

Santa Cruz de Tenerife, 14/02/2011
ÁREA DE RECURSOS HIDRÁULICOS
Sección de Gestión Admva. / STDH / PD

Destinatario:
CONTRATACIÓN

Ref. Origen:

Ref. CIATF:

Trámite: **Pliego de Condiciones Técnicas**

Asunto: **PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES QUE REGIRÁ EL CONTRATO PARA EL DESARROLLO DE UN "MÓDULO DE CÁLCULO DEL HIDROGRAMA DE ESCORRENTÍA GENERADO POR UN EPISODIO DE TORMENTA"**

AÑO	PRESUPUESTO	CONSIGNACIÓN PRESUPUESTARIA
2011	57.100,00 € (5% IGIC aplicable, no incluido)	2011.45201.641

1. ANTECEDENTES

Los últimos fenómenos meteorológicos adversos que afectaron a la Isla, tanto el 16 y 17 noviembre de 2009 como el 1 febrero de 2010, descargaron importantes precipitaciones originando escorrentías, tanto líquidas como sólidas, que en momentos puntuales alcanzaron caudales de avenida considerables.

Las consecuencias negativas de dichas avenidas precisan un estudio detallado del fenómeno para determinar las causas que producen los daños. En primer lugar interesa conocer, con la mayor exactitud posible, la forma espacio-temporal de las tormentas así como la magnitud total del evento y su intensidad a distintos intervalos.

Una vez caracterizado un episodio de tormenta determinado, el estudio hidrológico debe continuar con la determinación de los caudales de avenida que se genera en una superficie o cuenca vertiente a punto concreto del territorio.

Una adecuada evaluación del proceso lluvia-escorrentía permite aproximarse a valores más realistas de los caudales generados por una tormenta determinada. Para ello se precisa disponer, con el suficiente nivel de detalle, tanto de información pluviométrica como las características físicas e hidrológicas de las cuencas objeto de estudio.

En este sentido, el CIATFE ha venido desarrollado diversas herramientas informáticas que, además del almacenamiento de los datos hidrometeorológicos, facilitan su gestión y la aplicación de modelos de simulación para la obtención de resultados y su tratamiento.

En relación con el tratamiento estadístico de los datos pluviométricos diarios, que necesariamente han de intervenir en los estudios de evaluación de caudales de avenidas, actualmente se dispone de un Módulo Gestor de Tormentas (MGT). Este módulo incluye utilidades para el relleno de lagunas de datos en series, así como un sistema cálculo de mallas de precipitación para la generación de isoyetas con intervalos de 10 minutos correspondientes a un determinado episodio de lluvias.

Por otro lado, se dispone de un gran volumen de información almacenada en una base de datos geográficos, que previo análisis y validación de los mismos, ha sido objeto de una gran cantidad de trabajos preparatorios tales como la creación de mapas de pendientes, el trazado de cuencas y redes hidrográficas, etc.

A través de una herramienta específica desarrollada en el entorno de los SIG, que constituye actualmente la Guía Metodológica para el cálculo de Avenidas en Tenerife (GM), se ha podido realizar operaciones con distintas capas de información hidrológica y aplicar sus resultados en la modelización de máximas avenidas para distintos períodos de recurrencia. Sin embargo, aún no ha llegado a implementarse un módulo de simulación hidrológica para la obtención de hidrogramas de avenidas asociados a episodios de lluvia concretos.

2. OBJETO

El objeto de este servicio es el desarrollo de un:

“MÓDULO DE CÁLCULO DEL HIDROGRAMA DE ESCORRENTÍA GENERADO POR UNA TORMENTA”.

3. NECESIDAD DE CONTRATACIÓN

Para la realización de este servicio se requiere la participación activa y directa de profesionales cualificados con conocimientos de informática e hidrología. Dado el actual grado de ocupación del personal de este Consejo Insular de Aguas, no se dispone de los medios personales y materiales para la realización de estos trabajos y consecuentemente se precisa acudir a su contratación exterior.

4. CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO

Previo al desarrollo del módulo de cálculo, el consultor deberá elaborar y presentar a la Dirección Técnica un esquema del trabajo a realizar con el diseño y descripción del modelo de datos propuesto.

