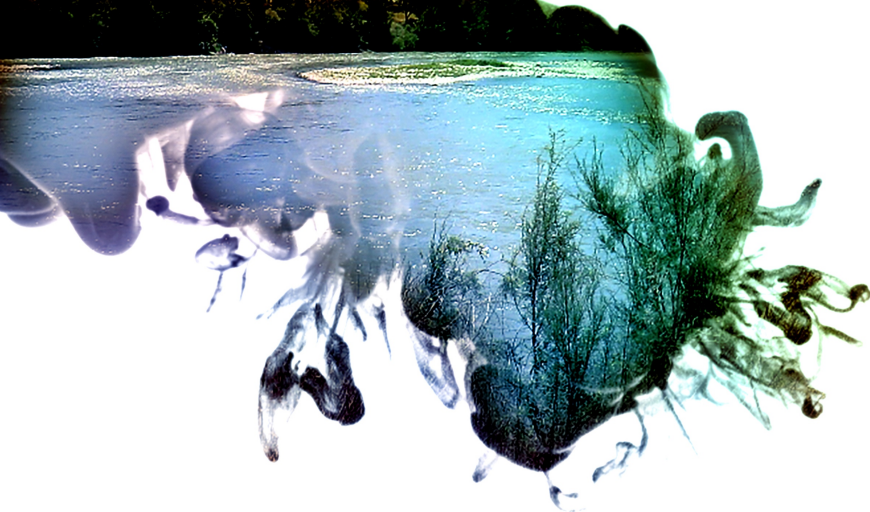




X aniversario de
la Exposición
Internacional 2008

#10ZGZH2O

Convivencia entre ciudad y crecidas fluviales. Cómo paliar y evitar los daños de las inundaciones en la ciudad.

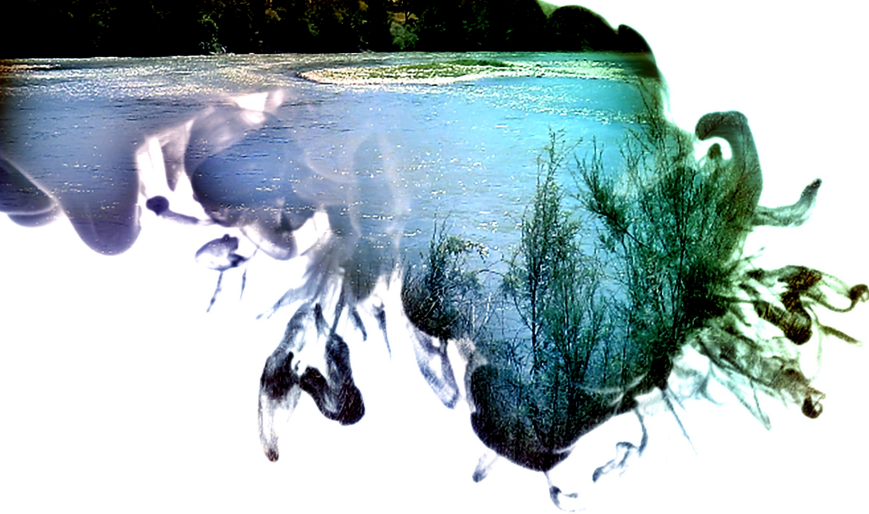
Fernando Magdaleno Mas

*Dirección General del Agua, Ministerio para la
Transición Ecológica*

1. El cambio de visión sobre los ríos urbanos

Los ríos han constituido, desde la antigüedad, elementos del territorio con un gran atractivo para el asentamiento de poblaciones humanas. Muchas de las grandes civilizaciones históricas se desarrollaron alrededor de los ríos y de sus llanuras aluviales. En Mesopotamia, las riberas de los ríos Tigris y Éufrates vieron florecer sucesivas civilizaciones –sumerios, babilonios y asirios–, el Imperio Egipcio se desarrolló a lo largo del valle del Nilo, y otras grandes arterias fluviales acogieron igualmente algunos de los asentamientos de mayor trascendencia histórica (como los existentes a lo largo de los ríos Amarillo, Danubio, Ebro, Guadalquivir, Indo, Ilissos, Mosela, Po, Tíber, Rin, o Ródano, por citar algunos de los más importantes).

