

# Aplicación sobre SIG para la consulta de los mapas de caudales máximos

## 1 Mapas de caudales máximos

El principal objetivo de la presente aplicación informática es facilitar la consulta de la información contenida en el mapa de caudales máximos. Dicho mapa abarca el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas con cuencas intercomunitarias, excepto en el caso de la demarcación hidrográfica del Guadalquivir de la que solo se incluye la red fluvial perteneciente a las Comunidades Autónomas de Castilla - La Mancha y Extremadura, encontrándose en elaboración la parte correspondiente a la Comunidad Autónoma de Andalucía. El mapa ofrece información sobre los caudales punta de avenida en régimen natural en aquellos puntos de la red fluvial con una superficie de cuenca vertiente igual o superior a 50 km<sup>2</sup>, para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años. Los mapas se encuentran en formato raster con una resolución de 500x500 m.

Los mapas de caudales máximos han sido elaborados por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, por encargo de la Dirección General del Agua, dentro del Convenio “*Asistencia técnica, investigación y desarrollo en materia de Gestión del Dominio Público Hidráulico y explotación de obras*” firmado entre ambas entidades.

Es importante tener en cuenta, que la precisión de las estimaciones de los caudales máximos realizadas para confeccionar los mapas es la correspondiente a un trabajo a escala nacional. Son, por tanto, esperables errores superiores a los correspondientes a estudios locales de detalle. La incertidumbre o el error de las estimaciones es muy difícil de cuantificar, pero debería esperarse un error en las estimaciones, al menos, igual o superior al correspondiente al ajuste de las ecuaciones de regresión múltiple empleadas en el trabajo y cuyo valor se detalla en la Memoria Técnica.

Esta incertidumbre podría ser especialmente elevada en el caso de las zonas costeras del levante y sureste peninsular (regiones estadísticas 72, 73, 821, 822 y 84) dado el especial comportamiento hidrológico de esas zonas y la gran variabilidad local de dicho comportamiento que dificulta la estimación de los cuantiles de alto periodo de retorno y la aplicación de procedimientos regionales de cálculo. En cualquier caso, las estimaciones en esas zonas se han realizado buscando un valor conservador, por lo que en algunos casos los cuantiles podrían ser inferiores a los proporcionados por los mapas.

Se hace notar que los caudales proporcionados por los mapas están redondeados a valores enteros, por lo que en algunos casos el valor suministrado por la aplicación es igual a cero, lo que significa que el cuantil está comprendido entre 0 y 0,5 m<sup>3</sup>/s.

El objeto de los mapas es facilitar una estimación del valor de los caudales de avenida para que sean empleados en el diseño de obras o infraestructuras de menor importancia,

así como en trabajos generales de gestión del Dominio Público Hidráulico y zonas inundables, en los que no sea necesaria una elevada precisión en la estimación de los caudales. Corresponde al usuario de los mapas determinar si se dan o no estas circunstancias o si, por el contrario, se requieren estudios de mayor detalle. También pueden emplearse los mapas como estimaciones preliminares de los caudales de avenida en los estudios previos de diseño de infraestructuras de mayor importancia.

Por otra parte, la aplicación informática permite realizar estimaciones de los cuantiles correspondientes a otros periodos de retorno mediante interpolación entre los valores facilitados por los mapas. Para realizar dicha interpolación, la aplicación informática emplea la función de distribución de Valores Extremos Generalizada y el método de mínimos cuadrados, excepto en las zonas costeras del levante y sureste peninsular (regiones estadísticas 72, 73, 821, 822 y 84) en las que se utiliza la función de Valores Extremos de Dos Componentes. Es importante que el usuario tenga en cuenta que dicha interpolación no forma parte de la información contenida en los mapas, y que valore si el valor del cuantil obtenido mediante la interpolación es o no adecuado. En este sentido hay que destacar, como se ha dicho anteriormente, que los caudales que proporcionan los mapas están redondeados a valores enteros, por lo que en aquellas zonas con caudales muy pequeños (especialmente para periodos de retorno bajos) podría obtenerse el mismo valor de cuantil para varios periodos de retorno. En estos casos el ajuste de una función de distribución a partir de los datos del mapa y su utilización para interpolar el valor de periodos de retorno intermedios podría conducir a resultados erróneos.

## **2 Herramienta informática para aplicación del método racional**

Junto con las herramientas para facilitar la consulta de los mapas de caudales máximos se incluye una herramienta que puede servir de ayuda para realizar estimaciones de los caudales de avenida en aquellos puntos de la red fluvial que, por tener una cuenca vertiente inferior a 50 km<sup>2</sup>, no están incluidos en los mapas. Esta herramienta permite aplicar el método racional modificado de Témez obteniendo las variables necesarias de forma automática a partir de las coberturas incluidas en la aplicación informática. La aplicación permite emplear otras coberturas, distintas a las incluidas por defecto en la aplicación, de las que disponga el usuario, o modificar manualmente los valores obtenidos para las distintas variables a partir de las coberturas. Obviamente, la información obtenida mediante el uso de esta herramienta no forma parte de los mapas de caudales máximos y, como se ha dicho, se proporciona únicamente con la intención de servir de ayuda para realizar estimaciones de los caudales máximos fuera de la zona cubierta por los mapas, por lo que corresponde al usuario determinar si es adecuada la aplicación de esta herramienta en el punto de cálculo que le interese, y si los resultados obtenidos mediante la misma son o no adecuados. En el caso de las regiones estadísticas 72, 821 y 822 esta herramienta sólo permite el cálculo de los cuantiles hasta 25 años de periodo de retorno, dada la elevada incertidumbre que presenta el cálculo de los cuantiles de mayor periodo de retorno en esta zona.