Se pretende adaptar la versión actual (2009) de la Guía Metodológica para poder calcular, en cualquier cuenca de la isla, el hidrograma producido por una lluvia realmente acaecida. El episodio de lluvia deberá analizarse previamente con el MGT, para la exportación de los ficheros de caracterización espacio-temporal de la tormenta (isoyetas cada 10 minutos) correspondiente.

El cálculo de los caudales de avenida en una cuenca se efectuará utilizando el mismo método de transformación lluvia-escorrentía establecido en la GM. Esta función actualmente permite obtener un hidrograma para cada periodo de retorno, a partir de unos patrones de precipitación y curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia previamente elaborados.

Ahora se trata de determinar, para cada instante en una cuenca determinada, la magnitud del caudal de escorrentía debido a un episodio de lluvia concreta, por lo que es necesario adecuar el proceso de cálculo para cada evento de tormenta. De acuerdo con las características de los trabajos previstos en este servicio, procede su descomposición en las siguientes fases:

1ª FASE: OBTENCIÓN DEL HIETOGRAMA DE UNA TORMENTA EN UNA CUENCA.

El cálculo del hietograma en una cuenca cualquiera de la Isla, correspondiente a un episodio de lluvia intensa, se efectuará de la siguiente manera:

En el momento de seleccionar una tormenta se procederá a eliminar la información temporal de cualquier otro episodio analizado con anterioridad y que se encuentre almacenado en memoria. A continuación, se cargará en memoria toda la información pluviométrica de la tormenta objeto de estudio (144 ó 288 ficheros de datos diezminutales, según se trate de un episodio de uno o dos días de duración), manteniendo la resolución en malla definida de antemano para la elaboración de las isoyetas (celdas de paso configurable por usuario, que abarcan todo el territorio insular).

En caso de que las celdas de los ficheros de precipitación importados desde el MGT posean un paso de malla superior a 5 metros, la herramienta deberá identificar la ubicación de cada una de las celdas de la cuenca seleccionada (de 5x5m, según la resolución utilizada por la GM) en cada una de las celdas obtenidas con el MGT para todo el territorio insular. Asimismo, deberá homogeneizarse el paso de malla de las capas de la cuenca, en función de la resolución de los ficheros raster de precipitación que se importan desde el MGT, ponderando para cada capa de información de la cuenca (como pendiente y número de curva) los valores almacenados en las celdas de 5x5m que se localizan en cada una de celdas de lluvia diezminutal.

2ª FASE: CALCULO DEL HIDROGRAMA DE LA AVENIDA GENERADO POR UNA TORMENTA

Para el cálculo del hidrograma asociado a un episodio de lluvia registrado, que haya sido tratado previamente a través del MGT, deberá incorporarse la funcionalidad de modificar valores asignados por defecto a los parámetros físicos e hidrológicos característicos de una cuenca determinada, tales como su tiempo de concentración, grado de humedad inicial o número de curva del SCS.

Tras la selección y delimitación gráfica de una cuenca, o bien después de la importación de su contorno en formato shape (ArcView), se habilitará en el menú principal de visualización de la herramienta un botón de comando para calcular el hidrograma de avenida de una tormenta. Dicho botón de comando permitirá seleccionar el episodio de lluvia a analizar. Si se dispone de información (mallas precipitación a intervalos de 10 minutos) de varios episodios de lluvia, mediante este botón de selección, se podrá elegir entre ellos para realizar distintos cálculos de caudal en una misma cuenca. Para la selección de episodios será necesario localizar el directorio donde se encuentren los resultados del análisis efectuado con el MGT.

Una vez realizada la selección de un episodio de lluvia real se habilitarán varios botones de comando, que permitirán al usuario el cambio de parámetros hidrológicos de las cuencas y el cálculo del hidrograma.

Como parámetros hidrológicos configurables cabe destacar los siguientes:

- Tiempo de concentración de la cuenca, calculado bien en función de fórmulas diferentes (California, Témez, Giandotti), o bien fijado por el usuario.
- Número de curva del SCS, cuyo valor medio en la cuenca se obtiene a partir de los criterios establecidos en la GM, según determinadas hipótesis de abstracción inicial y condiciones de humedad antecedente, sobre la base de la caracterización de toda la información física e hidrológica (pendiente, tipos de suelos, usos y cobertera) del territorio.