Esas primeras fases de colonización de los espacios fluviales se caracterizaron por el deseo humano de convivir con las inundaciones, siguiendo los (por entonces aún poco conocidos) ritmos naturales de los regímenes hidrológicos. Posteriormente, ese



X aniversario de
la Exposición
Internacional 2008

#10ZGZH2O

enfoque de mera convivencia se transformó en un deseo de utilizar las zonas inundables para la producción de alimentos y otros productos indispensables para la supervivencia humana. Con el paso del tiempo, los avances tecnológicos y el desarrollo demográfico y socioeconómico alentaron el intento de controlar las inundaciones en el medio urbano, a través de medidas estructurales de defensa y estabilización de los ríos. Los problemas generados por esta visión centrada en la protección estructural obligaron a dar paso, paulatinamente, a medidas relacionadas con el incremento de la resiliencia, en un intento por reducir los daños causados por las inundaciones. Finalmente, los últimos años han sido los del reconocimiento de la imprescindible necesidad de gestionar los riesgos de inundación, y de la adopción de soluciones integradas capaces de afrontar problemas tan complejos como los que conllevan las crecidas fluviales en las ciudades (Fig.1).

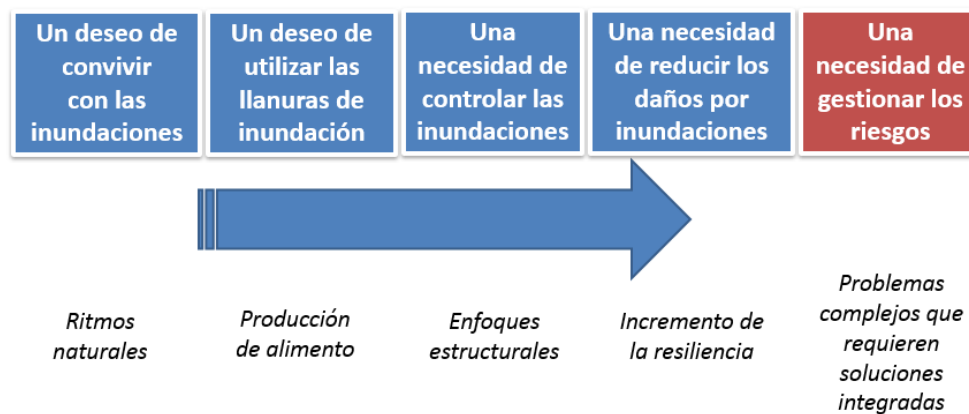
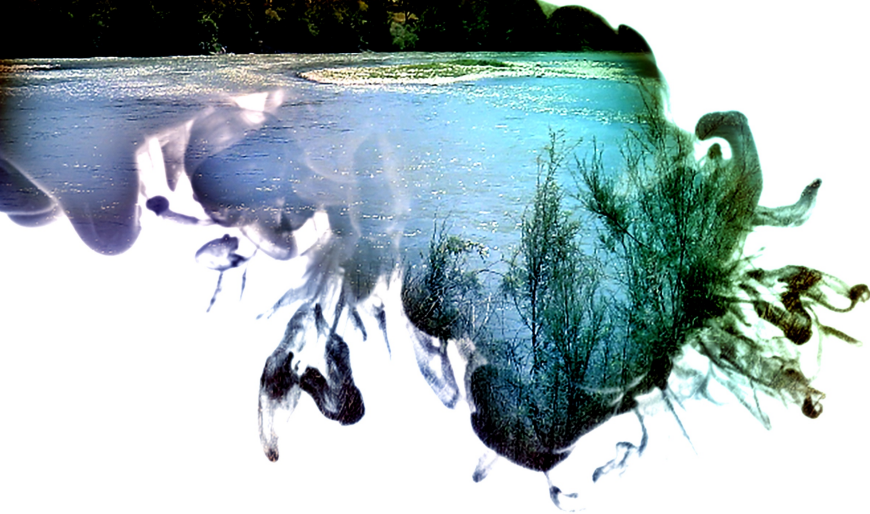


Fig.1.- Evolución temporal de la aproximación dominante en la gestión de inundaciones
(Basado en Sayers *et al.*, 2013).

