Convocatoria de Comunicaciones y 2ª Bienal de Proyectos de Edificación y Urbanismo Sostenible (Edición 2014)
ISBN-13: 978-84-697-0799-9

# INTEGRACIÓN DE SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE EN LA REHABILITACIÓN DEL ESPACIO URBANO

Ángela Lara García

Ana Prieto Thomas

*Universidad de Sevilla*

## Resumen

*Los procesos de urbanización de las últimas décadas han tenido importantes consecuencias sobre el sistema hidrológico como la canalización, soterramiento y ocupación de cauces, la impermeabilización de superficies o el incremento de la demanda y, por tanto, de los volúmenes de depuración de aguas.*

*Basándose en estos antecedentes, el proyecto de investigación Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo Urbano del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía (Aqua-Riba), pretende convertirse en una herramienta para contextualizar en nuestro territorio los planteamientos conceptuales, metodológicos e instrumentales que permitan una efectiva incorporación del enfoque eco-integrador y adaptativo de gestión del ciclo urbano del agua en los proyectos de rehabilitación arquitectónica y urbana en Andalucía. Para ello, reformula la relación de la ciudad con el agua y con otros recursos, considerando el conjunto del ciclo socio-hidrológico y la contextualización de las aguas urbanas en los sistemas naturales, además de cuestiones referidas a eficiencia y cohesión social.*

*Centrándonos en los problemas relacionados con la gestión de las aguas pluviales, la impermeabilización creciente tiene como consecuencia inmediata un aumento en la acumulación y volumen de las escorrentías de lluvia, que sobrecarga las redes unitarias, inunda zonas vulnerables y se convierte en una fuente difusa de contaminación.*

*La necesidad de afrontar este reto desde una perspectiva diferente a la convencional está conduciendo al rápido aumento a nivel mundial del uso de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), que incluyen pavimentos porosos, cubiertas verdes, captación de pluviales, zanjas y cunetas de infiltración o estanques de retención.*

*La originalidad del enfoque de Aqua-Riba, en este aspecto, consiste en insertar sus propuestas sobre SUDS en el conjunto de la evaluación general del ciclo urbano del agua (de la captación al drenaje, pasando por las aguas de lluvia, las subterráneas locales y la recirculación). Las conexiones agua-energía reciben también especial atención. Por otra parte, a través del intenso trabajo realizado, incorpora a los agentes sociales implicados en un proceso participativo de diagnóstico, identificación de objetivos, criterios de evaluación e indicadores.*

*Para el desarrollo de una metodología de proyecto adaptada al caso de la rehabilitación del espacio urbano, contextualizada en situaciones territoriales concretas, se está llevando a cabo un estudio de caso en la barriada de Las Huertas de Sevilla. La comunicación propuesta presentará el marco conceptual y metodológico del proyecto,*

aulaGREENCITIES

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

*así como los resultados de su primera fase que se viene desarrollando desde diciembre de 2013.*

***Palabras clave:*** *SUDS; Agua; Urbanismo; Rehabilitación; Participación; Eco-integrador*
**Área temática:** Actuaciones Sostenibles del espacio urbano.

## Abstract

*In the past decades, urbanisation processes have generated significant consequences for the hydrological systems as channelling, underground burying, occupation of riverbeds, extension of impervious surfaces, increase of supply and, subsequently, wastewater flows.*

*Based on these records, the research project "Sustainable Urban Water Cycle Management Systems in the Integral Regeneration Plans for Districts in Andalusia (Aqua-Riba)" expects to become a tool able to contextualize conceptual, methodological and instrumental approaches that may allow an effective incorporation of the eco-integrating and adaptive perspective of the urban water cycle management in the urban regeneration plans in Andalusia. In order to do so, the project reformulates the relationship between urban areas, water and other resources, considering the ensemble of the socio-hydrological cycle and the contextualization of the urban waters within the natural systems, in addition to issues related to efficiency and social cohesion.*

*Concerning specifically problems related to stormwater management, the increase of surface runoff leads, as an immediate consequence, to the overloading of service networks, flooding vulnerable areas while becoming a diffuse source of pollution.*

*The need of approaching this challenge from an unconventional perspective is leading to a fast increase of the use of Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) all around the world. This trend includes the implementation of porous pavements, green roofs, rain water harvesting systems, infiltration trenches, swales and/or retention ponds.*

*The innovation of Aqua-Riba's approach lies on the integration of SUDS proposals in the whole assessment of the urban water cycle (from the abstraction to the drainage, encompassing stormwater, groundwater and recirculation). Water and energy interconnections receive also particular attention. Furthermore, Aqua-Riba, throughout a intensive filed work, incorporates the different social stakeholders involved in a participatory appraisal, establishing goals, assessment criteria and indicators.*

*In the city of Seville, in Las Huertas neighbourhood, a case study is taking place in order to develop a methodology adapted to the regeneration of urban spaces, in contextualized and specific territorial conditions.*

*The proposed paper will present the conceptual and methodological framework of the project, as well as the results of its first phase which is being developed since December 2013.*

***Key Words:*** *SUDS; Water; Urbanism; Regeneration, Participation, Eco-integrated.*

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

## 1. Introducción

### 1.1. Los problemas de sostenibilidad del territorio y de los núcleos urbanos andaluces

Cada día se hace más evidente la necesidad de seguir investigando sobre la gestión del ciclo urbano del agua para abordar la creciente insostenibilidad de los modelos urbanos desarrollados, en España en general y en Andalucía en particular, durante las últimas décadas.

Con este telón de fondo, esta comunicación parte de la identificación de tres objetivos, en torno a los cuales se articulan los análisis y las propuestas que en ella se presentan:

- Rehabilitar las ciudades, proponiendo intervenir mediante estrategias innovadoras que potencien la mejora del tejido urbano existente.
- Replantear el papel de las ciudades como sumidero de recursos (hídricos, energéticos, materiales, etc.), lo que en nuestro ámbito, obliga a actualizar los procesos de gestión del ciclo urbano del agua desde un punto de vista integral y eco-adaptativo.
- Dar respuesta a las múltiples consecuencias que estos procesos de expansión urbana han tenido sobre el sistema hidrológico.

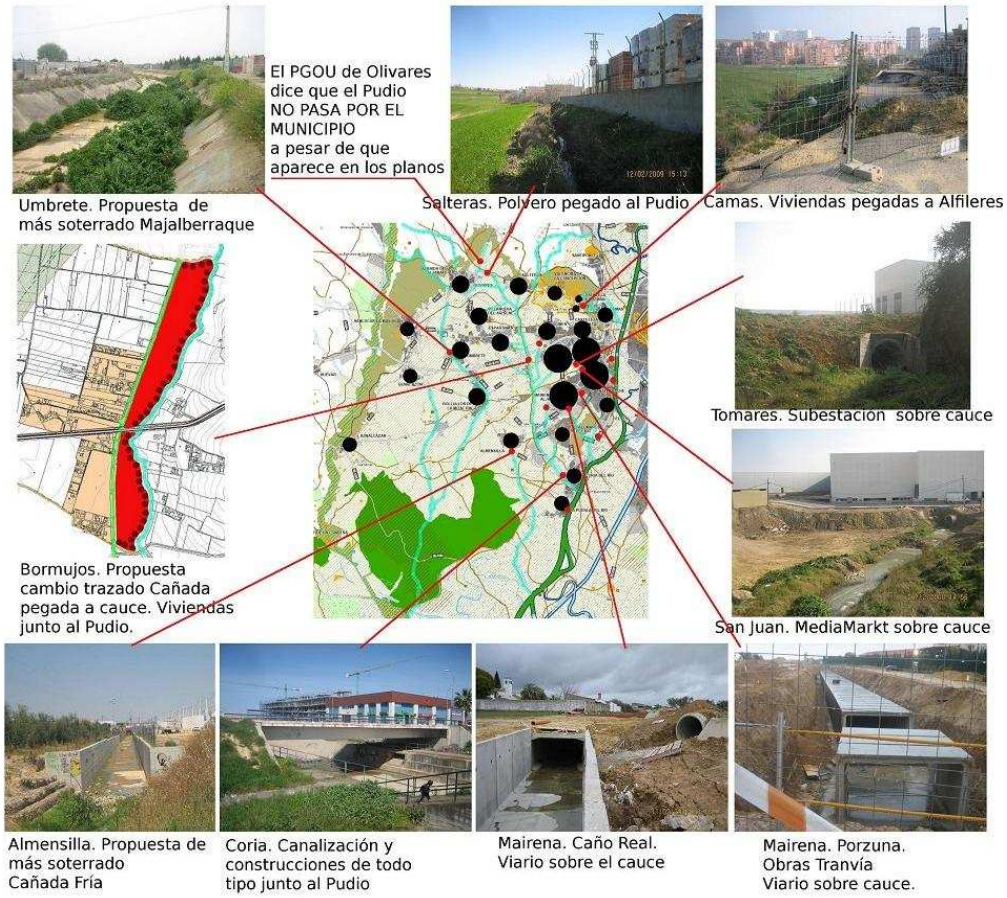


**Fig. 1. Impactos sobre la red hidrográfica del Aljarafe (Sevilla). Fuente: ADTA, 2010.**

AUGGREENCITIES

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

Basándose en estos antecedentes, el proyecto **"Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía (Aqua-Riba)",** proyecto de investigación I+D+i relativo al ámbito competencial de la Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía (2012-2013), pretende convertirse en una **herramienta para contextualizar en el territorio andaluz los planteamientos conceptuales, metodológicos e instrumentales que permitan una efectiva integración de los principios de gestión sostenible del agua en los proyectos de rehabilitación arquitectónica y urbana.**

