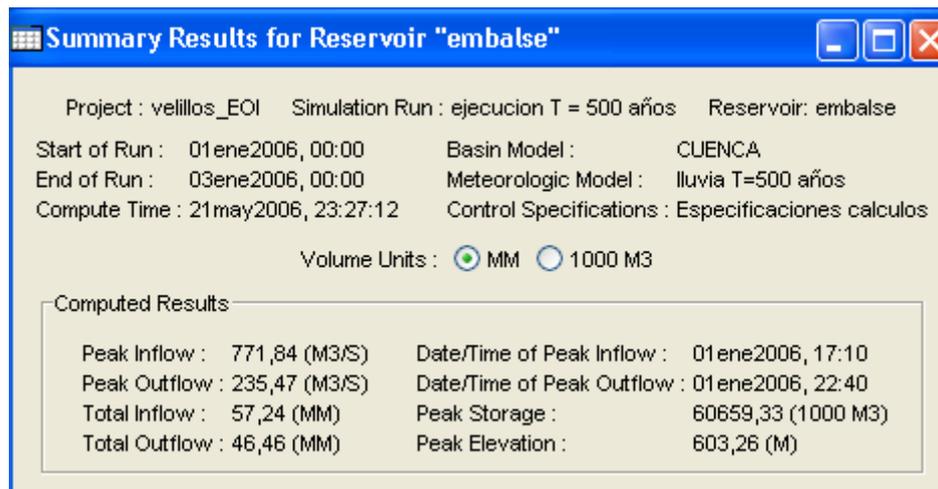
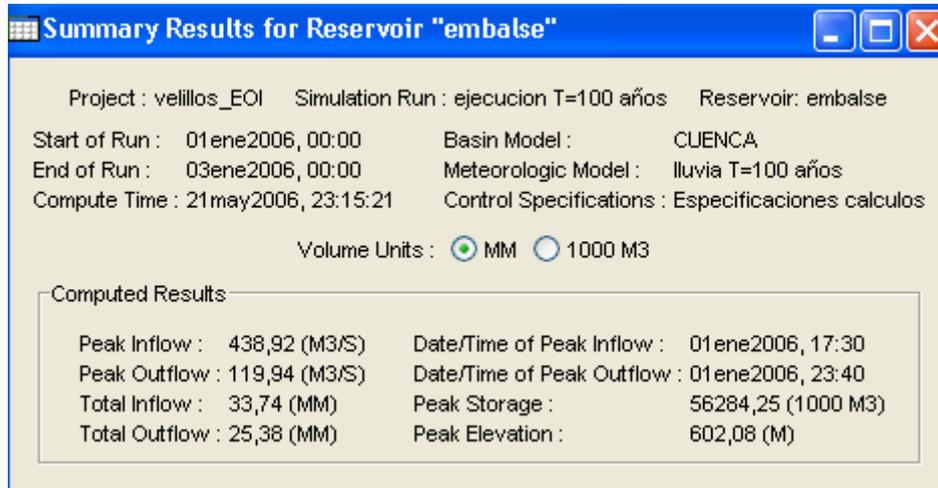
A la hora de caracterizar el embalse, tenemos que caracterizar los siguientes elementos:



- Método: Podemos indicar que el caudal de salida lo va a obtener a partir de los cálculos derivados de la aplicación de las fórmulas sencillas habituales para aliviaderos de labio fijo y desagües de fondo, o bien introducir nosotros nuestra curva particular o por último establecer una descarga especificada por el usuario.
- Método de indicar el volumen de embalse: (storage method), que en general puede ser que demos la curva cota –volumen o la curva cota-superficie (en este caso, a partir de esa curva interpolará HMS la curva de volumen).
- Selección de la curva anterior: (Elev-Stor-function) aquí se elige la curva introducida anteriormente.
- Condición inicial: Nivel de embalse dato, volumen de embalse o que el caudal de salida sea igual al caudal entrante. Normalmente se tomaría el NMN del embalse.
- Sumergencia (tailwater): En determinadas ocasiones, el cauce aguas abajo de una infraestructura puede condicionar el desagüe de la misma, de forma que por ejemplo, ya no es totalmente válida la ecuación de descarga del aliviadero. Esta es la condición de sumergencia, que lo que permite es modificar la curva de caudal desaguado que va a calcular automáticamente HMS. En general nuestros ejemplos no estarán sometidos a este condicionante.
- Intervalo de cálculo: La mayoría de los métodos utilizan como intervalo de cálculo el que define el usuario, puesto que se puede considerar que el nivel del agua en el embalse varía lentamente. Ahora bien, en caso de rotura de una presa, este nivel varía mucho más rápido y en la mayoría de las ocasiones debe considerarse un intervalo menor.
- Número de desagües de fondo (outlets). Si lo activamos introduciendo el número de existentes, se activa otra pestaña donde se caracterizan adecuadamente.
- Número de aliviaderos. (spillways). Si lo activamos introduciendo el número de existentes, se activa otra pestaña donde se caracterizan adecuadamente.
- Número de vertidos por coronación. (Dam top). Si lo activamos introduciendo el número de existentes, se activa otra pestaña donde se caracterizan adecuadamente.
- Incluir modelo de rotura de la presa (Incluye Dam Break), lo utilizaremos en modelación de roturas de presas.
- Dentro de la última versión se puede incluir desague por filtraciones (Dam seepage), que suele ser despreciable, junto con otras descargas adicionales, en función de una curva de desague.

3. Ejecución del modelo y análisis de resultados.

Ejecutando el modelo como en el ejemplo anterior, se obtienen ahora los siguientes resultados:



Luego la cota máxima para la avenida de 100 años es la 602,08 metros por 603,26 metros la de la avenida de 500 años.