2. Pilares del cambio de paradigma sobre la gestión de las crecidas fluviales

Esta evolución en la aproximación al fenómeno de las crecidas fluviales en entornos urbanos ha sido impulsada por diversos cambios normativos, por el avance en el conocimiento científico-técnico, y por un progresivo reencuentro de la sociedad con los ríos urbanos, replanteándose la manera en que se puede afrontar la ocurrencia de ese tipo de fenómenos hidrológicos extremos.

En lo referente a las cuestiones normativas, debe destacarse como hito relevante la aprobación de la Directiva relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación



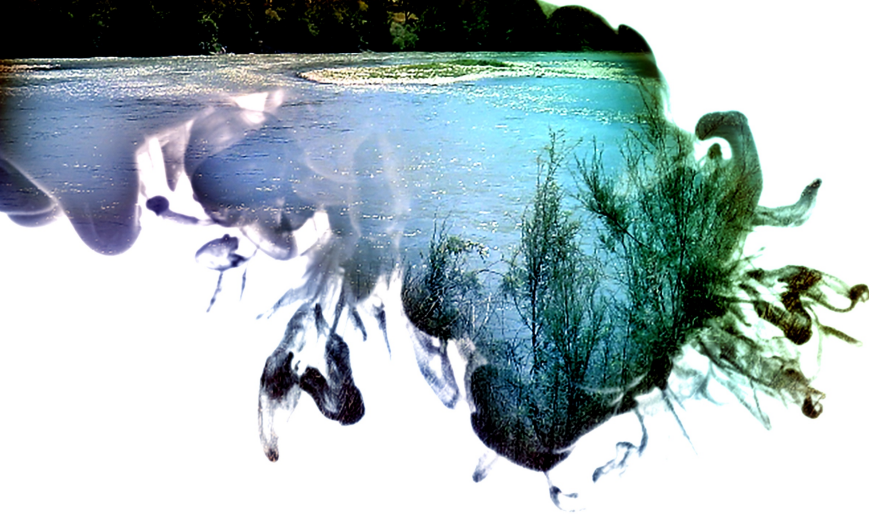
X aniversario de
la Exposición
Internacional 2008

#10ZGZH2O

(2007/60/CE) y su transposición a España mediante el Real Decreto homónimo (R.D. 903/2010). Dicha Directiva reconoce que las inundaciones son fenómenos naturales que no pueden evitarse, pero que sí resulta preciso mitigar sus efectos negativos mediante la adopción, en todas las superficies que lo requieran, de mapas de peligrosidad y riesgo, y de planes de gestión del riesgo de inundación. Estos planes deben tener en cuenta “aspectos pertinentes tales como los costes y beneficios, la extensión de la inundación y las vías de evacuación de inundaciones, así como las zonas con potencial de retención de las inundaciones, como las llanuras aluviales naturales, los objetivos medioambientales indicados en la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE), la gestión del suelo y del agua, la ordenación del territorio, el uso del suelo, la conservación de la naturaleza, y la navegación e infraestructuras de puertos”. En resumen, plantea y exige una ordenación territorial que contribuya a armonizar la dinámica territorial con la fenomenología hidrológica extrema...y sugiere la adopción de medidas relacionadas con un amplio número de componentes de ese territorio.

Por lo que se refiere a las nuevas aproximaciones científicas y técnicas al problema de las crecidas urbanas, se empezaron a consolidar a comienzos de los años 90 en diversos países europeos y norteamericanos, estableciendo un cambio de paradigma desde la “defensa frente a las inundaciones” a la “gestión del riesgo de inundaciones”. En términos generales, las aproximaciones estrictamente basadas en el control y la defensa frente a los eventos extremos fueron reemplazadas por otras más basadas en la necesidad de dar espacio a los caudales de crecida. Este cambio de enfoque contribuyó a la priorización de estrategias relacionadas con los procesos naturales, la planificación territorial y la ordenación de cuencas (DEFRA, 2005; Butler & Pidgeon, 2011). El concepto de “riesgo de inundación” pasó a entenderse como el producto de la probabilidad de ocurrencia de las inundaciones por sus consecuencias, o bien como el producto de la peligrosidad de los eventos hidrológicos, por la exposición y vulnerabilidad de la sociedad frente a las crecidas e inundaciones. De manera que la “gestión del riesgo de inundación” comprendería un ciclo continuo de evaluación, implementación y mantenimiento de las medidas de gestión del riesgo, con objeto de alcanzar unos riesgos residuales aceptables, y considerando todos los costes y beneficios asociados (Klijn *et al.*, 2008).