Tras el freno de los procesos de expansión urbanística, **la labor fundamental de las políticas públicas en el ámbito arquitectónico y urbano en Andalucía se centra actualmente en la rehabilitación** de aquellas áreas que fueron construidas sin que aún se considerasen muchas de las condiciones actualmente irrenunciables, que obligan a reformular la relación de la ciudad con el agua y otros recursos, reconsiderar de manera conjunta el ciclo socio-hidrológico, contextualizar las aguas urbanas en los sistemas naturales, así como incorporar cuestiones básicas referidas a eficiencia y cohesión social, dando un papel preponderante a la participación ciudadana.

Desde este enfoque, se propone una gestión "integral" del ciclo urbano del agua que potencie un esquema más cíclico que lineal para un máximo aprovechamiento de los recursos mediante estrategias de:

- Reciclaje y reutilización de las aguas.
- Adecuación de la calidad del agua a las necesidades concretas de cada uso.
- **Gestión descentralizada del drenaje urbano que incluya sistemas de captación de pluviales.**

En concreto, esta comunicación se centra específicamente en el papel crucial de **gestión eficiente y eco-adaptativa de las aguas pluviales,** como una de las condiciones necesarias para implementar una adecuada **Gestión Integral del Ciclo Urbano del Agua**.

### 1.2. La problemática de las aguas de lluvia

Algunas de las consecuencias que han tenido sobre el sistema hidrológico los procesos de urbanización en Andalucía han sido, además del importante incremento de la demanda del recurso y consecuentemente de los volúmenes de depuración de aguas, la canalización, soterramiento y ocupación de cauces y la impermeabilización de superficies.

En concreto, el sellado creciente de las superficies generado por los desarrollos urbanísticos ha modificado la capacidad natural del suelo para retener e infiltrar las aguas pluviales. Esta alteración tiene como consecuencias inmediatas un aumento importante del volumen, los caudales punta y la velocidad de las aguas de escorrentía, que aumenta el número y gravedad de las inundaciones -sobre todo de las zonas más vulnerables-, sobrecarga las redes unitarias -con el consecuente aumento de gastos económicos y energéticos- y se convierte en una fuente de contaminación difusa.

Por otra parte, durante los últimos treinta años, los episodios de sequía y escasez de agua, por un lado, y de inundación, por otro, han aumentado en la Unión Europea de forma importante en frecuencia e intensidad, mostrando las últimas tendencias un

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

crecimiento significativo de los impactos de la inundación en toda Europa (European Commission, 2012).

En este complicado escenario, se requieren soluciones que frenen los impactos negativos generados por la impermeabilización de los suelos. En concreto, las estrategias específicas planteadas actualmente son:

- La **recuperación o restauración de las condiciones hidrológicas originales.**
- El **control de la escorrentía** mediante el aumento de la infiltración y la laminación de los caudales de pluviales.
- El **tratamiento local de la contaminación difusa** asociada a las aguas pluviales.

### 1.3. Búsqueda de soluciones en la gestión de pluviales: Drenaje sostenible *versus* drenaje tradicional

Podemos afirmar que los sistemas de drenaje convencionales han contribuido de manera incuestionable a la desnaturalización de los entornos urbanos. La filosofía de entender el agua de lluvia como "un problema del cual hay que deshacerse lo más rápidamente posible" ha provocado que las ciudades estén llenas de zonas impermeables a través de las cuáles el agua fluye rápidamente y donde la presencia de elementos naturales es escasa, con la consecuente pérdida de los ecosistemas existentes antes del desarrollo urbano (Perales, S. 2014).

La necesidad de afrontar este reto desde una perspectiva diferente a la tradicional, que combine aspectos hidrológicos, medioambientales y sociales, está favoreciendo un rápido aumento a nivel mundial del uso de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), también conocidos como Stormwater BMP's (Best Management Practices) o WSUD (Water Sensitive Urban Design) entre otras denominaciones (Urgabi EU).

La filosofía de los SUDS consiste en reproducir, en la medida de lo posible, el ciclo hidrológico natural previo a las actuaciones antrópicas. De este modo, se cumple el objetivo de disminuir la cantidad y la calidad de la escorrentía y se maximiza la integración paisajística y el valor social y ambiental de la actuación (Perales, S. 2012).

Estos sistemas de drenaje de agua superficial, que han sido concebidos siguiendo las pautas del desarrollo sostenible, se caracterizan por atenuar el flujo de agua y retenerlo a través de soluciones que permiten que se incorpore gradualmente a los cuerpos de agua receptores. Así, las aguas son cosechadas para el abastecimiento urbano y retenidas para apoyar a los acuíferos cercanos, las vías fluviales próximas y la vegetación circundante, incorporando sistemas naturales de depuración que mejoran la calidad ambiental de la ciudad.

A esta línea, el proyecto Aqua-Riba propone incorporar las estrategias propias de los SUDS dentro de un enfoque integral de la gestión del ciclo urbano del agua, incluyendo a los principales agentes sociales implicados en el proceso de intervención, que se considera continuo y revisable.

## 2. Objetivos

El objetivo principal de esta comunicación es exponer los planteamientos del proyecto Aqua-Riba en relación a nuevas estrategias, herramientas y soluciones constructivas para la integración de los SUDS en la rehabilitación del espacio urbano en Andalucía.

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

La consideración de los flujos materiales y energéticos se enmarca en procesos económicos, institucionales y culturales, territorialmente delimitados, que, en su conjunto, constituyen el metabolismo social del agua urbana. La originalidad del enfoque de Aqua-Riba consiste en insertar sus propuestas sobre SUDS en el conjunto de la evaluación general del ciclo urbano del agua (de la captación al drenaje, pasando por las aguas de lluvia, las subterráneas locales y la recirculación), incorporando, por otra parte, a los agentes sociales implicados, en un proceso participativo de diagnóstico, identificación de objetivos, criterios de evaluación e indicadores.

En este sentido, el proyecto pretende integrar diferentes enfoques innovadores desde los que, en la actualidad, se puede acometer la intervención sobre la gestión del agua en los espacios habitados, como son el urbanismo sostenible, la planificación estratégica para la gestión integral del ciclo urbano del agua o las experiencias de participación activa en procesos de rehabilitación de barriadas.

Todo ello con el objetivo de proponer la transformación de las herramientas tradicionales de intervención en la ciudad, proporcionando pautas para la implementación de nuevos procesos participados en los que la gestión del agua se incorpore como un requisito más del proyecto arquitectónico y urbano.

Entendemos que los SUDS representan una interesante alternativa/complemento a los sistemas de drenaje convencional en nuestras ciudades, proporcionando soluciones concretas a las principales problemáticas existentes en este sentido, así como una mejora de la calidad del espacio libre y de los ecosistemas urbanos.

## 3. Metodología

Los problemas actuales requieren **nuevos enfoques integradores** en la planificación y el diseño de las intervenciones urbanas, incorporando el **ciclo socio-hidrológico** como elemento fundamental del proyecto, tanto desde el punto de vista **eco-adaptativo** como de la **participación de los actores implicados**, entendiéndose ambos aspectos como base fundamental para la viabilidad de las propuestas.

Para ello, la investigación parte de un análisis exhaustivo del **estado de la cuestión,** que ha proporcionado dos elementos fundamentales para el avance de los trabajos. En primer lugar, un conjunto de fichas en las que se han **sistematizado herramientas básicas para el desarrollo de proyectos** y que serán expuestas en el apartado de resultados de esta comunicación. En segundo lugar, la identificación de los **antecedentes sobre los que basar una propuesta metodológica**, que está siendo desarrollada con más profundidad a través de la realización de un estudio de caso en la ciudad de Sevilla.