La versión actual de la GM se alimenta con una única capa de caracterización del NC del SCS. A efectos de proyecto de infraestructuras de drenaje territorial, la determinación de los caudales de diseño en la GM, que intervienen en su dimensionamiento, se realiza bajo el supuesto de que las previsiones de los planes generales de ordenación urbana vigentes se cumplen plenamente.

Al objeto poder analizar la influencia del grado de ejecución del planeamiento sobre los caudales de avenida, cada vez que se ejecute el módulo de cálculo se deberá permitir al usuario seleccionar una determinada capa de caracterización del NC, en función de todas las que se encuentren disponibles en el equipo. La aplicación se encargará de incluir, en todos sus informes, el identificativo de la capa de caracterización utilizada en cada caso.

Por último, una vez realizado el cálculo del hidrograma correspondiente al episodio de lluvia seleccionado en una cuenca concreta, se habilitará la presentación de informes de resultados (formato Excel y papel), siguiendo un modelo similar al utilizado en la GM.

3ª FASE: INSTALACIÓN DEL MÓDULO DE CÁLCULO Y DOCUMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA.

Al final de los trabajos, el consultor entregará en el CIATF el código fuente elaborado junto con el resto de ficheros y ejecutables de la aplicación, instalando en los equipos que se designen para ello el módulo de cálculo con las funcionalidades previstas, además de su presentación y resultados.

Asimismo, el consultor redactará un manual de usuario, donde se describan las características y los aspectos funcionales de la herramienta, con el fin de realizar cualquier consulta necesaria para su manejo.

5. HERRAMIENTAS DE GESTIÓN Y DESARROLLO

El desarrollo de la aplicación se realizará mediante el empleo de las siguientes herramientas:

- MySQL como sistema gestor de base de datos alfanuméricos, tanto por su capacidad y versatilidad de uso como por su gratuidad.
- Sistema gestor de información raster y vectorial compatible con ArcGIS-Desktop.
- Lenguaje de programación: C# o VB.NET.

6. INFORMACIÓN FACILITADA AL CONSULTOR

El CIATF facilitará al consultor la documentación necesaria, en formato vectorial (ArcView), para la preparación de una nueva capa raster de Número de Curva.

Con esta segunda capa de NC se pretende disponer de una caracterización alternativa a la que se dispone actualmente en la Guía Metodológica, elaborada a partir de las previsiones del planeamiento y donde se incluyeron también las zonas de expansión urbanística.

Con ello se trata de obtener, siguiendo la metodología aplicada en la GM, una capa raster de la isla con celdas de 5 metros de lado que contenga los valores de NC para la situación actual. Por tanto, solo se tendrán en cuenta las teselas que contengan áreas urbanas, incluidos servicios e infraestructuras.

7. PERSONAL A DISPOSICIÓN DEL CONSEJO INSULAR DE AGUAS

El equipo de trabajo que aporte el Consultor deberá tener conocimientos de informática e hidrología y, en particular, de las características del régimen pluviométrico extremo y del territorio para el análisis de avenidas por métodos hidrometeorológicos.

El personal que intervenga en cada una de las fases en que se ha estructurado está asistencia será, preferentemente, el mismo; en cualquier caso el interlocutor entre el Consultor y la Dirección Técnica será siempre la misma persona (jefe de proyecto).

Aunque no se requiere que el jefe del proyecto resida en la Isla, este deberá desplazarse a la misma al menos en una ocasión, debiendo acudir, además, siempre que lo solicite la Dirección Técnica.

8. SUPERVISIÓN DE LOS TRABAJOS

El desarrollo de los trabajos será supervisado por el Director del Contrato que designe el Consejo Insular de Aguas de Tenerife para tal cometido.

9. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo para la realización del servicio será de **2 meses**.

