



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE,
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL CANTÁBRICO

COMISARÍA DE AGUAS

PROTOCOLO GENERAL DE COLABORACIÓN ENTRE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO Y EL AYUNTAMIENTO DE RIOTORTO RELATIVO A LA PROTECCIÓN DEL MEDIO FLUVIAL Y LA PREVENCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES EN EL MUNICIPIO DE RIOTORTO

DELIMITACIÓN DE ESPACIOS FLUVIALES Y TORRENCIALES EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE RIOTORTO (LUGO)



19 DE SEPTIEMBRE DE 2011

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	OBJETIVOS	6
3.	ÁREA DE ESTUDIO	7
4.	METODOLOGÍA	8
5.	RESULTADOS	10
5.1.	CORREDORES FLUVIALES	10
5.2.	ÁMBITO DE PROTECCIÓN ESPECÍFICA DEL MEDIO FLUVIAL	12
5.3.	ZONAS TORRENCIALES.....	12

1. Introducción

Las inundaciones constituyen uno de los principales riesgos naturales en España, no sólo debido a las víctimas que se producen en ellas, sino a consecuencia también de las pérdidas materiales que generan, estimadas en un 0.1 % del PIB para las últimas décadas¹. En la mayor parte de los casos, el riesgo de inundaciones puede atribuirse a una planificación territorial que ignora o subestima la extensión real de las zonas inundables. Este desconocimiento propicia la ocupación de zonas que, con una mayor o menor frecuencia, son periódicamente ocupadas por inundaciones capaces de provocar daños personales y materiales.

Tradicionalmente, la gestión del riesgo de inundaciones se ha basado en la construcción de soluciones de tipo estructural, como es el caso de los encauzamientos, las motas defensivas y los embalses. Sin embargo, estas medidas han demostrado ser insuficientes para eliminar del todo el riesgo de inundaciones, pues únicamente reducen la superficie ocupada por las zonas inundables de forma puntual. Además, las soluciones de tipo estructural generan con frecuencia otros problemas secundarios, especialmente fenómenos de erosión y sedimentación, pérdida de la capacidad laminadora de las avenidas y degradación del ecosistema fluvial. Esta situación plantea la necesidad de desarrollar, dentro de las zonas inundables, medidas alternativas de gestión del riesgo de carácter no estructural.

La aplicación de medidas preventivas para mitigar el riesgo de inundaciones constituye uno de los objetivos básicos de la Directiva sobre evaluación y gestión de los riesgos de inundación², en la que se establece un marco común para el estudio y gestión de las zonas inundables en el ámbito de la Comunidad Europea. En sus consideraciones preliminares, esta directiva establece que *los planes de gestión del riesgo de inundación deben centrarse en la prevención, la protección y la preparación, al tiempo que, con miras a dar más espacio a los ríos, deben tomar en consideración, cuando sea posible, el mantenimiento o el restablecimiento de llanuras aluviales, así como medidas para prevenir y reducir los daños a la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural y la actividad económica* (punto 14).

Por otro lado, la *Directiva Marco del Agua*³, en la que se regula la política de la Unión Europea en materia de aguas, establece la necesidad de lograr la conservación o mejora del estado natural de las masas de agua. En su artículo primero, esta ley especifica

¹ Pérdidas por terremotos e inundaciones en España durante el periodo 1987-2001 y su estimación para los próximos 30 años (2004-2033). Ferrer Gijón, M. (dirección). Consorcio de Compensación de Seguros – Instituto Geológico y Minero de España. 126 pp.

² Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2007 relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.

³ Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

la necesidad de contribuir a *paliar los efectos de las inundaciones y sequías*, aunque no llega a desarrollar medidas concretas de actuación en este sentido.