Los antecedentes mencionados se agrupan en torno a **tres enfoques complementarios**:

- Necesidad de incorporar **la sostenibilidad como premisa para la realización de proyectos arquitectónicos y urbanos.** Para ello hemos analizado los manuales producidos por los trabajos de investigación más importantes desarrollados en los últimos años, como el **Proyecto Eco-City,** centrándonos especialmente en aquellos en los que se incorpora la gestión del ciclo urbano del agua de manera explícita y como elemento fundamental en el proceso del proyecto. (Ver resumen en la Fig.2).

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

| | ARQUITECTURA Consejo Andaluz COA_CTE | ARQ. INTEGRAL Green Studio Handbook | SUST. DES. IMPLEM. Sustainable Infraestructures | AGUA ARQ. INTEG. Green Studio Handbook | INFRAEST. AGUA Sustainable Infraestructures |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | | | Conformación del equipo de trabajo | | |
| 1 | Estudio previo<br><br>Anteproyecto | Definición del problema<br><br>Datos del Proyecto | Definición de factores determinantes<br>Visión y objetivos en el contexto | Requerimientos de uso<br><br>Condiciones del Contexto | Factores a considerar<br><br>Definición de Objetivos |
| 2 | Proyecto básico<br><br>Predimensionado | Diseño del Proyecto<br><br>Testado del modelo | Diseño conceptual<br><br>Indicadores<br>Matriz y Plan de actuación | Selección tecnologías<br><br>Dimensionado Sistema | Definición de estrategias<br><br>Diseño y dimensionado |
| 3 | Proyecto de ejecución | Definición Soluciones Tecnológicas | Desarrollo del diseño<br><br>Documentación constructiva | Ubicación y diseño de elementos | Evaluación |
| 4 | Dirección de obra | Construcción | Construcción y puesta en marcha | Construcción | Construcción |
| 5 | Uso y Mantenimiento | Evaluación-monitorización | Operación y Mantenimiento | Evaluación-monitorización | Mantenimiento |

**Fig. 2. Cuadro comparativo de las fases del proyecto.**

- En segundo lugar, hemos analizado las propuestas más innovadoras en relación a las **interacciones agua y ciudad desde la perspectiva de la planificación estratégica para la gestión integral del ciclo urbano del agua**. Cabe destacar tres proyectos europeos de investigación que constituyen una fuente fundamental de información para el proyecto Aqua-Riba: los proyectos internacionales WaND, SWITCH y TRUST, este último en desarrollo en la actualidad.

- En tercer lugar, nos hemos centrado en **propuestas de intervención para la rehabilitación de barriadas con una fuerte componente de participación de los actores del proceso**, algunas más desde un ámbito teórico, como el proyecto rEactúa (*Metodología para la rehabilitación energética de bloques de viviendas*), y otras identificadas como buenas prácticas, como el caso de la rehabilitación de la barriada de Trinitat Nova en Barcelona o Ekostanden Augustenborg en Suecia.

Como conclusiones principales extraídas de este análisis y que conforman la base de la propuesta metodológica del proyecto Aqua-Riba, destacamos dos:

- **La importancia de incorporar desde el inicio al mayor número posible de actores clave del proceso**.

- La necesidad de entender **las intervenciones en el espacio urbano como procesos continuos**, en los que incorporar la evaluación de las acciones implementadas como mecanismo para la corrección de las estrategias planteadas.

AUIAGREENCITIES

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

Estos conceptos se concretan en el **esquema básico de la propuesta metodológica sintetizado en la Fig. 3.** Podemos observar cómo la intervención se concibe como un **proceso continuo** en el que las responsabilidades y decisiones recaen sobre un **conjunto de actores encargados de liderarlo.** Esto difiere notablemente de las dinámicas más tradicionales que, además de estructurar el proyecto linealmente y limitarlo en el tiempo, atribuyen al técnico el papel de director del proyecto, al promotor (público o privado) el de cliente y al ciudadano el de usuario, entendido éste como receptor pasivo. Este planteamiento modifica también las dinámicas convencionales del proyecto que se acompañan de **sesiones y herramientas para el trabajo con los actores a lo largo del proceso.**

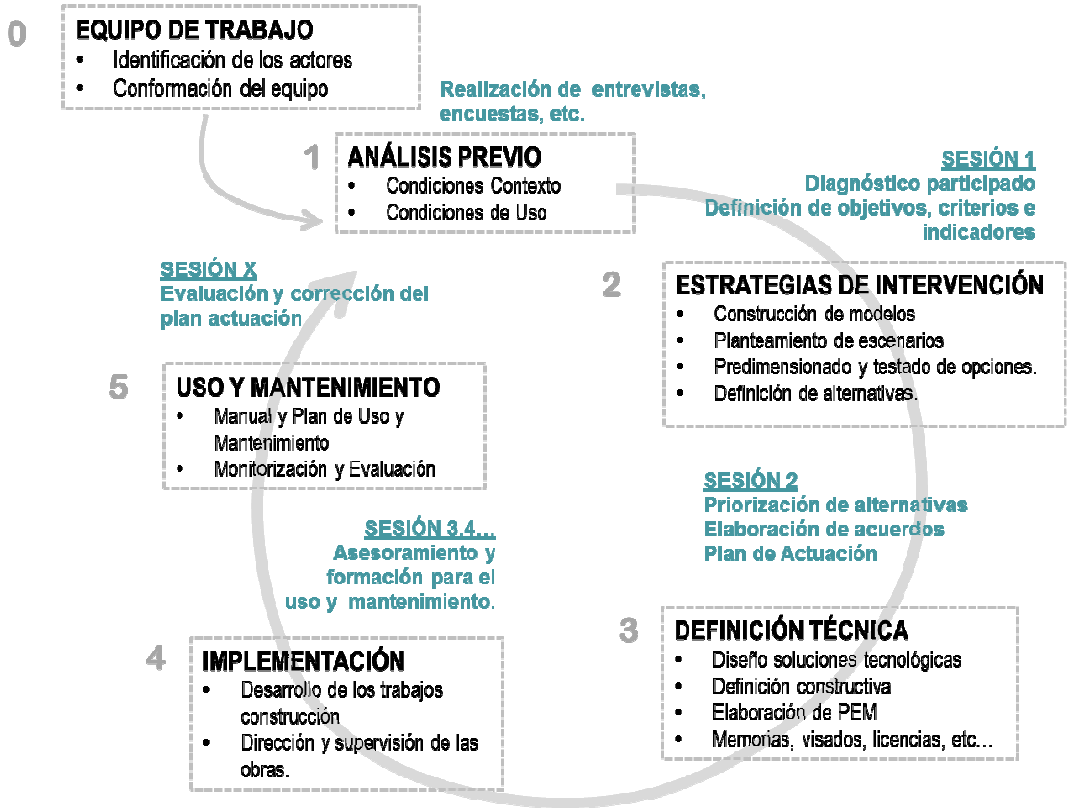


**Fig. 3. Propuesta de metodología para la intervención.**

Una vez planteado este marco metodológico, las tareas de cada una de las fases de diseño, así como el testado de la propia propuesta, **están siendo desarrolladas a través de la realización del caso de estudio.**

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

## 4. Caso de Estudio: La Barriada de Las Huertas

**Fig. 4. Vista aérea barriada de Las Huertas**

El caso de estudio fue seleccionado entre el conjunto de promociones de vivienda pública gestionadas por la **Agencia de Vivienda y Rehabilitación de Andalucía (AVRA),** en base a criterios de representatividad, diversidad de situaciones presentes y viabilidad del estudio.

La barriada seleccionada fue finalmente **Las Huertas**, en Sevilla capital. Se trata de un conjunto residencial **de 600 viviendas de promoción pública**, en régimen de propiedad y alquiler, situado entre dos grandes infraestructuras viarias. El conjunto lo constituyen cuatro núcleos edificatorios con bloques de 7 o 10 plantas, ubicados paralelamente a las infraestructuras viarias mencionadas, y una banda de espacio público longitudinal que lo separa de la avenida.

**El objetivo principal de este estudio de caso es el desarrollo de la metodología de intervención que incorpore criterios de gestión sostenible del ciclo urbano del agua en la rehabilitación de barriadas**. Se proponen seis etapas que se corresponden con la primera parte de la metodología expuesta en el apartado anterior (concretamente con el proceso de diseño, que va desde la Fase 0 a la Sesión 2), ya que se trata de un trabajo de investigación, sin que esté prevista la implementación de sus propuestas, circunstancia que ha sido expuesta de manera clara a los actores intervinientes para evitar falsas expectativas. De las fases de trabajo previstas, que se expondrán a continuación, el equipo se encuentra desarrollando en el momento de redacción de esta comunicación, aquellas que se corresponden con las etapas 0 y 1.