En cuanto a la dimensión social de las crecidas fluviales en entornos urbanos, diversos trabajos han recopilado datos relativos a los daños humanos y materiales causados por ese tipo de fenómenos durante las últimas décadas. Según datos de UNESCO, alrededor de 1.000 millones de personas vivían en zonas inundables en la primera década de este



X aniversario de
la Exposición
Internacional 2008

#10ZGZH2O

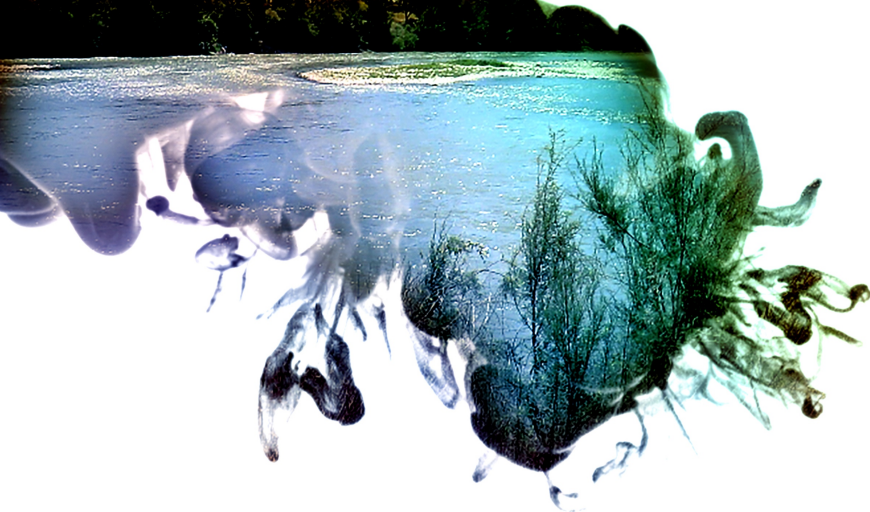
siglo, siendo las crecidas y las características de dichos asentamientos la causa de la mitad de los fallecimientos relacionados con desastres climáticos en el mundo. Los daños humanos y materiales relacionados con las crecidas estarían incrementándose durante los últimos años (Fig.2), debido al incremento de la población asentada en llanuras de inundación, a los cambios en los usos del suelo, y a los cambios climáticos de diversa índole (Baldassarre *et al.*, 2013). Con objeto de paliar estas tendencias, se han venido proponiendo la adopción de técnicas relacionadas con la percepción del riesgo sobre el potencial impacto de las crecidas (Buchecker *et al.*, 2013), o bien con el desarrollo de mecanismos de gestión social del riesgo de inundaciones basados en los análisis de vulnerabilidad, y en los análisis de mejora de la percepción social gracias al diseño y puesta en práctica de estrategias de comunicación del riesgo (Proyecto DRAINAGE - Bodoque *et al.*, 2018).



Fig.2.- Causas y conflictos relacionados con la aproximación “tradicional” al fenómeno de las crecidas fluviales en entornos urbanos.

3. Herramientas novedosas para la gestión de las crecidas en las ciudades

Frente a las aproximaciones clásicas (y generalmente monofuncionales) a la gestión de las crecidas fluviales en zonas urbanas y periurbanas, han ido surgiendo durante los últimos años un rango de técnicas alternativas para la mitigación de sus efectos, que tienen como denominador común su multifuncionalidad. Se trata de metodologías novedosas que tienen en cuenta la totalidad de los procesos implicados en el desarrollo de las crecidas, y que permiten un análisis avanzado del riesgo, así como de aspectos relacionados con la incertidumbre y su propagación.



