

Cómo calcular una Vía de Intenso Desagüe sin morir en el intento

Bladé Castellet, E.^{a1}, Sanz-Ramos, M.^{a2}, Escolano Tercero, E.^b

^aInstitut Flumen (UPC-CIMNE) – C/ Gran Capità s/n 08034 Barcelona, E-mail: ^{a1}ernest.blade@upc.edu, ^{a2}marcos.sanz-ramos@upc.edu y ^bCIMNE – C/ Gran Capità s/n 08034 Barcelona, E-mail: escolano@cimne.upc.edu

Línea temática | A. Hidrología y dinámica fluvial

RESUMEN

Las inundaciones son uno de los fenómenos naturales que más daños producen en el mundo (Fonseca et al., 2018; ISDR, 2009; Kron, 2005). En los últimos 20 años han causado daños superiores a 600 millones de dólares y han afectado a más de 2 mil millones de personas (UNISDR, 2015). La implementación de la Directiva Europea sobre Riesgo de inundación (DOUE-L-2007-82010, 2007), pretende paliar esta situación obligando a los estados miembros de la unión a i) identificar y seleccionar áreas de riesgo potencial de inundación (EPRIs y ARPSIs), ii) a elaborar mapas con información de peligrosidad y riesgo de inundación y iii) redactar planes para la gestión del mencionado riesgo (PGRI). La trasposición de estas normativas europeas a la regulación estatal se realizó mediante el RD 9/2008 (BOE-A-2008-755, 2008) y el RD 903/2010 (BOE-A-2010-11184, 2010), a las que hay que sumar el RD 849/1986 y las modificaciones que se han realizado al respecto en el RD 9/2008 (BOE-A-2008-755, 2008).

Los PGRI deben ser instrumentos informativos, operativos y legales orientados a la reducción del riesgo de inundación. Es por ello que en cada ámbito se debe definir la zona inundable en función de la probabilidad de ocurrencia del evento (periodo de retorno), así como las afecciones potenciales. En la legislación española antes mencionada, para la caracterización del riesgo de inundación, se debe determinar la Zona de Flujo Preferente (ZFP), que se define como la envolvente de la Vía de Intenso Desagüe (VID) y la Zona de Inundación Peligosa (ZIP) para un periodo de retorno de 100 años, y que tiene connotaciones legales para con los usos del suelo (Figura).

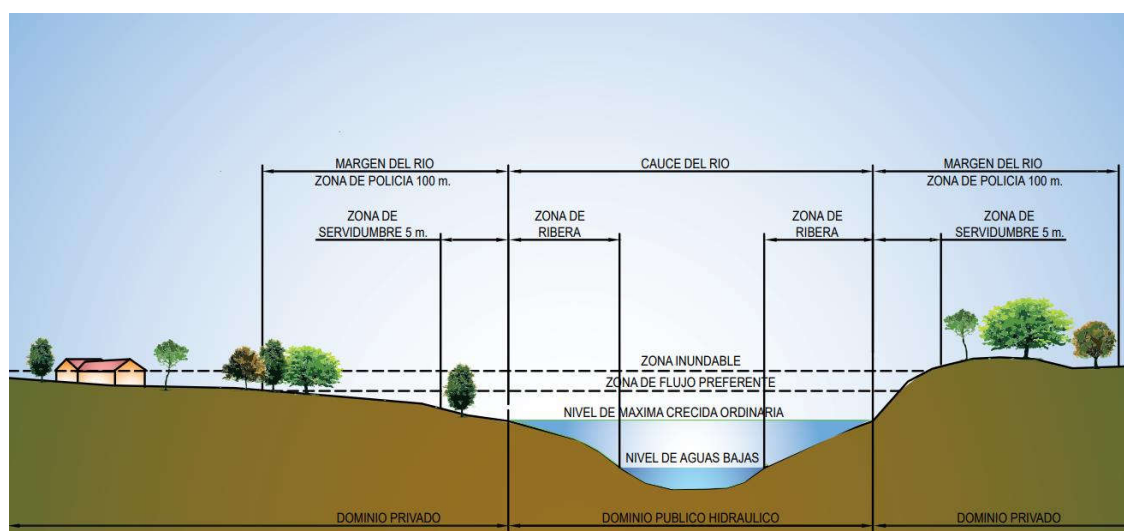


Figura 1 | Zonificación de la zona inundable (fuente: MITECO).