0.- Actores clave.

El trabajo se concreta en la realización de las siguientes tareas:

- Identificación del mapa de actores sociales: administraciones públicas competentes, gestores del agua, propietarios, usuarios y otras organizaciones representativas.
- Definición de las motivaciones de cada colectivo para su implicación en el proceso.

AUIAGREENCITIES

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

- Realización de entrevistas a personas de contacto.

Este trabajo ha permitido la detección de ciertas cuestiones clave **en relación a la gestión de aguas pluviales,** que más interesan en esta comunicación:

- Identificación de las zonas de encharcamiento.
- Nuevas obras previstas: construcción de un tanque de tormentas.
- Definición de las competencias y hábitos de gestión y riego de las zonas verdes.
- Grado de satisfacción y principales problemáticas relativas a pavimentos, arbolado, zonas ajardinadas, sistemas de alcantarillado, etc.
- Iniciativas vecinales: huerto escolar.

1. Análisis previo

La información extraída en este apartado permite caracterizar, de manera integral, el ciclo urbano del agua en la barriada en su conjunto. Su objetivo es caracterizar los flujos interconectados del mismo en base un esquema similar al de la Fig. 5

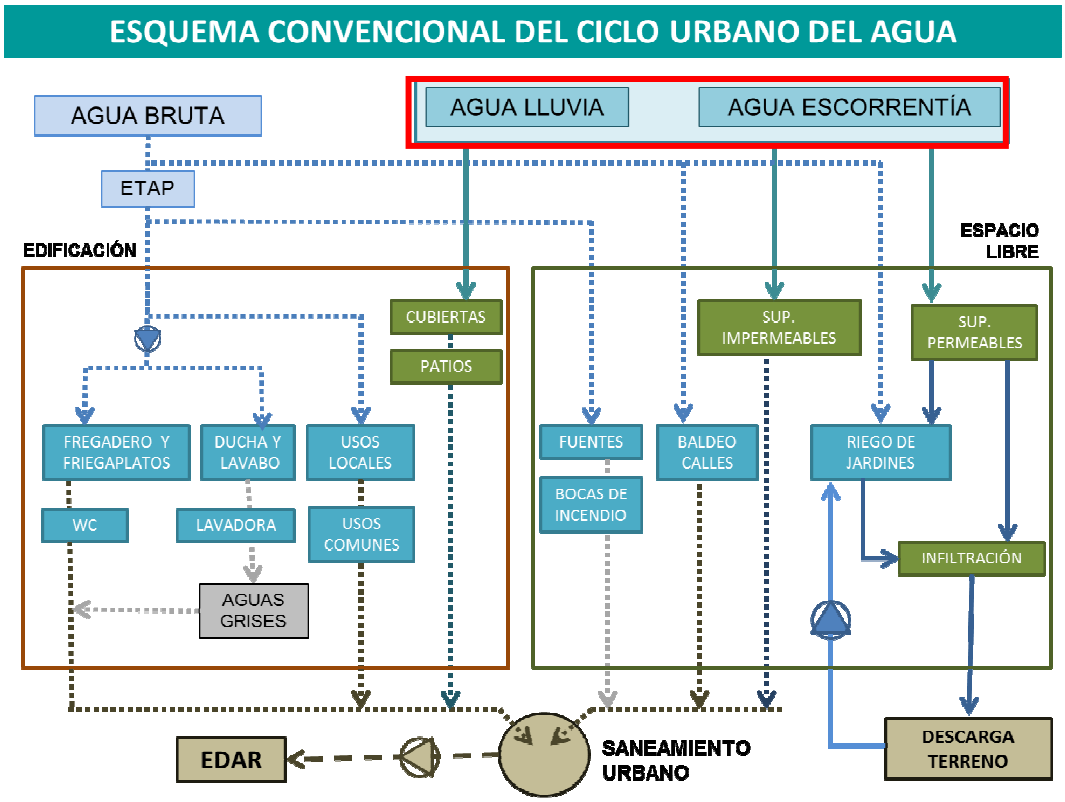


**Fig. 5. Esquema convencional del ciclo urbano del agua**

La información necesaria para caracterizar estos ciclos proviene principalmente del análisis de las condiciones del contexto físico de la barriada, así como de las condiciones de uso de las instalaciones por parte de sus usuarios. Este trabajo incluye los siguientes contenidos:

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

1.1. Condiciones de contexto:

- Condiciones urbanísticas:
  - Usos del suelo. Tipología y altura edificación.
  - Redes de abastecimiento domiciliario, riego, saneamiento y drenaje.
  - Suelo y verde urbano.
- Características de la edificación:
  - Descripción del edificio.
  - Instalaciones hidráulicas.
  - Sistemas constructivos. Calidades y patologías.
- Condiciones ambientales:
  - Orografía, geología.
  - Climatología.
  - Hidrología superficial y subterránea.
- Ciclo Urbano del Agua:
  - Instalaciones urbanas: esquema general e infraestructuras que prestan servicio a la barriada.
  - Caracterización: gastos energéticos, impactos ambientales, costes, etc.

1.2. Condiciones de uso:

- Realización de encuestas a usuarios para la obtención de datos estadísticos, incluyendo apartados relativos a:
  - Valoración de la barriada.
  - Caracterización de las instalaciones sanitarias.
  - Características del consumo.
  - Características socio-económicas del hogar.
- Obtención de datos reales.

  Siempre que sea posible, es idóneo contrastar la información obtenida de las encuestas con datos reales de consumo y del perfil socio-económico de los usuarios.

2. Sesión de trabajo con actores clave

Esta primera sesión de trabajo con los actores tiene como objetivo poner en discusión las diferentes visiones y realidades en relación a la situación actual de la barriada, de modo que se genere un **diagnóstico colectivo** en base a una visión más completa e integrada del mismo.

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

A esta sesión se ha invitado a diferentes personas pertenecientes a los grupos sociales "clave" identificados en la realización del mapa social. La primera sesión se desarrollará mediante una merienda-debate dinamizada por un facilitador, de modo que se cree un ambiente distendido y de confianza con el fin de que todas las personas participen. Del análisis de esta primera sesión se podrán extraer a su vez criterios para la selección de indicadores con los que evaluar las alternativas de intervención que se propongan.

3. Definición de alternativas de actuación

En esta fase, el equipo de técnicos se encarga de diseñar y testar las alternativas posibles de intervención en el área de trabajo en relación a las problemáticas detectadas y las prioridades establecidas en las fases anteriores.

En esta etapa es crucial la comprensión del ciclo socio-hidrológico en su conjunto, analizando la relación de las aguas urbanas con los sistemas naturales y priorizando en las intervenciones propuestas su adaptación a las condiciones del contexto físico y social del área de intervención. Las posibilidades que el enfoque eco-integrador plantea se resumen en el esquema de la Fig. 6

Uno de los objetivos principales de las fichas realizadas en el análisis del estado de la cuestión, es proporcionar la información necesaria para la realización de esta fase de los trabajos, proporcionando herramientas específicas, criterios y datos básicos para el diseño de las soluciones en cada caso.