La Confederación Hidrográfica del Cantábrico ha suscrito una serie de Protocolos Generales de Colaboración con ayuntamientos contenidos dentro de su ámbito territorial, en los cuales se establece la creación de zonas de protección fluvial y torrencial con el objeto de evitar futuras ocupaciones de las zonas inundables⁴. Estas zonas de protección comprenden sectores muy inundables que los ayuntamientos se comprometen a proteger para evitar que los nuevos desarrollos urbanísticos aumenten el riesgo de inundaciones y deterioren el medio fluvial. El establecimiento de estas zonas de protección tiene fundamento jurídico en el artículo 28.2 del Plan Hidrológico Nacional⁵, en que se indica que el *Ministerio de Medio Ambiente promoverá convenios de colaboración con las Administraciones Autonómicas y Locales que tengan por finalidad eliminar las construcciones y demás instalaciones situadas en dominio público hidráulico y en zonas inundables que pudieran implicar un grave riesgo para las personas y los bienes y la protección del mencionado dominio*. La protección de estas zonas de intensa dinámica fluvial está también amparada por la Ley de Aguas⁶, que en su artículo 11.2 establece que *los Organismos de cuenca darán traslado a las Administraciones competentes en materia de ordenación del territorio y urbanismo los datos y estudios disponibles sobre avenidas, al objeto de que se tengan en cuenta en la planificación del suelo y, en particular, en las autorizaciones de usos que se acuerden en las zonas inundables*.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es hacer una propuesta cartográfica de las zonas inundables del término municipal de Riotorto (Lugo) que sean susceptibles de recibir una protección urbanística especial, con el fin último de prevenir el riesgo de inundaciones y preservar los ecosistemas fluviales. Estos espacios estarán integrados por tres figuras de protección: *Corredores Fluviales*, *Ámbito de Protección Específica del Medio Fluvial (APEMF)* y *zonas torrenciales*.

Los Corredores Fluviales se definen como sectores de llanura aluvial con una dinámica fluvial muy activa, caracterizada por una alta frecuencia de las inundaciones y por la ocurrencia de fenómenos de erosión y sedimentación capaces de producir cambios morfológicos en la superficie del terreno durante avenidas. Los Corredores Fluviales identifican, por lo tanto, aquellas zonas frecuentemente inundables en las cuales resulta recomendable la implantación de medidas preventivas que eviten un futuro aumento del riesgo. Los Corredores Fluviales son una aproximación a lo que el Artículo 9 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico⁷ define como *zona de flujo preferente*, es decir, los sectores de vega en los que tiende a concentrarse el flujo durante de avenidas con períodos de retorno de en torno a 100 años.

⁴ <http://www.chcantabrico.es/index.php?idm=10&page=419>

⁵ Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.

⁶ Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley de Aguas.

⁷ Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas (modificado por Real Decreto 9/2008, de 11 de enero)

El APEMF constituye una zona de protección general que se añade a los Corredores Fluviales y que está compuesta por varios elementos: figuras de protección natural y contornos de protección definidos por una distancia fija a las orillas, de acuerdo con una clasificación jerárquica de la red hidrográfica. El objetivo del APEMF es definir un espacio de protección de los ecosistemas fluviales que complete la protección ofrecida por los Corredores Fluviales a través de regulaciones especiales.

Las zonas torrenciales son sectores potencialmente afectados por inundaciones de carácter torrencial en las que es previsible un aporte muy elevado de carga sólida. La mayor parte de estas zonas torrenciales están asociadas a las desembocaduras de pequeños cauces de montaña en las llanuras aluviales, donde la deposición del sedimento transportado da lugar a la formación de depósitos en forma de abanico.

3. Área de estudio

El área de estudio de este trabajo es el término municipal de Riotorto, que tiene una extensión total de 66 km² (Figura 1). La mayor parte este término municipal se ubica dentro de la cuenca hidrográfica del río Eo, perteneciente al ámbito de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico. Una pequeña parte de la superficie municipal (aproximadamente un 9 %), drena a la cuenca del río Miño, perteneciente a la vecina Confederación Hidrográfica del Miño-Sil (Figura 1).



Figura 1. Situación del T.M. de Riotorto en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico y red hidrográfica principal. Un pequeño sector del municipio se encuentra incluido dentro del ámbito de la Confederación Hidrográfica del Miño-Sil.