La definición de la ZIP es clara y concisa (RD 849/1986, artículo 9, definida como Zona de Daños Graves), y lo más importante, es función de variables hidráulicas, por lo tanto, cuantificable. La descripción de la VID en la normativa es a priori conceptualmente suficientemente clara, siendo aquella zona por la que se concentra preferentemente el flujo. Sin embargo, esta definición no es suficientemente concisa para su determinación, por lo que en el RD 849/1986 (artículo 9), se tuvo que incorporar un añadido: “[...] zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir

una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente [...]”. Sin embargo, este añadido no hace referencia a una metodología para su obtención. Es más, a diferencia de la ZIP, con esta definición o descripción de la VID, a la hora de determinarla, no existe una única solución. En general se requiere de un proceso iterativo para alcanzar una VID que cumpla con los requerimientos (un valor de sobreelevación), y en este proceso se llega a una de entre las infinitas soluciones posibles.

Bajo estos criterios, para una misma zona de estudio, puede darse el caso de que no exista una solución óptima o no se alcance la más adecuada para la finalidad que se persigue de reducción o gestión del riesgo de inundación, tomándose como válida una VID, en detrimento de otra, sin un criterio o justificación claros. De este modo, puesto que la VID forma parte de la ZFP, y es en muchos casos de mayor extensión que la ZIP, se estarían determinando con criterios poco claros las otras zonas que de la dependen de la ZFP. En definitiva, se estaría permitiendo o limitando ciertos usos del suelo en función de esta descripción (artículos 9, 9 bis, 9 ter, 9 quáter, 14 y 14 bis del RD 849/1986).

Con el fin de limitar ambigüedades y facilitar el proceso de obtención de la VID, se presenta una metodología para su obtención mediante criterios hidráulicos, basada en la simulación numérica bidimensional y en el concepto de caudal específico (q), que engloba las variables hidráulicas calado (h) y velocidad (v) en una sola. El caudal específico q representa la intensidad del flujo o caudal por unidad de ancho. Es decir, a mayor velocidad y calado en un punto, mayor será el caudal específico en ese lugar (Figura). De modo que resulta inmediato conocer aquellas zonas que más cantidad de flujo aportan y, por tanto, donde se concentra preferencialmente el flujo para una avenida.

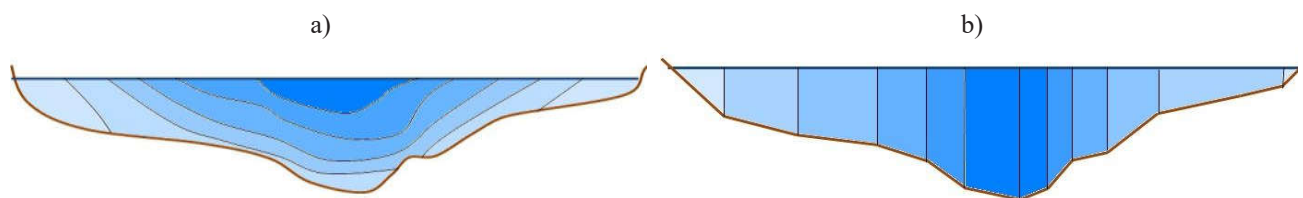


Figura 2 | Comportamiento del flujo en una sección (colores oscuros representan mayor cantidad). Distribución de velocidades (a) y de calados (b).

Esta metodología se ha implementado en el modelo Iber (Bladé et al., 2014), empleando para ello herramientas propias de GiD (Ribó et al., 1999). Dado su carácter bidimensional, es posible evaluar las variables calado y velocidad, y por tanto caudal específico, en cada elemento de la malla de cálculo y expresar los resultados en forma de mapa de caudal específico clasificado. Éste mapa será la base de partida para definir una VID reduciendo al mínimo el número de iteraciones.