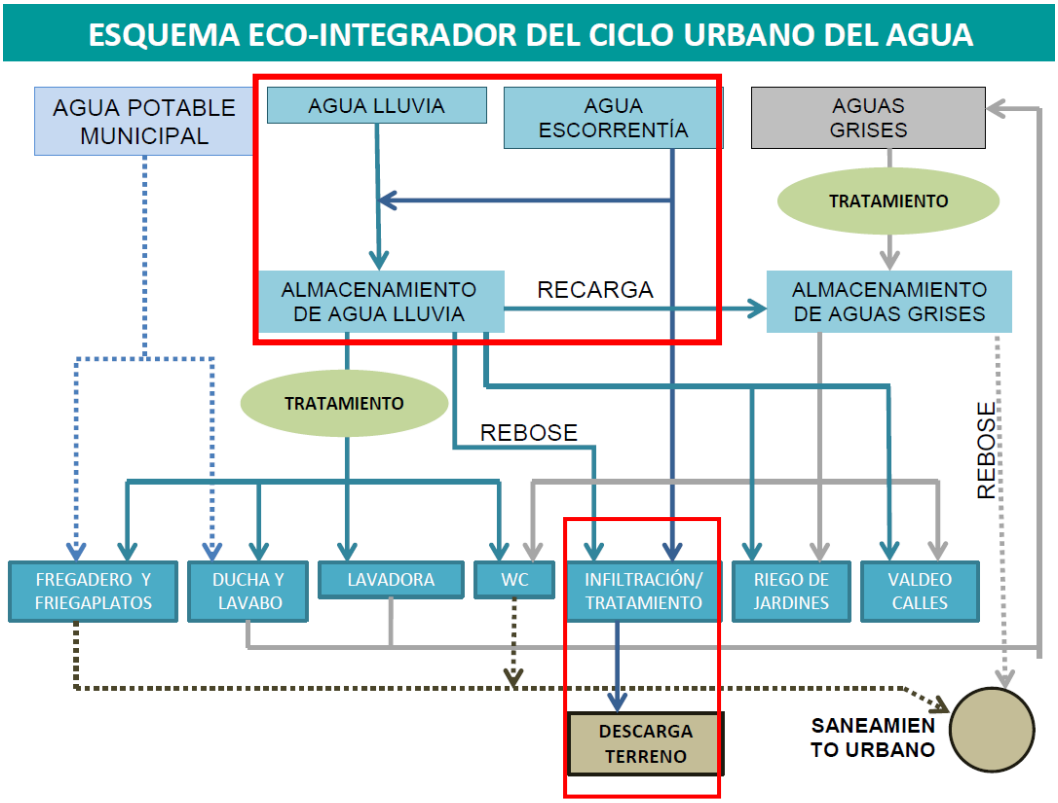


**Fig. 6. Esquema Eco-integrador del ciclo urbano del agua (destacamos aquellas estrategias propias de SUDS)**

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

4. Evaluación de alternativas.

Esta fase tiene como objetivo evaluar las alternativas de intervención propuestas desde la integración de todos los enfoques planteados, conformando una visión compleja que no sólo incorpore indicadores cuantitativos y criterios técnicos sino también aspectos cualitativos, así como las prioridades establecidos por los diferentes actores implicados.

Para ello se utiliza un método de evaluación multicriterio denominado NAIADE (Novel Approach to Imprecise Assessment and Decision Environments). Esta técnica constituye una herramienta que va más allá de la definición de la solución técnica a un problema, sino que, asumiendo la complejidad y la incertidumbre de los factores y la inconmensurabilidad de los valores e intereses en presencia, pretende estructurar el problema y facilitar las alternativas ecológica, económica y socialmente más eficientes. Constituye una herramienta para la realización de procesos de evaluación multicriterio-social, que permite, entre otras cosas, analizar las relaciones y potenciales coaliciones entre los diferentes actores que toman parte del proceso (Paneque, P., et al. 2009).

En esta fase se incluye una segunda sesión de trabajo con los actores clave que sirve para efectuar una devolución de información relativa a los análisis realizados y exponer las alternativas de intervención planteadas, de modo que pueda realizarse una discusión en la que se expongan los diferentes puntos de vista al respecto.

5. Extrapolación de resultados

Una vez concluido el estudio de caso, se efectúa una evaluación del proceso implementado y se extraen las conclusiones necesarias para extrapolar estos resultados. Con ello se pretende proponer una metodología para la incorporación de la gestión eco-adaptativa del ciclo urbano del agua en la rehabilitación de barriadas adaptada al contexto andaluz.

## 5. Resultados

El trabajo realizado hasta la fecha ha permitido al equipo del proyecto **profundizar en el conocimiento del marco referencial y contextual de la Gestión Integral del Ciclo Urbano del Agua**.

Podemos destacar, como resultado concreto, la elaboración de **85 fichas que pretenden facilitar el acceso sistematizado a la información necesaria para la realización de proyectos arquitectónicos y urbanos que incorporen la Gestión Integral del Ciclo Urbano del Agua desde una perspectiva eco-integradora**. En este apartado de resultados, analizaremos principalmente aquellas que tienen alguna relación con los SUDS.

Las fichas han sido clasificadas según las siguientes categorías y subcategorías:

1- Programas y proyectos de investigación (PPI)

Se ha realizado una selección de los 19 programas y proyectos de investigación más relevantes y útiles para la consecución de los fines del proyecto (Fig.7). Son programas de repercusión internacional liderados por equipos de investigación de reconocido prestigio en la materia.

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

Los programas analizados están dedicados, en su conjunto o mediante apartados específicos, a la gestión del Ciclo Urbano del Agua. De cada uno de ellos se ha realizado una ficha de síntesis que recoge:

- Datos principales del proyecto: organismo financiador, equipo coordinador y resto de organigrama, periodo de desarrollo y web de contacto.
- Descripción de sus aspectos más relevantes: objetivos, enfoques, líneas o áreas de trabajo.
- Aportaciones a la gestión integral del CUA: líneas de trabajo, recursos en línea, estudios de caso y publicaciones.

| PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN (PPI) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tipo | Clave | Ámbito | Título | Coordinación (Equipo ES) |
| PPI | 01 | GIRH | IHP_Intenational Hidrologic Programme | UNESCO |
| PPI | 02 | GIRH | European Commission Water Policies | DG.MA-CE |
| PPI | 03 | GIRH | MELIA_Mediterranean Dialogue on Integrated Water Managment | Varios (CENTA) |
| PPI | 04 | GIRH | NOVIWAM_Novel Integrated Water Managment Systems. Southern European Regions | CENTA; JA |
| PPI | 05 | GIRH | SWAN_Sustanaible Water ActioN | CNRS (US) |
| PPI | 06 | CUA | Cities of the Future Programme | IWA |
| PPI | 07 | CUA | WaND_Water Cycle Managment of New Development | U. Exeter |
| PPI | 08 | CUA | SWITCH_Managing Water for the City of the Future | UNESCO-IHE |
| PPI | 09 | CUA | TRUST_Transition to the urban water services of the Future | IWW-IWA |
| PPI | 10 | CUA | SANITAS_Sustainable and Integrated Urban Water System Management | U. Girona |
| PPI | 11 | CUA | AQUAENVEC_Evaluación y mejora de la eco-eficiencia del ciclo urbano del agua a través de LCA y LCC | CETaqua-UAB |
| PPI | 12 | SU | EcoCity | WU Wien (Gea 21) |
| PPI | 13 | SU/AB | Energy TIC | COROGEN SPRL (JA) |
| PPI | 14 | AB | Reclaim Water_Tecnologías para la reutilización segura del agua y para la recarga artificial del acuífero | U. Aachen |
| PPI | 15 | AB | WIZ_WaterIZe Spatial Planing | Acque S.p.A |
| PPI | 16 | AP | Day Water_ADSS Hydrópolis | CEREVE |
| PPI | 17 | AP | PREPARED_Prepared Enabling Change | WSSTP |
| PPI | 18 | AP | AQUAVAL_ La gestión eficiente del agua de lluvia en entornos urbanos | Ayto. Xátiva |
| PPI | 19 | AR | NaWaTech | U. Bremerhaven (UPC) |

**Fig. 7. Programas y proyectos de Investigación**

**Un total de 14 proyectos de los analizados incorporan líneas de trabajo relativas a la "gestión de pluviales",** 11 de ellos dentro de un planteamiento más genérico y 3 de manera específica.

Resumiendo:

- El programa **SWITCH** incluye, entre sus recursos bibliográficos y manuales, material dedicado específicamente a la gestión de **aguas pluviales**. Este

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

proyecto constituye el punto de partida del proyecto Aqua-Riba, que pretende contextualizar y adaptar sus herramientas.

- Algunos se centran en el problema del "riesgo de inundaciones", como en el caso de las **European Commission Water Policies** con su área de trabajo sobre "Gestión de riesgo de inundación: Programa de Acción y Directiva europea sobre Inundaciones", el programa **NOVIWAM** (NOVel Integrated WAter Management System) con una sobre "Desarrollo de modelos de predicción de la respuesta en áreas urbanas, a causa de episodios de tormentas" o el proyecto **SWAN** (Sustainable Water in ActioN) con otra sobre "Riesgos y Vulnerabilidad".
- Y otros se centran en el **"drenaje de espacios urbanos**", como el **IHP** (International Hidrologic Programme) que ha desarrollado, en su Serie de Publicaciones "Urban drainage in specific climates", el "Vol. III: Urban drainage in arid and semi-arid climates".