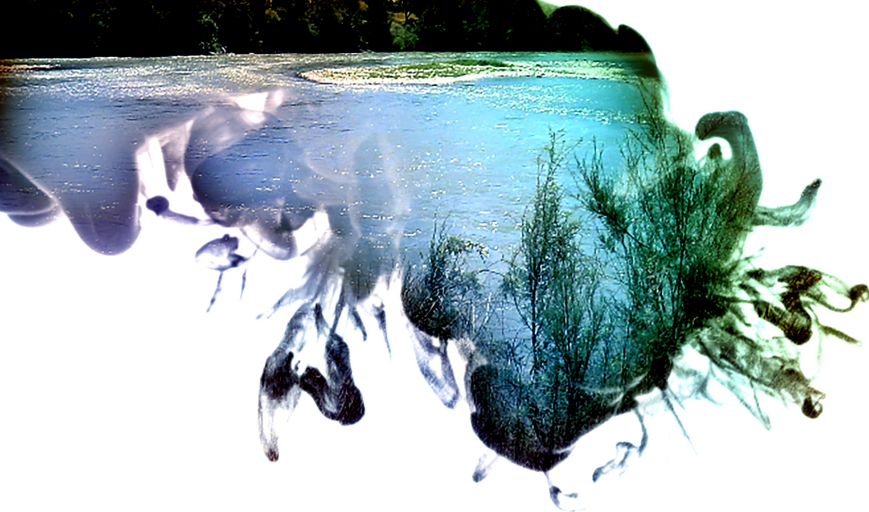
X aniversario de
la Exposición
Internacional 2008

#10ZGZH2O

Estas nuevas herramientas pueden no reemplazar en todos los casos a determinadas medidas estructurales (debido a las características de muchas tramas urbanas consolidadas), pero sí que existe un cierto consenso internacional en cuanto a la necesidad de trabajar conjuntamente con ambos tipos de medidas (estructurales-monofuncionales y no estructurales-multifuncionales), en aras de una mayor y mejor integración entre la mitigación de los efectos negativos de las crecidas, y el mantenimiento de los servicios ambientales que estas prestan a la sociedad urbana y no urbana.

Buena parte de las técnicas no estructurales citadas se asocian al concepto de las soluciones basadas en la naturaleza (*nature-based solutions*), o a la gestión de base ecosistémica (*ecosystem-based management*). En algunos casos el diseño de las soluciones puede basarse en referencias históricas del funcionamiento de las zonas inundables antes de que se produjera su paulatina ocupación, pero en otros puede estar vinculado a la gestión/recuperación “por objetivos”, en las que se potencia la importancia de mantener o restaurar determinados procesos hidro-ambientales, dentro de las constricciones y presiones cuya mitigación o eliminación es prácticamente imposible de asumir en la actualidad (Pahl-Wostl *et al.*, 2013). Se trataría de un enfoque eminentemente pragmático, en el que se buscaría dotar al territorio de la máxima potencialidad para mitigar los efectos negativos de las crecidas fluviales en zonas urbanas, pero apostando por técnicas que ofrezcan un amplio conjunto de prestaciones en términos físicos, ambientales y socioeconómicos (Magdaleno, 2017).

Como ejemplo paradigmático de estas nuevas aproximaciones, la Comisión Europea lleva algunos años promoviendo la adopción de medidas que devuelvan al territorio su capacidad para favorecer un mejor funcionamiento hidrológico y eco-hidrológico, y una mayor adaptación a los fenómenos hídricos extremos, en línea con los planteamientos de las infraestructuras verdes. Para ello, ha impulsado el desarrollo de las conocidas como “Medidas Naturales de Retención de Agua (en adelante, NWRM, acrónimo de su traducción inglesa: Natural Water Retention Measures)”. Las NWRM pueden definirse como medidas multifuncionales que plantean la protección de los recursos hídricos y la resolución de problemas relacionados con el agua a través de la restauración o mantenimiento de los ecosistemas naturales, así como de las características y atributos propios de las masas de agua, en todos los casos mediante procedimientos y procesos naturales (NWRM, 2014).