En la Figura se muestran algunos de los procesos habituales para la definición de la VID. Una posibilidad es tomar como punto de partida la definición de la VID de manera “estricta”, evaluando diferentes anchos paralelos al cauce para comprobar si la sobreelevación es menor que lo estipulado (zonas en gris de la Figura a). Otra alternativa es tomar la mancha de inundación e introducir conceptos hidráulicos, como p.ej. el calado, para discriminar zonas por donde a priori pasa mayor cantidad de flujo (Figura b), y eliminar áreas cuyo calado esté por debajo de un cierto umbral (color blanco, Figura b). Así, con multitud de técnicas distintas se obtendrían infinitas vías de intenso desagüe, todas ellas válidas bajo criterios normativos.

La metodología que se propone utiliza como variable discriminadora el caudal específico. Una herramienta específica desarrollada *ad hoc* permite discriminar las zonas de mayor aportación de caudal durante la avenida y, en futuras simulaciones, concentrar el flujo únicamente en estas zonas. En la Figura c se muestra el mapa de caudal específico, donde los valores por debajo de un umbral han sido representados en blanco. Como se puede observar, en este caso las zonas por donde se concentra preferencialmente el flujo se ubican principalmente en el cauce (colores cálidos), pero puesto que el río desborda hacia la mitad del tramo de estudio, el flujo aguas abajo de este punto se distribuye por las planicies de inundación (colores fríos) mientras que el cauce pierde capacidad de desagüe (se tiende de colores cálidos [rojos] hacia colores fríos [azules]). Este efecto puede no quedar representado bajo un criterio hidráulico basado exclusivamente en el calado (Figura b), donde zonas de calado reducido pueden tener una aportación de caudal importante por producirse elevadas velocidades (resaltadas en negro en la Figura b y Figura c), por lo que no deberían ser excluidas de la VID.