El municipio se encuentra atravesado por varios cauces de cierta envergadura. El río Eo discurre en el extremo oriental del municipio, definiendo el límite entre los términos

municipales de Riotorto y A Pontenova. En este sector el río Eo discurre por el fondo de un valle encajado donde no existen llanuras de inundación. El río da Orbea discurre al oeste del río Eo, atravesando el municipio de Sur a Norte para confluír, dentro del *concello* de A Pontenova, en el río Eo. Al igual que ocurre en el río Eo, el río da Orbea discurre encajado y no desarrolla superficies de vega inundables. Los ríos Machín y Carboeiro drenan el sector septentrional del municipio. Ambos cauces confluyen en las proximidades del límite municipal que separa el municipio de Riotorto del municipio de A Pontenova, dando lugar al río Riotorto, cuya confluencia con el río Eo tiene lugar en el municipio de A Pontenova. Estos dos cauces son los únicos que desarrollan llanuras de inundación de cierta entidad dentro del municipio de Riotorto.

A su salida del *concello* de Riotorto, el río Riotorto drena una superficie de aproximadamente 44 km². Las llanuras de inundación se desarrollan principalmente a lo largo de las márgenes de los ríos Machín, Carboeiro y Riotorto, con anchuras máximas de hasta 240 m en el río Machín a la altura de la población de Veiga. En general, las llanuras aluviales del municipio muestran un bajo grado de ocupación antrópica, estando destinadas principalmente a la actividad agropecuaria. La ocupación del cauce y de las llanuras de inundación es mayor en torno a la capital del municipio, donde se reconoce la presencia de rellenos antrópicos, viviendas en zonas inundables y obras de canalización (Figura 2).



Figura 2. Ejemplos de presiones antrópicas sobre el medio fluvial del término municipal de Riotorto: A) ocupación de la llanura aluvial del río Machín en As Rodrigues, la capital del municipio, y B) canalización y puente del río Carboeiros.

Los ríos del municipio de Riotorto están afectados también por algunas infraestructuras hidráulicas que reducen la continuidad longitudinal de los cauces. Estos obstáculos, formados por puentes y azudes principalmente, alteran las propiedades hidráulicas de los cauces, influenciando así el grado de inundabilidad de las llanuras (Figura 2).

4. Metodología

La delimitación de los Corredores Fluviales del término municipal de Riotorto se ha basado en la definición de la zona de flujo preferente que hace el artículo 9 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico en la modificación introducida por el RD 9/2008, en el que se combinan criterios hidráulicos, históricos y geomorfológicos. La primera fase de trabajo se ha centrado en la identificación de las principales llanuras aluviales del municipio a través del análisis de una topografía a escala 1:5 000 y de la

fotografía aérea disponible más reciente (Tabla 1). Este análisis consistió en el reconocimiento de llanuras aluviales con continuidad longitudinal, anchuras superiores a 100 m y áreas de drenaje de más de 10 km². A continuación, se han analizado los trabajos sobre peligrosidad de inundaciones que están disponibles para la zona de estudio, especialmente el «Sistema de información de zonas inundables y de avenida torrencial del Principado de Asturias»⁸. Se ha tenido en cuenta también un trabajo de detalle desarrollado más recientemente en el tramo medio de río Machín a la altura de la localidad de Ferrería⁹.

AÑO	TIPO	ESCALA	FUENTE
2001	Topografía	1:5 000	Xunta de Galicia
2006	Ortofotomapa	1:15 000	Plan Nacional de Ortofotografía Aérea

Tabla 1. Principales características del material fotogramétrico empleado.

La definición de la zona de flujo preferente que se hace en el RD 9/2008 incluye criterios hidrológicos, hidráulicos, históricos y geomorfológicos. No se dispone de información hidrológica e hidráulica lo suficientemente precisa de los cauces del *concello* de Riotorto como para abordar un análisis de estas características. Debido a ello, la delimitación de los Corredores Fluviales se ha basado fundamentalmente en la documentación de inundaciones históricas y en las características geomorfológicas de las llanuras aluviales. Tal y como se ha mencionado anteriormente, las llanuras aluviales del municipio conservan en su mayor parte sus características morfológicas naturales, por lo que esta delimitación histórico-geomorfológica resulta adecuada.