X aniversario de
la Exposición
Internacional 2008

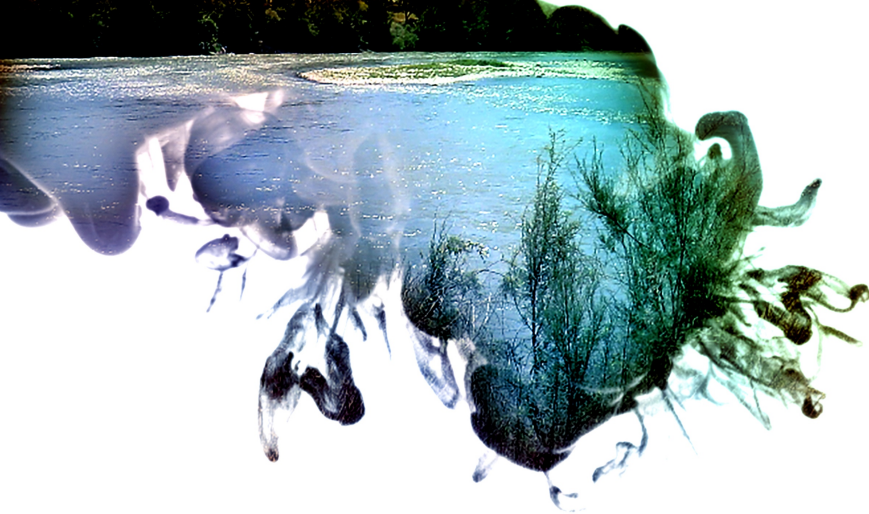
#10ZGZH2O

El principal mecanismo de acción de las NWRM es la mejora de la capacidad de retención de agua del suelo, los acuíferos y los ecosistemas acuáticos, contribuyendo al tiempo a la mejora de su estado. La aplicación de las NWRM apoya la implementación e implantación de las infraestructuras verdes, mejora el estado ecológico, químico y cuantitativo de las masas de agua, y reduce la vulnerabilidad del territorio frente a fenómenos de inundaciones y sequías. Los ecosistemas restaurados contribuyen finalmente tanto a la adaptación como a la mitigación frente al cambio climático (Strosser *et al.*, 2015). La mayor y mejor capacidad de retención de agua por parte de ríos, humedales, llanuras de inundación y otro tipo de ambientes favorece el almacenamiento superficial, subsuperficial y subterráneo durante los periodos de mayores precipitaciones, reduciendo los caudales punta y el estrés hídrico durante las épocas de sequía (Magdaleno, 2017).

Ejemplos destacados de la aplicación de este tipo de medidas pueden encontrarse en ciudades españolas como Vitoria (río Zadorra), Pamplona (río Arga) o Barcelona (río Besós), si bien existen nuevos ejemplos en desarrollo en los corredores del río Manzanares (Madrid) y del Ebro (La Rioja-Zaragoza) (Fig.3). Los ejemplos internacionales son asimismo variados, destacando las experiencias desarrolladas en Alemania, Austria, Estados Unidos, Francia y el Reino Unido.



Fig.3.- Izqda., vista parcial del Parque Fluvial del río Arga en Pamplona, en cuyo diseño y ejecución se adoptaron medidas para la retención natural del agua (Fuente: Ayto. de Pamplona); Dcha., renaturalización de la red de drenaje urbano mediante técnicas SuDS (Área de Sabadell, Barcelona).



X aniversario de
la Exposición
Internacional 2008

#10ZGZH2O

4. Conclusiones

- i. La manera de gestionar las crecidas fluviales en áreas urbanas ha evolucionado de manera significativa durante las últimas décadas, centrándose en la actualidad en la gestión integrada del riesgo que suponen para la sociedad.
- ii. La evolución del marco normativo, científico-técnico y social ha contribuido a acelerar el cambio de paradigma en la gestión de las crecidas fluviales. Ese contexto requiere la adopción de soluciones integradas e integradoras, basadas en análisis coste-beneficio y coste-eficacia, bajo diferentes horizontes espacio-temporales, y considerando la multiplicidad de funciones y servicios ambientales que proporcionan los ríos urbanos.
- iii. Tanto en el ámbito nacional como en el internacional se ha hecho evidente la necesidad de seleccionar soluciones de carácter multifuncional, capaces de aportar un amplio rango de beneficios sociales y ambientales. La convivencia de medidas estructurales y no estructurales resulta ya indispensable, especialmente si estas últimas están basadas en el enfoque de las infraestructuras verdes y de las medidas naturales de retención del agua.