En cuanto a los programas o proyectos específicos sobre **aguas pluviales** y **SUDS** interesan especialmente:

- El proyecto **Day Water Project** que tiene como objetivo principal la elaboración de una herramienta de Apoyo a la toma de Decisiones para la integración del control de las **aguas de escorrentía** en estrategias de diseño urbano sostenible.
- El proyecto **PREPARED** (Prepared Enabling Change) que pretende demostrar que la adaptación a las modificaciones producidas como consecuencia del Cambio Climático de los sistemas de abastecimiento y saneamiento urbano de diez ciudades europeas, puede resultar efectiva y exportable a otras áreas urbanas del mundo. Considera como un factor de riesgo las **"Inundaciones, subida del nivel del mar e incremento de las precipitaciones"**.
- El proyecto **Aquaval** sobre **"La gestión eficiente del agua de lluvia en entornos urbanos"**, pionero en la implementación de **SUDS en España**, pretende dar soluciones innovadoras a problemas relacionados con la cantidad y la calidad de las escorrentías urbanas en la provincia de Valencia, integrando parte de la infraestructura hídrica en el paisaje y morfología de los municipios mediante el empleo de SUDS. Con ello, el proyecto plantea visibilizar, tanto en España como en la Región Mediterránea, la viabilidad de este tipo de soluciones y la importancia de incorporarlos en los procesos de planificación urbana.

Por último, cabe señalar que en Andalucía se está desarrollando otro proyecto de investigación I+D+i sobre **SUDS** en el ámbito de la Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía denominado "**Gestión Sostenible de Aguas Pluviales en Zonas Urbanas**" cuyo equipo de investigación se ubica en Granada.

2- Sistemas de Apoyo a la toma de Decisiones (SAD)

Se definen como "una instalación interactiva basada en un software que se puede utilizar para recopilar, evaluar y presentar la información acerca de un sistema donde las actividades humanas y procesos naturales interactúan, como el ciclo del agua urbana." (SWITCH)

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

A través de varios de los proyectos de investigación analizados (especialmente PPI-07 WaND y PPI-08 SWITCH), se ha accedido a un conjunto de SADs de gran utilidad para los objetivos del proyecto.

En las 11 fichas elaboradas (6 aplicables al conjunto del Ciclo Urbano del Agua y 5 específicamente a la **gestión de aguas pluviales**) se recogen los objetivos, aplicaciones, componentes, procesos y resultados de estas herramientas, así como los enlaces a los recursos accesibles en línea.

Entre los sistemas de aplicación al ciclo en general estudiados, destaca el **UWOT** (Urban Water Optioneering Tool), un software para la modelización, evaluación y optimización de las tecnologías aplicables para la gestión integral del ciclo urbano del agua, que está siendo testado para evaluar su aplicabilidad a nuestra investigación.

| SISTEMAS DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES (SAD) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tipo | Clave | Ámbito | Título | Organismo |
| SAD | 01 | CUA | ESAT_Environmental Sustainability Assessment Tool | UNSW |
| SAD | 02 | CUA | PAT_Project Assessment Tool | WaND |
| SAD | 03 | CUA | SET_Sustainability Evaluation Tool | WaND |
| SAD | 04 | CUA | CWIS_City Water Information System | SWITCH |
| SAD | 05 | CUA | UWOT_Urban Water Optioneering Tool | SWITCH |
| SAD | 06 | CUA | Urban Developer | e-Water |
| SAD | 07 | AP | SWMT_Storm Water Managment Tool | WaND |
| SAD | 08 | AP | COFAS_Evaluación Multicriterio | SWITCH |
| SAD | 09 | AP | HYDROPOLIS_Adaptative Decision Support System ADSS | DayWater |
| SAD | 10 | AP | Aqua Cycle_Modelización del CUA | e-Water |
| SAD | 11 | AP | MUSIC v5.1 | e-Water |
| SAD | 12 | AR | SENATWAT_Selection Tool for Natural Wastewater Treatment Systems | SWITCH |

**Fig. 8. Sistemas de Apoyo a la toma de Decisiones**

Además, existen algunas herramientas que permiten trabajar **específicamente con SUDS** como:

- **Storm Water Management Tools** (WaND): se trata de un conjunto de herramientas para el **diseño preliminar de SUDS**. Permite realizar evaluaciones iniciales, definir requerimientos de almacenaje y evaluar la sostenibilidad.
- **COFAS** (SWITCH): permite la comparación de diferentes alternativas de planeamiento usando sistemas de evaluación multi-criterio. Es especialmente útil en el **planeamiento de sistemas de drenaje urbano**, gestión de AR y planeamiento de desarrollo urbano.
- **HYDROPOLIS** (Day Water): se trata de una herramienta de toma de decisiones diseñada para encontrar las medidas más adecuadas para la gestión de las aguas **pluviales a través de SUDS.**
- Por último, dentro del proyecto e-Water se han desarrollado dos kits de herramientas. El **AquaCycle**, investiga integrar las opciones de reutilización de las **aguas pluviales** y residuales dentro del sistema urbano y el **MUSIC v5.1**, un programa de **modelado de SUDS** que incluye la reutilización de las aguas pluviales en edificación.

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

## 3- Nuevas Tecnologías (NT)

En este apartado, se ha pretendido sistematizar la información sobre las tecnologías más apropiadas para la materialización de estrategias de gestión adaptativa y sostenible del CUA en Andalucía, **creando un catálogo de tecnologías** destinadas a aplicarse en la gestión en baja del ciclo urbano del agua que sea realmente útil para los diferentes agentes implicados en el diseño y planificación de los espacios urbanos.

Para ello se han clasificado estas tecnologías en relación a su escala de aplicación -edificatoria (E) o urbana (U)- y según la fase del ciclo urbano del agua de la que se ocupan, tomando como referente la definición que de las mismas se realiza en el proyecto SWITCH –abastecimiento, pluviales y residuales-.

Para cada una de estas categorías se han realizado así mismo agrupaciones según el ámbito de aplicación al que se refieren. El listado completo incluyendo esta categorización se describe a continuación, estructurado según los siguientes apartados.

### 3.1. Abastecimiento (NT-AB)

| TECNOLOGÍAS GESTIÓN ABASTECIMIENTO URBANO - AB | | | |
|---|---|---|---|
| **Tipo** | **Clave** | **Ámbito** | **Título** |
| | | **EDIFICACIÓN** | |
| AB/E | 01 | Medidas o Dispositivos de Ahorro | DISPOSITIVOS DE BAJO CONSUMO PARA GRIFOS Y ROCIADORES |
| AB/E | 02 | Medidas o Dispositivos de Ahorro | GRIFERÍAS HIDROEFICIENTES |
| AB/E | 03 | Medidas o Dispositivos de Ahorro | INODOROS Y URINARIOS HIDROEFICIENTES |
| AB/E | 04 | Medidas o Dispositivos de Ahorro | ELECTRODOMÉSTICOS DE BAJO CONSUMO HÍDRICO |
| AB/E | 05 | Gestión Integral Agua | MEJORAS EN DISEÑO Y MANTENIMIENTO DE REDES HIDRÁULICAS |
| AB/E | 06 | Sistemas de Control del Consumo | INDIVIDUALIZACIÓN DE CONTADORES EN EDIFICIOS |
| | | **URBANISMO** | |
| AB/U | 07 | Gestión Activa de Fugas | SISTEMAS DE DETECCIÓN DE FUGAS |
| AB/U | 08 | Gestión Activa de Fugas | REPARACIÓN O SUSTITUCIÓN DE REDES |
| AB/U | 09 | Gestión Activa de Fugas | GALERÍAS DE SERVICIOS |
| AB/U | 10 | Jardinería Hidroeficiente | XEROJARDINERÍA |
| AB/U | 11 | Jardinería Hidroeficiente | SISTEMAS DE RIEGO HIDROEFICIENTES |
| AB/U | 12 | Uso de Recursos Alternativos | ALMACENAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE ACUÍFEROS (ARA) |
| AB/U | 13 | Uso de Recursos Alternativos | UTILIZACIÓN DIRECTA AGUAS BLANCAS |
| AB/U | 14 | Uso de Recursos Alternativos | REUTILIZACIÓN AGUAS REGENERADAS |
| AB/U | 15 | Medidas no estructurales | MEDIDAS ECONÓMICAS, SOCIALES Y LEGISLATIVAS |

**Fig. 9. Tecnologías de Abastecimiento**

Se refiere a un conjunto de medidas que pueden ser aplicadas para mejorar el abastecimiento urbano consiguiendo una mayor eficiencia en su uso y gestión y un ahorro en el volumen neto de agua potable suministrada.