Se ha llevado a cabo un reconocimiento de los principales elementos morfológicos existentes en las llanuras aluviales del término municipal de Riotorto: escarpes separando diferentes niveles de vega, canales secundarios activos durante avenidas, depósitos de desbordamiento, etc. La interpretación de estas formas ha permitido reconocer y cartografiar aquellos sectores de vega caracterizados por la existencia de una dinámica fluvial más activa que deben ser incluidos en los Corredores Fluviales. Esta información se apoya además en los datos históricos de inundaciones recopilados para la zona.

Las llanuras aluviales del municipio de Riotorto son relativamente estrechas y sus cauces tienden a desarrollar unos cursos estables. En consecuencia, la evolución geomorfológica (cambios de trazado, retroceso de orillas, etc.) no son un fenómeno relevante en la zona de estudio, por lo que este aspecto no se ha analizado con detalle.

Los contornos de protección incluidos dentro del APEMF se han definido con respecto a los cauces de mayor orden, siendo las distancias utilizadas dependientes de la jerarquía de los cauces. Esta jerarquía se ha establecido tomando como referencia las áreas de drenaje de los cauces (A):

— Cauces principales ($A > 65 \text{ km}^2$): distancia de protección de 100 m

⁸ Creación de un sistema de información de las zonas inundables y de avenida torrencial del Principado de Asturias. Consejería de Justicia, Seguridad Pública y Relaciones Exteriores (112 Asturias). Elaborado por INDUROT, Universidad de Oviedo (2004).

⁹ Delimitación de las zonas de flujo preferente del río Machín en Ferrería (T.M. de Riotorto, Lugo). Confederación Hidrográfica del Cantábrico. Elaborado por Tragsa. (2011)



— Cauces secundarios ($10 \text{ km}^2 < A < 65 \text{ km}^2$): distancia de protección de 50 m

Estos umbrales se han modificado localmente atendiendo a criterios hidrográficos, de tal modo que la transición de una jerarquía a otra se produce coincidiendo con zonas de confluencia o cambios significativos en la morfología de las llanuras aluviales. La creación de estos contornos de protección se ha llevado a cabo a partir de una red de drenaje extraída de la topografía disponible, sobre la cual se han efectuado rectificaciones manuales en el trazado de algunos cauces. El APEMF así definido se ha modificado posteriormente teniendo en cuenta la ordenación urbanística vigente del municipio, habiéndose eliminado aquellos suelos que en la actualidad están incluidos en la categoría de Suelo Urbano.

Las zonas torrenciales del municipio de Riotorto se han identificado y cartografiado mediante el análisis combinado de la topografía y fotografías aéreas disponibles. También se ha llevado a cabo una cartografía de las cuencas de estas zonas torrenciales y un análisis de las principales propiedades topográficas que condicionan el tipo de actividad.

Finalmente toda la información cartográfica ha sido digitalizada en el formato *geodatabase* de *ArcGIS* para su posterior análisis, extracción de resultados y elaboración de mapas.

5. Resultados

En las avenidas de tipo fluvial y torrencial tienen lugar fenómenos claramente diferenciados que generan diferentes tipos de daños. En consecuencia, la exposición que a continuación se realiza trata de forma separada la definición y propuesta de las zonas de protección fluvial (Corredores Fluviales y Ámbito de Protección Específica del Medio Fluvial) y de las zonas torrenciales.

5.1. Corredores Fluviales

En este apartado de resultados se describen, en primer lugar, todos aquellos aspectos ambientales que influyen en la definición de los Corredores Fluviales del municipio de Riotorto: evolución geomorfológica de las llanuras, inundaciones históricas, régimen de avenidas e inundabilidad.

Se carece de información sobre las características hidráulicas en la zona y la topografía de más detalle disponible tiene una escala 1:5 000, un valor claramente insuficiente para definir con precisión la geometría del cauce y de la llanura de inundación. Por lo tanto, no se pueden calcular con precisión los elementos hidráulicos que definen la zona de flujo preferente (zona de graves daños y vía de intenso desagüe). Por el contrario, se dispone de abundante información sobre las inundaciones históricas y las características geomorfológicas de la zona de estudio, por lo que se plantea una delimitación de zona de flujo preferente basada, fundamentalmente, en criterios histórico-geomorfológicos.