Se hace notar que para obtener estimaciones correctas es imprescindible calibrar los parámetros del método, en especial el parámetro del umbral de escorrentía ( $P_0$ ). El valor que proporciona para este parámetro la cobertura incluida en la aplicación corresponde a las denominadas condiciones medias de humedad antecedente, que no tienen por qué

coincidir con las condiciones de humedad antecedente críticas para la generación de las crecidas en el punto de cálculo, y su única utilidad consiste en servir de base para su posterior calibración. Dicha calibración debe realizarse a partir del contraste de los resultados del modelo con los obtenidos a partir de las medidas realizadas en las estaciones de aforo cercanas al punto de cálculo, en el propio río o en ríos próximos. Para el caso de que dicha calibración no sea posible, se ha incluido en la aplicación unas recomendaciones para ayudar a seleccionar el valor del coeficiente corrector del umbral de escorrentía. Estas recomendaciones tratan de resumir y caracterizar estadísticamente los resultados obtenidos por el CEDEX para el coeficiente corrector del umbral de escorrentía a partir de la calibración del método racional en las estaciones de aforo seleccionadas en cada una de las regiones estadísticas en que se ha dividido la cuenca. De esta manera, en cada una de las regiones se indica el valor medio obtenido para dicho coeficiente así como su dispersión en torno a dicho valor medio mediante los intervalos de confianza del 50%, 67% (asociado al error estándar) y 90%. La calibración ha sido realizada para ajustar el cuantil de 10 años de periodo de retorno.

Por otra parte, se incluye también en la aplicación la posibilidad de aplicar un coeficiente corrector adicional que adapta el valor del coeficiente corrector a periodos de retorno distintos al de 10 años. La aplicación de este coeficiente adicional es opcional. Para obtener más información sobre dichos coeficientes se recomienda consultar la Memoria Técnica. Dichos coeficientes han sido obtenidos asumiendo el cálculo agregado de la escorrentía y obteniendo los cuantiles de precipitación máxima diaria a partir de los mapas de isomáximas elaborados en el CEDEX, por lo que en circunstancias de cálculo diferentes podrían no ser de aplicación. En cualquier caso, se advierte que en aquellos casos de cuencas poco homogéneas, y especialmente cuando las precipitaciones son de pequeña magnitud (principalmente para bajos periodos de retorno) y el  $P_0$  presenta valores elevados, el cálculo agregado de la escorrentía podría no ser correcto, requiriéndose un cálculo distribuido.

Debido a la limitada resolución de las coberturas incluidas en la aplicación, y a partir de las cuales se determina el valor de las distintas variables necesarias para la aplicación del método racional, el cálculo en cuencas de pequeño tamaño podría no tener suficiente precisión. Para tener en cuenta esta circunstancia, el programa limita la aplicación del método a aquellas cuencas con una superficie mínima que se ha fijado, con carácter general, en 10 km<sup>2</sup>. El usuario tiene la opción de modificar el valor del tamaño mínimo de la cuenca de cálculo si, por ejemplo, ha cargado coberturas propias de mayor detalle para determinar el valor de las distintas variables, o si considera que el cálculo con las capas suministradas con la aplicación ofrece suficiente precisión en la cuenca que está calculando. Se recomienda que, a la hora de modificar el tamaño mínimo de la cuenca de cálculo, se tenga en cuenta que no se aconseja la aplicación del método racional modificado de Témez en cuencas con un tiempo de concentración inferior a 0,25 h. En cualquier caso, la aplicación no admite que el tamaño mínimo de la cuenca de cálculo sea inferior a 1 km<sup>2</sup>.

El CEDEX no se hace responsable del uso que se dé a esta herramienta y no admite responsabilidad alguna por los resultados que se obtengan de la misma, ni de daños directos o indirectos como consecuencia de la aplicación práctica de dichos resultados.

### **3 Coberturas SIG incluidas en la aplicación**

En la aplicación informática se incluyen diversas coberturas SIG, tanto en formato vectorial como raster, con el objeto tanto de servir de referencia geográfica que facilite la localización de los puntos de consulta de los mapas, como de suministrar la información básica que permita determinar el valor de las distintas variables que intervienen en la aplicación del método racional.

Todas las capas vectoriales y raster han sido elaboradas por el CEDEX. La imagen de fondo “cartografia.ecw” ha sido elaborada a partir de información del Instituto Geográfico Nacional y del CEDEX.

### **4 Máxima Crecida Ordinaria**

La aplicación permite, tanto a través de las herramientas de interpolación de los cuantiles contenidos en los mapas de caudales máximos como a través de las herramientas para aplicación del método racional, obtener un valor aproximado para la máxima crecida ordinaria. Es importante destacar que los valores que proporciona esta aplicación para la máxima crecida ordinaria constituyen simples estimaciones basadas en asignar, mediante fórmulas aproximadas, un valor regional al periodo de retorno correspondiente a dicha crecida, tal como se detalla en la Memoria Técnica. Se trata, por tanto, de valores orientativos que no sustituyen a los valores obtenidos en los estudios concretos realizados para el deslinde del dominio público hidráulico.

### **5 Software libre**

Este programa está desarrollado sobre el Sistema de Información Geográfica GVSIG, desarrollado por la Generalitat Valenciana. Dicho SIG es software libre, por lo que puede redistribuirse y/o modificarse bajo los términos de la Licencia Pública General GNU publicada por la Fundación para el Software Libre, ya sea la versión 3 de la Licencia, o cualquier versión posterior.

### **6 Diseño y programación**

La presente aplicación informática ha sido desarrollada por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. <http://www.cedex.es/>).

- Caumax versión 2.2
- Fecha: Marzo-2013

Para consultas y sugerencias:

[caumax@cedex.es](mailto:caumax@cedex.es)