AUIAGREENCITIES

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

### 3.2. Aguas Pluviales (NT-AP)

| TECNOLOGÍAS GESTIÓN AGUAS PLUVIALES - AP | | | |
|---|---|---|---|
| Tipo | Clave | Ámbito | Título |
| EDIFICACIÓN | | | |
| AB/E | 01 | Captación e infiltración | CUBIERTA VEGETADA |
| AB/E | 02 | Almacenamiento | DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO DE PLUVIALES |
| URBANISMO | | | |
| AB/E | 03 | Captación e Infiltración | SUPERFICIES PERMEABLES |
| AB/E | 04 | Captación e Infiltración | POZOS DE INFILTRACIÓN |
| AB/E | 05 | Captación e Infiltración | ZANJAS DE INFILTRACIÓN |
| AB/E | 06 | Captación e Infiltración | FRANJAS FILTRANTES |
| AB/U | 07 | Captación e Infiltración | DEPÓSITOS DE INFILTRACIÓN |
| AB/U | 08 | Captación y transporte | DRENES FILTRANTES O FRANCESES |
| AB/U | 09 | Captación y transporte | CUNETAS VERDES |
| AB/U | 10 | Almacenamiento y tratamiento. | DEPÓSITOS DE DETENCIÓN ENTERRADOS |
| AB/U | 11 | Almacenamiento y tratamiento. | DEPÓSITOS DE DETENCIÓN SUPERFICIALES |
| AB/U | 12 | Almacenamiento y tratamiento. | ESTANQUES DE RETENCIÓN |
| AB/U | 13 | Almacenamiento y tratamiento. | ÁREAS DE BIORETENCIÓN |
| AB/U | 14 | Almacenamiento y tratamiento. | HUMEDALES ARTIFICIALES |
| AB/U | 15 | Medidas no estructurales | MEDIDAS DE CONCIENCIACIÓN, MANTENIMIENTO Y DESARROLLO |

**Fig. 10. Tecnologías de Aguas Pluviales**

En este apartado se agrupan un conjunto de medidas cuyo objetivo es mejorar la gestión de las aguas pluviales en el ámbito urbano.

De las tecnologías recopiladas, un total de 15, **13 se refieren a SUDS**. Se ha realizado un importante esfuerzo de **clasificación y sistematización**, quedando estructuradas según su función principal de la siguiente manera:

1- Captación e Infiltración:
- Cubiertas vegetadas
- Superficies permeables
- Pozos de infiltración
- Zanjas de infiltración
- Franjas filtrantes
- Depósitos de infiltración

2- Captación y Transporte:
- Drenes filtrantes o franceses
- Cunetas verdes

3- Almacenamiento y Tratamiento:
- Depósitos de detención enterrados
- Depósitos de detención superficiales
- Estanques de retención
- Humedales artificiales
- Áreas de biorretención

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

Dentro de cada grupo las tecnologías se diferencian según sus dimensiones más importantes (sistemas puntuales, lineales o superficiales) o por la presencia o no de vegetación.

### 3.3. Aguas Residuales (NT-AR)

| TECNOLOGÍAS GESTIÓN AGUAS RESIDUALES - AR | | | |
|---|---|---|---|
| **Tipo** | **Clave** | **Ámbito** | **Título** |
| | | **EDIFICACIÓN** | |
| AR/E | 01 | Edificación | SANEAMIENTO SEPARATIVO |
| AR/E | 02 | Edificación | INODORO SECO |
| AR/E | 03 | Edificación | TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES |
| | | **URBANISMO** | |
| AR/U | 04 | Sistemas de Saneamiento | CANAL DE SANEAMIENTO |
| AR/U | 05 | Tratamiento de Aguas Grises | BIOJARDINERAS |
| AR/U | 06 | Tratamientos Descentralizados | SISTEMAS COMPACTOS |
| AR/U | 07 | Pretratamiento | ARQUETA DESARENADORA-DESENGRASADORA |
| AR/U | 08 | Pretratamiento | DESBASTE |
| AR/U | 09 | Pretratamiento | DESARENADO |
| AR/U | 10 | Pretratamiento | DESENGRASADO |
| AR/U | 11 | Tratamientos Primario | FOSA SÉPTICA |
| AR/U | 12 | Tratamientos Primario | TANQUE HIMHOFF |
| AR/U | 13 | Tratamientos Primario | FOSA ANAEROBIADE ALTA VELOCIDAD |
| AR/U | 14 | Trat. Naturalizados_Secundario | LAGUNAJE |
| AR/U | 15 | Trat. Naturalizados_Secundario | HUMEDALES ARTIFICIALES |
| AR/U | 16 | Trat. Naturalizados_Secundario | DRENES DE AIREACIÓN FORZADA |
| AR/U | 17 | Trat. Naturalizados_Secundario | LECHOS DE TURBA |
| AR/U | 18 | Trat. Naturalizados_Secundario | LECHOS BACTERIANOS |
| AR/U | 19 | Trat. Naturalizados_Secundario | FILTROS VERDES (SUELO) |
| AR/U | 20 | Trat. Naturalizados_Secundario | INFILTRACIÓN RÁPIDA |
| AR/U | 21 | Trat. Naturalizados_Secundario | ESCALERA DE OXIGENACIÓN |
| AR/U | 22 | Trat. Naturalizados_Terciario | FILTROS DE ARENA |
| AR/U | 23 | Trat. Naturalizados_Terciario | REACTOR BACCOU |
| AR/U | 24 | Sistemas Integrados | UNIDAD DE SANEAMIENTO BÁSICA |

**Fig. 11. Tecnologías de Aguas Residuales**

En este apartado se clasifican una serie de medidas que responden principalmente a dos objetivos: disminuir el caudal de las vertidas al saneamiento urbano y proporcionar un tratamiento de las aguas residuales a través de tecnologías adecuadas para pequeñas poblaciones (sistemas descentralizados).

En el conjunto de las fichas, 54 en total, se ha recogido la siguiente información:

- Características generales que permiten su localización
- Descripción funcional y gráfica
- Requisitos, condicionantes y criterios de aplicación. Normativa
- Resultados previsibles. Evaluación de Impacto Ambiental
- Clasificación
- Recomendaciones de diseño, construcción, mantenimiento y dimensionado.
- Valoración
- Recursos bibliográficos, herramientas y referencias de interés.

AUIAGREENCITIES

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

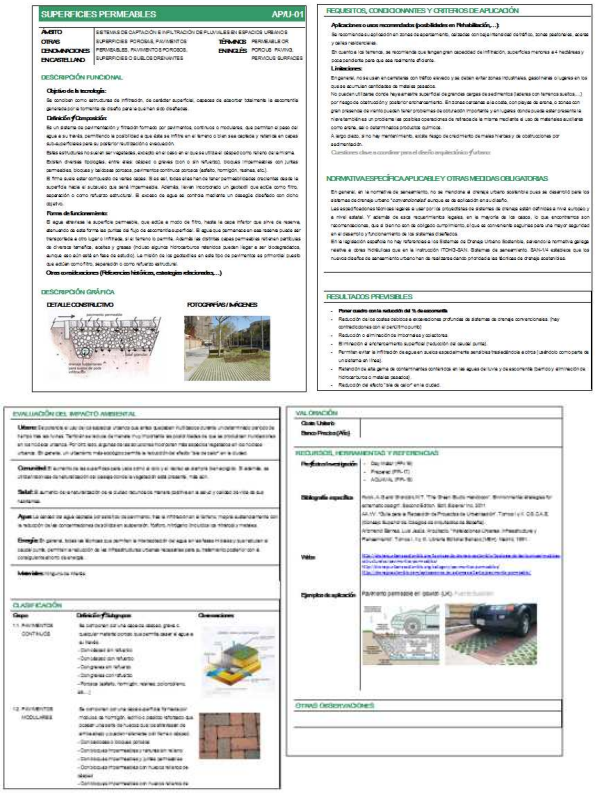


**Fig. 12. Fichas de las Tecnologías.**

En esta primera fase de investigación, se han localizado muchos **ejemplos de aplicación de los SUDS**, destacando países como Reino Unido, Australia, Canadá o Estados Unidos.

Para analizar su posible contextualización en Andalucía, se han considerado de especial interés los ejemplos de ciudades con climas similares al de nuestra región, como Valencia o San Francisco (EEUU), considerando parámetros como la pluviometría, temperatura, etc.