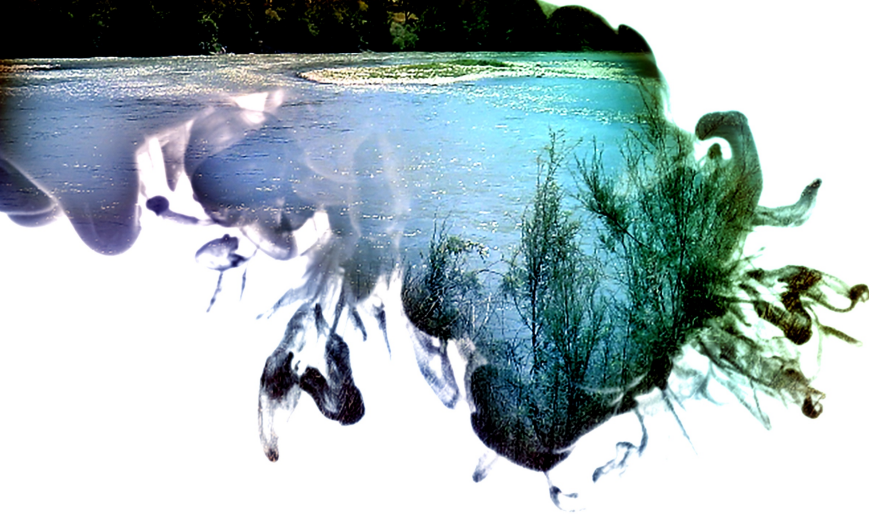
5. Referencias

Baldassarre, G.D., Kooy, M., Kemerink, J.S., & Brandimarte, L. 2013. Towards understanding the dynamic behaviour of floodplains as human-water systems. *Hydrology and Earth System Sciences* 17(8): 3235-3244.

Bodoque, J.M., Magdaleno, F., Díez-Herrero, A. 2018. Diseño de una metodología para incrementar la resiliencia ante inundaciones compatible con la mejora del estado de las masas de agua y la gestión sostenible de los recursos hídricos. *Actas de la XV Reunión Nacional de Geomorfología*, Palma de Mallorca (España).

Buchecker, M., Salvini, G., Baldassarre, G.D., Semenzin, E., Maidl, E., & Marcomini, A. 2013. The role of risk perception in making flood risk management more effective. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 13(11): 3013-3030.

Butler, C., & Pidgeon, N. 2011. *From 'flood defence' to 'flood risk management': exploring governance, responsibility, and blame*. *Environment and Planning C: Government and Policy* 29(3): 533-547.



X aniversario de
la Exposición
Internacional 2008

#10ZGZH2O

DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs). 2005. *Making Space for Water: Taking Forward a New Government Strategy for Flood and Coastal Management in England*. London, UK.

Klijn, F., Samuels, P., & Van Os, A. 2008. Towards flood risk management in the EU: state of affairs with examples from various European countries. *International Journal of River Basin Management* 6(4): 307-321.

Magdaleno, F. 2017. De la infraestructura gris a la verde. En: *Libro Blanco de la Economía del Agua*, Capítulo 14, pp.181-196. McGraw-Hill.

NWRM project. 2014. *Synthesis document n.0. Introducing Natural Water Retention Measures: What are NWRM?* European Commission, Brussels.

Pahl-Wostl, C., Arthington, A., Bogardi, J., et al. 2013. Environmental flows and water governance: managing sustainable water uses. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 5(3): 341–351.

Strosser, P., Delacámara, G., Hanus A., et al. 2015. *A guide to support the selection, design and implementation of Natural Water Retention Measures in Europe – Capturing the multiple benefits of nature-based solutions*. Final version, April 2015.