La definición que hace el RD 9/2008 de la zona de flujo preferente específica que en su delimitación se tendrán en cuenta también criterios de tipo histórico y geomorfológico. Aunque la normativa no desarrolla con más detalle este punto, en la actualidad se está elaborando una metodología para el desarrollo del Sistema Nacional de

Cartografía de Zonas Inundables¹⁰. De acuerdo con esta metodología, la zona de flujo preferente debe contener los siguientes elementos:

- superficies con evidencias de fenómenos erosivos y sedimentarios durante avenidas, propias de zonas expuestas a calados y velocidades importantes durante avenidas;
- zonas antiguamente ocupadas por el cauce y que aún presentan un cierto grado de conexión;
- terrenos susceptibles de ser erosionados debido a la migración lateral del cauce.

Se ha llevado a cabo una cartografía de todos los elementos geomorfológicos de las llanuras aluviales del municipio de Riotorto que son susceptibles de contribuir a la delimitación de la zona de flujo preferente, en particular las siguientes (Figura 3):

- escarpes naturales o artificiales que tienden a concentrar el flujo durante avenidas;
- puntos favorables a los desbordamientos;
- topografías irregulares o depósitos recientes relacionados con fenómenos de erosión y sedimentación durante avenidas;
- rellenos antrópicos recientes que modifiquen las propiedades topográficas de la llanura aluvial.



Figura 3. Ejemplos de criterios empleados en el ajuste geomorfológico-histórico de la zona de flujo preferente: A) llanura aluvial con una altura respecto al cauce pequeña y limitada por la ladera, B) escarpe separando diferentes niveles de la llanura aluvial y C) migración de la margen derecha del río Machín a la altura de Ferraría como consecuencia de la erosión experimentada durante procesos de avenida.

¹⁰ Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. Análisis histórico y geomorfológico (borrador inédito), 122 pp.

De acuerdo con los criterios arriba descritos, se ha definido en el municipio de Riotorto un total de 45,5 ha de zona de flujo preferente. La mayor parte de esta superficie se distribuye a lo largo de los ríos Machín y Carboeiro.

Con el fin de mitigar el riesgo de inundaciones en el municipio de Riotorto, se propone la creación de un espacio de protección fluvial delimitado por la zona de flujo preferente. La protección de este espacio permitirá no sólo evitar futuros aumentos del riesgo de inundaciones en el municipio, sino que también fomentará la conservación del ecosistema fluvial de los cauces implicados.

Siguiendo los trabajos llevados a cabo por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico en otros municipios de su ámbito territorial, esta protección del espacio fluvial puede articularse por medio de un protocolo de colaboración con el ayuntamiento de Riotorto. Este acuerdo contemplaría la creación de los denominados Corredores Fluviales del municipio de Riotorto, una figura de protección urbanística basada principalmente en la zona de flujo preferente.

En relación con la prevención del riesgo de inundaciones, se recomienda que los Corredores Fluviales sean considerados como zonas inundables a efectos de la planificación urbanística del municipio de Riotorto. En este sentido, se aconseja evitar la construcción de nuevas viviendas dentro de los Corredores Fluviales definidos y, en general, cualquier uso con unos grados de exposición y vulnerabilidad elevados que no sean compatibles con el carácter inundable de los terrenos. También se recomienda evitar, dentro de estas zonas, futuras modificaciones de la topografía que puedan alterar la dinámica fluvial actual, potenciando así las funciones de las llanuras aluviales como zonas de retención de avenidas y sedimento.

5.2. Ámbito de Protección Específica del Medio Fluvial

El Ámbito de Protección Específica del Medio Fluvial del concejo de Riotorto agrega una superficie de 92,1 ha a las zonas de protección de los Corredores Fluviales. Esta figura de protección está formada en su totalidad por los contornos aplicados a los principales cauces del municipio. En el río Eo se ha aplicado un contorno de protección de 100 m por tratarse de un cauce fluvial de primer orden, mientras que en los ríos Machín, Carboeiro, Riotorto y Orbea se ha utilizado un contorno de 50 m.