10. PRESUPUESTO

Teniendo en cuenta las distintas fases en que se dividen los trabajos descritos en el apartado 4, el presupuesto del presente servicio es el que se determina a continuación:

FASE	TRABAJO	IMPORTE (€)
Fase 1:	Obtención del hietograma de una tormenta en una cuenca	
	Subtotal	20.000,00
Fase 2:	Cálculo del hidrograma de la avenida generado por una tormenta	
	Subtotal	27.100,00
Fase 3:	Instalación del modulo de cálculo y documentación de la herramienta	
	Subtotal	10.000,00
TOTAL DE EJECUCIÓN SIN IMPUESTOS		57.100,00
	Impuesto General Indirecto Canario (IGIC) 5%	2.855,00
TOTAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		59.955,00

El impuesto aplicable a este servicio sería el tipo general del 5% por lo que, añadiendo el coste del IGIC (2.855,00 €), el coste total de prestación del servicio con impuesto incluidos asciende a la cantidad de CINCUENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS (59.955,00 €).

11. CERTIFICACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

La Dirección Técnica verificará los trabajos realizados por el Consultor en base a la documentación aportada por éste en relación con las tres fases en que se ha dividido este servicio.

Como resultado de dicha verificación y de la valoración consiguiente, la Dirección Técnica emitirá la correspondiente certificación, que deberá acompañarse de la documentación correspondiente junto con la expedición de la respectiva factura del Consultor para su tramitación, de acuerdo con la siguiente forma de abono:

1ª) FASE	A la terminación de esta fase, una vez concluido el desarrollo de funcionalidades para la obtención del hietograma de una tormenta para una cuenca determinada	20.000,00 €
2ª) FASE	A la terminación de esta fase, una vez concluido el desarrollo de funcionalidades para el cálculo del hidrograma de la avenida generado por una tormenta	27.100,00 €
3ª) FASE	A la terminación del servicio, incluida la instalación del Módulo y entrega final de ficheros, aplicaciones y programas fuentes, así como del manual de usuario.	10.000,00 €

12. RECEPCIÓN Y FORMATO DE LOS TRABAJOS

La documentación generada durante las distintas fases en que se ha dividido el trabajo, tanto en formato papel como en formato digital, se entregará en la sede del Consejo Insular de Aguas.

Entre los ficheros a entregar, se incluyen tanto los informes elaborados (Word) como los ficheros de almacenamiento de datos de tipo alfanumérico (bases de datos compatibles con programas de Microsoft) y geográficos (formato raster y vectorial compatibles con ArcView), además del código fuente de los programas desarrollados para la aplicación.

13. RECEPCIÓN Y FORMATO DE LOS TRABAJOS

Se presentarán en las oficinas del Consejo Insular de Aguas de Tenerife, al finalizar el plazo de ejecución de los trabajos.

14. CONFRONTACIÓN Y RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS

A la conclusión de los trabajos el Consultor hará entrega de la documentación elaborada con los mismos.

Además de la periódica comprobación sobre la idoneidad de los trabajos parciales realizados, **en el plazo de un (1) mes** desde la entrega del Proyecto, el Director Técnico comprobará la adecuación del mismo al Pliego de Condiciones y Normas exigidas en el contrato y verificará que el servicio prestado

se ajusta a las características del mismo, procediendo a ratificarlo con su firma en caso de encontrarlo idóneo.

Durante ese mes, contado a partir de la entrega, el Director Técnico podrá requerir del Consultor aclaraciones, rectificaciones o correcciones antes de su RECEPCIÓN.

15. PLAZO DE GARANTÍA

Se establece como plazo de garantía para el presente contrato UN (1) MES contado a partir de la suscripción del correspondiente ACTA DE RECEPCIÓN de los trabajos.

16. PROPIEDAD DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos realizados para esta asistencia serán propiedad del CIATF, y éste podrá reclamar en cualquier momento que se le entregue cualquier parte del estudio o servicio realizado, siempre que sea compatible con el programa definitivo de elaboración y no afecte al correcto desarrollo de los trabajos.

El Consultor no podrá utilizar para sí, ni proporcionar a terceros dato alguno de los trabajos contratados, ni publicar, total o parcialmente, el contenido de los mismos sin autorización escrita del CIATFE. En todo caso, el Consultor será responsable de los daños y perjuicios que se deriven del incumplimiento de esta obligación.

Es todo cuanto tengo bien a informar a los efectos de su inclusión en el correspondiente Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.