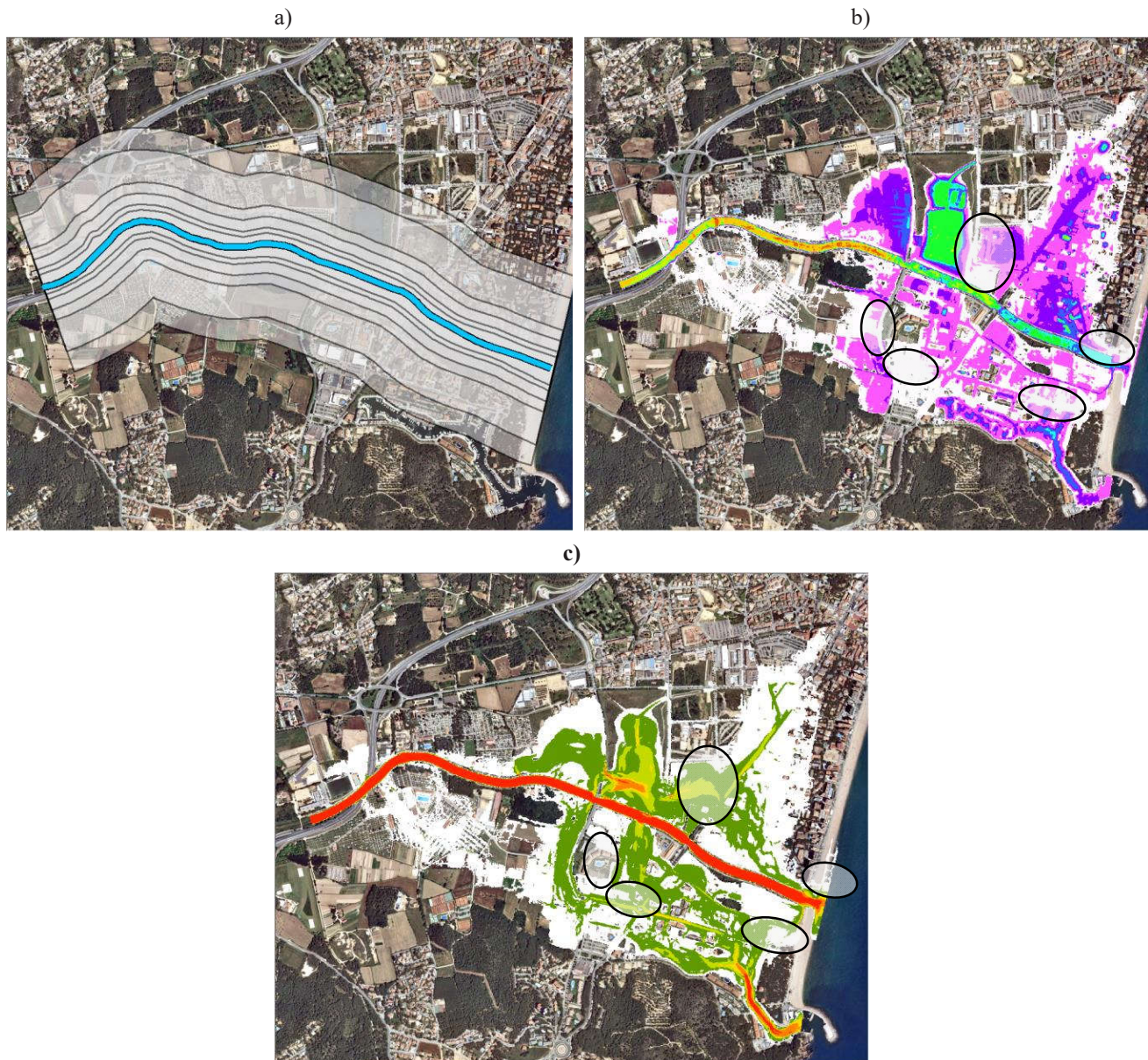


Figura 3 | Ejemplos de caracterización de una VID en un entorno urbano cuyo cauce se encuentra desconectado de las llanuras de inundación mediante un encauzamiento. (a) Definición de la VID mediante zonas equidistantes (en gris) al eje del río (en azul). (b) Definición de la VID mediante un análisis hidráulico simplificado (por calados). (c) Definición de la VID aplicando la metodología propuesta.

La metodología sigue, por tanto, una caracterización idéntica a la empleada para la definición de la ZIP (velocidad y calado del flujo), pero empleando el concepto de “zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas” (RD 849/1986, artículo 9) a través de la variable caudal específico (q). Además, si se escoge un criterio adecuado, la VID obtenida con esta metodología incluiría parte de la ZIP, por lo que se estaría optimizando también la definición de la ZFP al minimizar el número de iteraciones. Finalmente destacar el desarrollo de herramientas específicas en Iber que facilitan el manejo de la interfaz en el proceso descrito anteriormente.

REFERENCIAS

Bladé, E., Cea, L., Corestein, G., Escolano, E., Puertas, J., Vázquez-Cendón, E., Dolz, J., Coll, A., 2014. Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos. *Rev. Int. Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ing.* 30, 1–10. doi:10.1016/j.rimni.2012.07.004

BOE-A-2008-755, 2008. Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.

BOE-A-2010-11184, 2010. Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.

DOUE-L-2007-82010, 2007. 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.

Fonseca, A.R., Santos, M., Santos, J.A., 2018. Hydrological and flood hazard assessment using a coupled modelling approach for a mountainous catchment in Portugal. *Stoch. Environ. Res. Risk Assess.* 1. doi:10.1007/s00477-018-1525-1

ISDR, 2009. Global assessment report on disaster risk reduction. United Nations, Geneva, Switzerland.

Kron, W., 2005. Flood Risk = Hazard · Values · Vulnerability. *Water Int.* 30, 58–68.

Ribó, R., De Riera, M., Escolano, E., 1999. GID Reference Manual. Ed. CIMNE, Spain.

UNISDR, 2015. The human cost of weather related disasters (1995-2015).