A efectos de la gestión del medio fluvial, se recomienda que el Ámbito de Protección Específica del Medio Fluvial se incorpore al planeamiento urbanístico del municipio de Riotorto como una zona de protección especial orientada a la conservación de los ecosistemas fluviales. Cualquier actividad dentro de este ámbito deberá ser compatible con las medidas de protección de los espacios naturales declarados dentro del municipio, de acuerdo con la legislación vigente. En todo caso, e independientemente de la extensión ocupada por el Ámbito de Protección Específica del Medio Fluvial, deberán respetarse de modo general las servidumbres establecidas para las márgenes de los cauces por el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

5.3. Zonas torrenciales

Se han incluido dentro de las «zonas torrenciales» todas aquellas formas del relieve cuyas características y contexto geomorfológico indiquen una exposición a fenómenos de naturaleza torrencial. Desde el punto de vista geomorfológico, estas zonas torrenciales se corresponden con dos tipologías: depósitos en abanico y zonas de

desencajamiento en la desembocadura de cauces torrenciales. Ambas zonas se sitúan en los puntos donde los canales torrenciales alcanzan las llanuras aluviales de los valles principales. En estos puntos se produce una pérdida de pendiente y confinamiento que da lugar a una reducción brusca de la capacidad de transporte y a la deposición de la carga sólida durante avenidas.

Se han identificado trece zonas torrenciales de este tipo en el municipio de Riotorto. En algunos casos es posible reconocer depósitos torrenciales en forma de abanico que representan las zonas potencialmente inundables, aunque en ocasiones estas morfologías son muy suaves y pierden definición a medida que se solapan con las morfologías puramente fluviales de los fondos de valle. La existencia de infraestructuras altera en algunos casos la morfología original del depósito torrencial, condicionando la delimitación final de la zona torrencial correspondiente.

Las avenidas torrenciales suelen ser fenómenos con una recurrencia asociada de largos periodos de retorno. Debido a ello, no siempre es posible asignar periodos de retorno precisos a las zonas inundables por este tipo de fenómenos del modo como habitualmente se realiza en las llanuras aluviales. No obstante, es posible identificar aquellos sistemas con una mayor predisposición a experimentar fenómenos torrenciales muy intensos, en particular mecanismos de transporte en masa con una alta capacidad destructiva, denominados en la literatura científica como «flujos de derrubios».

Las características sedimentológicas de los depósitos torrenciales permiten deducir la ocurrencia de flujos de derrubios y otras avenidas torrenciales de alta energía. Los depósitos formados preferentemente por flujos de derrubios se caracterizan por desarrollar estructuras masivas con una granulometría muy heterométrica y una elevada proporción de matriz arcillosa. En la Figura 4 se muestra el afloramiento del único depósito torrencial del *concello* de Riotorto en el que se han encontrado características sedimentológicas asociadas a la acción de los flujos de derrubios o avenidas torrenciales análogas.



Figura 4. Afloramiento con características de flujo de derrubios en el abanico torrencial de la localidad de A Cruz.

Los abanicos torrenciales con una componente mayoritariamente aluvial tienden a formar depósitos estratificados con una mejor clasificación, redondeamiento y ordenación del material. Aunque no se puede descartar totalmente la posibilidad de ocurrencias de

avenidas de gran magnitud, estos sistemas torrenciales tienden a desarrollar un comportamiento de tipo aluvial, caracterizado por una menor concentración de carga sólida. En la Figura 5 se muestra el afloramiento de un depósito torrencial estratificado que se ha interpretado como de naturaleza aluvial. Los sistemas torrenciales con este tipo de dinámica suelen tener cuencas relativamente grandes, lo que a su vez reduce los gradientes medios y la posibilidad de que los flujos de derrubios alcancen las *zonas torrenciales* ubicadas en sus desembocaduras.



Figura 5. Afloramiento torrencial de tipo aluvial en el abanico torrencial de la localidad de Mazo (margen izquierda del río Carboeiro).