Es importante tener presente que "en España, es necesario un esfuerzo de los técnicos en la materia, acompañado de una labor de divulgación bajo las premisas de la educación ambiental para comenzar a beneficiarse de manera generalizada de las múltiples ventajas de los SUDS." *(Perales, S. 2012)*

## 6. Conclusiones

En la actualidad, existe un creciente interés por el estudio de aquellos aspectos del ciclo urbano del agua que favorezcan la transición desde el modelo actual de gestión del agua urbana hacia uno basado en una perspectiva integral, participativa y enfocada hacia la sostenibilidad. El presente proyecto de investigación pretende realizar aportaciones en este sentido, en concreto, potenciando **el uso de los SUDS como una de las estrategias básicas**.

Atendiendo a las problemáticas más acuciantes relacionadas con la gestión del drenaje urbano, **la implantación de los SUDS**, además de suponer un ahorro global en los costes derivados de la **gestión del agua de lluvia** –incluidos los de construcción al minimizar la necesidad de construir y mantener grandes infraestructuras de detención y retención y

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

reducirse de manera importante la envergadura de las instalaciones de transporte y depuración-, se plantean como una alternativa capaz de mitigar gran parte de los **efectos adversos de la escorrentía urbana** como las inundaciones de origen pluvial, consiguiendo además un tratamiento eficiente del agua dentro del marco legislativo europeo ya que **"**el concepto de **SUDS** cumple los objetivos fijados por la legislación española y europea en materia de aguas" (Perales S. 2012) consiguiendo aportar valor ambiental a las urbanizaciones.

Desde el proyecto Aqua-Riba, entendemos necesario realizar un importante esfuerzo en relación a la integración del conjunto de aspectos relativos al Ciclo Urbano del Agua sobre los que inciden los proyectos arquitectónicos y urbanos, entre los que se incluyen los **SUDS**. Con este objetivo, el proyecto proporcionará herramientas metodológicas e instrumentales que faciliten la adaptación de las soluciones plateadas a la realidad social y ecológica del entorno en el que se insertan, permitiendo la aproximación de los modelos de gestión de las áreas urbanas hacia el paradigma de la sostenibilidad.

## 7. Bibliografía


- AGUADO ALONSO, J. *Vínculo entre Agua y Energía. Una oportunidad para el ahorro de recursos*. Revista electrónica madri+d.
- BRY, S. 2010. *Sustainable Infraestructure. The Guide to green engineering and design.* Ed. Wiley. EEUU.
- BUTLER, D; MEMON FA; MAKROPOULOS, C; SOUTHALL, A; CLARKE, L. 2010. *WaND_Guidance on water cycle management for new developments*. CIRIA.
- CREUS, A. 2011. *Guía técnica española de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios.* AQUAESPAÑA.
- DIETZ ME. 2007. *Low Impact Development Practices: A Review of Current Research and Recommendations for Future Directions. Water, Air, and Soil Pollution* 186(1-4): 351–363. doi:10.1007/s11270-007-9484-z.-
- ESTEVAN, A. 2000. *Planes integrales de gestión de la demanda de agua.* La eficiencia del agua en las ciudades. Editado por Bakeaz y Fundación Ecología y Desarrollo, Bilbao. http://pdf.bakeaz.efaber.net/entry/content/83/NCA07_Estevan.pdf.
- EUROPEAN COMMISSION - CORDIS (n.d.) *Sustainable Water ActioN: building research links between EU and US*. Available Online. http://cordis.europa.eu/projects/rcn/102474_en.html. Cited 26 Oct 2012
- EUROPEAN COMMISSION, 2009. *Study on water performance of buildings.* Bio Intelligence Service.
- EUROPEAN COMMISSION, 2010. *Escasez de agua y sequía en la Unión Europea.* Observatorio Europeo de la Sequía.
- EUROPEAN COMMISSION – General Directorate Environment, 2011. Support to Fitness Check Water Policy. Preliminary study. http://ec.europa.eu/environment/water/blueprint/pdf/safeguard_fitness_freshwater.pdf

ISBN-13: 978-84-697-0799-9


- EUROPEAN COMMISSION, 2012. *3 rd European Water Conference*, Brussels, 24 – 25 May 2012. Summary Report. http://waterblueprint2012.eu/sites/default/files/Conference%20Summary%20Report.pdf
- FUSTER, A. (Coord.) 2005. *Eco-barrios en Europa. Nuevos entornos residenciales.* EMVS. Ayuntamiento de Madrid y Programa LIFE.
- CARRASCO, G., 2009. *Proyecto Ecocity. Manual para el diseño de Ecociudades en Europa*, Revista INVI, nº 24, 197–200.
- JONES P, MACDONALD N. 2007. *Making space for unruly water: Sustainable drainage systems and the disciplining of surface runoff.* Geoforum 38(3): 534–544. doi:10.1016/j.geoforum.2006.10.005
- KWOK, ALISON, WALTER T. GRONDZIK, Y AIA. 2007. *The Green Studio Handbook. Environmental Strategies for Schematic Design.* Elsevier.
- LOW IMPACT DEVELOPMENT CENTER. 2010. *Low Impact Development Manual for Southern California.* Low Impact Development Center. California.
- MAYS, L. W. 2009. *Integrated Urban Water Management: Arid and Semi-Arid Regions*. Urban Water Series. UNESCO IHP. UNESCO Publishing.
- MORAL ITUARTE, L. DEL. 2009. *Nuevas tendencias en gestión del agua, ordenación del territorio e integración de políticas sectoriales.* Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Vol. XIII, n. 285. Universidad de Barcelona.
- PANEQUE, P., CORRAL, S., GUIMARÃES, Â., MORAL, L. DEL, PEDREGAL, B., 2009. *Participative Multi-Criteria Analysis for the Evaluation of Water Governance Alternatives. A Case in the Costa Del Sol (Málaga),* Ecological Economics, 68,990–1005. http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.11.008>
- PERALES, S., ANDRÉS-DOMÉNECH, I., *Los sistemas urbanos de drenaje sostenible: una alternativa a la gestión del agua de lluvia.*
- GONZALO, B., PERALES, S. 2013. *Integración de las aguas pluviales en el paisaje urbano: un valor social a fomentar.* Accedido septiembre 1. http://www.ciccp.es/biblio_digital/Urbanismo_I/congreso/pdf/040205.pdf
- PERALES, S., ANDRÉS-DOMÉNECH, I., FERNÁNDEZ, A. 2008. *Los sistemas urbanos de drenaje sostenible en la hidrología urbana.* IX Simposio de Hidrogeología, Asociación Española de Hidrogeólogos, Elche (Alicante).
- ROZOS, E., MAKROPOULOS, C., BUTLER, D., 2010. *Design Robustness of Local Water-Recycling Schemes.* Journal of Water Resources Planning and Management. Asce Library.
- SARTE, S. BRY.2010. *Sustainable Infrastructures: the guide to green engineering and design*. Wiley & sons. New Jersey.
- SASSI, PAOLA. 2006. *Strategies for sustainable architecture*. Taylor & Francis.
- TRAPOTE JAUME, A. (2011). *Infraestructuras Hidráulico Sanitarias. I y II.* Colección Textos Docentes. Universidad de Alicante.


aulaGREENCITIES

ISBN-13: 978-84-697-0799-9

- UNESCO, Y WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME (ONU). 2009. *Water in a Changing World*. Sterling, Va.: Earthscan.

**Webs:**

- CORDIS: Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo. http://cordis.europa.eu/home_es.html
- Datos del sistema Integrado de Información del Agua. http://hispagua.cedex.es/datos
- EUROPEAN REGIONAL CENTRE FOR ECOHYDROLOGY. UNESCO. http://www.erce.unesco.lodz.pl/story/international-projects
- FUNDACIÓN NUEVA CULTURA DEL AGUA: http://www.fnca.eu/
- GIEST (Grupo de Investigación Estructuras y Sistemas Territoriales) http://grupo.us.es/giest/es/node/17
- GRUPO TAR (Grupo de Tratamiento de Aguas Residuales) : http://www.aguapedia.org/
- INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION. http://www.iwahq.org
- INTERNATIONAL HYDROLOGICAL PROGRAMME. http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/ihp/
- Libro digital del agua: http://servicios2.marm.es/sia/visualizacion/lda/
- Sistema Integrado de Información del agua. http://servicios2.marm.es/sia/consultas/servlet/consultas.GlobalFilter?tipo=masiva&sid=generate
- SWTCH. Managing Water for the City of the Future. http://www.switchurbanwater.eu
- The World´s water Information on the World's freshwater resources. Pacific Institute. http://www.worldwater.org/
- UNESCO-Agua. http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/
- WATER - Environment - European Commission. http://ec.europa.eu/environment/water/index_en.htm

**Correspondencia** (Para más información contacte con):

Nombre y Apellido: Ángela Lara García
Teléfono: +34 620 36 94 43
E-mail: anglargar@us.es