

## **Evaluation of the risk due to fluvial flooding in vehicles and road infrastructures at basin scale**

Las inundaciones pueden llegar a desestabilizar los vehículos y estos, a su vez, pueden exacerbar los efectos negativos de las inundaciones cuando son arrastrados por el flujo, generando no solamente pérdidas económicas sino también de vidas humanas. En las ciudades, la mayor parte de las muertes durante las inundaciones ocurre al interior de los vehículos (Jonkzman and Kelman 2005; Drobot *et al.* 2007; Kellar and Schmidlin 2012). En áreas sujetas a inundaciones relámpago, casi la mitad de las víctimas son pasajeros atrapados en sus propios vehículos (Versini et al. 2010a)

Entre las partes de las vías que resultan afectadas por las crecidas de los ríos se encuentran los puentes, las cuales son obras de infraestructura muy importantes. Un alto porcentaje de los fallos de los puentes a nivel mundial se presenta como consecuencia de las crecidas de los ríos, lo cual tiene un impacto altamente negativo en los vehículos y los sistemas de transporte.

Debido a esto, con el fin de realizar una adecuada gestión de las inundaciones es necesario determinar el riesgo de inestabilidad al que están sometidos los vehículos en una zona inundable. Sin embargo, a pesar del impacto negativo de las inundaciones, a la fecha se dispone de pocos estudios que permitan determinar los efectos negativos que las condiciones climáticas generan sobre los sistemas de transporte (Molarius et al., 2014).

En la presente investigación se desarrolló una metodología para calcular este riesgo a partir de las características las crecidas, los puentes, los vehículos, y el tráfico vehicular. En esta metodología el riesgo se determina a través de la integral estadística de la amenaza de inestabilidad y la vulnerabilidad de los coches. En áreas urbanas y stream crossings la amenaza se establece a través de una función de estabilidad de autos parcialmente sumergidos, las características geométricas de los vehículos y las características hidrodinámicas de las crecidas (calados y velocidades) y su probabilidad de ocurrencia, mientras que la vulnerabilidad se calcula por medio de la combinación de la susceptibilidad y la exposición de los coches.

En puentes, la peligrosidad se obtiene a través del análisis de los datos de caudal disponibles y la vulnerabilidad mediante el análisis del estado estructural del puente, las características de la cuenca y del cauce aguas arriba y aguas abajo de la estructura, la estabilidad del canal y la potencial acumulación de acarrees.

La metodología desarrollada se implementó para determinar el riesgo en los siguientes casos de estudio, los cuales están localizados en territorio español: (i) en las áreas urbanas correspondientes a los municipios de Alfajar y Massanassa, (ii) en los sitios de intersección entre vías y ríos localizados en el municipio de Godelleta; y (iii) en 12 puentes fluviales. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, lo cual podría estar indicando que el método propuesto tiene en cuenta los elementos más importantes que deben considerarse al establecer este tipo de riesgo.

La metodología desarrollada permite obtener un panorama detallado del riesgo de desestabilización de los vehículos debido a inundaciones en una zona determinada. En consecuencia, la implementación de esta metodología puede ayudar a disminuir los efectos negativos antes y durante este tipo de eventos, resultando de gran ayuda para las entidades encargadas de la planificación urbana y de la protección civil con el fin de diseñar e implementar acciones que permitan disminuir los efectos negativos de las inundaciones.