Uno de los índices topográficos que guardan una mejor correlación con el tipo de actividad torrencial dominante es la «pendiente sintética de cuenca», una variable adimensional que se define como el cociente entre el relieve de la cuenca y la raíz cuadrada de su superficie. Valores altos de la pendiente sintética de cuenca suelen estar asociados a cuencas de fuerte relieve y muy susceptibles a generar fenómenos torrenciales de transporte en masa con capacidad de alcanzar los abanicos torrenciales. El umbral de pendiente sintética a partir del cual una cuenca torrencial es susceptible de generar flujos de derrubios capaces de alcanzar su abanico varía en función de la zona geográfica considerada. Esta variabilidad es causada por la influencia que ejercen otros factores implicados (pendiente del canal, precipitaciones, substrato rocoso, cubierta vegetal, etc.).

Dentro del contexto de la Cornisa Cantábrica, diversos trabajos llevados a cabo por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico sugieren la existencia de un umbral de pendiente sintética de 0,54 como límite entre los sistemas torrenciales dominados por flujos de derrubios y los de naturaleza aluvial. Todas las cuencas torrenciales del municipio de Riotorto tienen pendientes sintéticas inferiores a 0,49, lo que sugiere que sus zonas torrenciales asociadas no son susceptibles de ser afectados por flujos de derrubios.

La única evidencia sedimentológica de la posible ocurrencia de flujos de derrubios se ha encontrado en el abanico torrencial sobre el que se asienta parcialmente la localidad de A Cruz (Figura 4). La pendiente sintética de la cuenca torrencial asociada es 0,42, un valor claramente por debajo del umbral aproximado.

Todas las zonas torrenciales cartografiadas en el municipio de Riotorto se han clasificado como «zonas torrenciales genéricas», de acuerdo con la nomenclatura empleada por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico en protocolos de colaboración para la

protección de zonas inundables en otros términos municipales. Es de esperar que estas zonas torrenciales sean afectadas en el futuro por avenidas de carácter torrencial, aunque se espera que estas tengan un carácter moderado.

Se ha optado por incluir dentro de esta categoría al abanico torrencial de la localidad de A Cruz porque, a pesar de mostrar evidencias sedimentológicas de la posible acción de flujos de derrubios, la pendiente de la cuenca al pie de la cual se desarrolla es relativamente tendida. Por otro lado, no se tiene constancia documental de ninguna avenida de carácter torrencial grave que haya tenido lugar en tiempos históricos en esta localidad. Es posible que los flujos de derrubios hayan contribuido en parte a la construcción de este depósito torrencial, pero su papel como agente generador de riesgo es relativamente menor.

Oviedo, 19 de septiembre de 2011

Este informe forma parte de la asistencia técnica (ref. 01.499-067/0411) que TRAGSA presta a la Comisaría de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino).

Coordinación

Rubén Santos Alonso

Dirección

Juan Antonio Martín Ventura

Elaboración

Alejandro Díaz Iglesias

Servicio de Estudios Medioambientales e Hidrológicos

Confederación Hidrográfica del Cantábrico

Pablo Ignacio Tirador Egocheaga



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE,
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL CANTÁBRICO

COMISARÍA DE AGUAS

**DELIMITACIÓN DE ESPACIOS FLUVIALES Y TORRENCIALES
EN EL T.M. DE RIOTORTO (LUGO)**

ANEXO CARTOGRÁFICO I – GENERAL

**DELIMITACIÓN DE ESPACIOS FLUVIALES Y TORRENCIALES
EN EL T.M. DE RIOTORTO (LUGO)**

ANEXO CARTOGRÁFICO II – ZONA 1

**DELIMITACIÓN DE ESPACIOS FLUVIALES Y TORRENCIALES
EN EL T.M. DE RIOTORTO (LUGO)**

ANEXO CARTOGRÁFICO III – ZONA 2

**DELIMITACIÓN DE ESPACIOS FLUVIALES Y TORRENCIALES
EN EL T.M. DE RIOTORTO (LUGO)**

ANEXO CARTOGRÁFICO IV – ZONA 3

**DELIMITACIÓN DE ESPACIOS FLUVIALES Y TORRENCIALES
EN EL T.M. DE RIOTORTO (LUGO)**

ANEXO CARTOGRÁFICO V – ZONA 4
