

54. Selección de criterios para la sistematización de tecnologías para una gestión sostenible del Ciclo Urbano del Agua

Prieto-Thomas, Ana ^(1,*)

(*) Dpto. Construcciones Arquitectónicas I - E.T.S. Arquitectura -Universidad de Sevilla, apthomas@us.es, 647.919.530.

(1) Dpto. Construcciones Arquitectónicas I - E.T.S. Arquitectura -Universidad de Sevilla.

Resumen Es ya un hecho confirmado por múltiples instituciones y proyectos nacionales e internacionales –como el europeo Proyecto SWITCH *Gestión Integral del Agua Urbana para la Ciudad del Futuro* (2006-2011) que realiza un profundo estudio comparado entre la gestión convencional del Ciclo Urbano del Agua y la nueva visión de dicha gestión desde una perspectiva holística– la necesidad de potenciar la investigación sobre la administración de los recursos hídricos en nuestras ciudades para abordar la creciente insostenibilidad de los modelos urbanos tradicionales desarrollados durante las últimas décadas en el área mediterránea. Partiendo de esta necesidad, es prioritaria la implantación de estrategias y tecnologías hidroeficientes en los espacios habitados, que deben plantearse siempre desde la Sostenibilidad, así como su acercamiento de manera urgente a los agentes implicados en la planificación urbana.

Con vistas a cubrir este último objetivo, se considera del máximo interés sistematizar la información actualmente disponible sobre ellas, con el fin de facilitar a dichos técnicos un mayor conocimiento de las mismas y, así, aumentar sus posibilidades de inserción, a nivel real, en los proyectos de arquitectura y urbanismo de nuestros núcleos urbanos.

Por último, para aumentar la efectividad de esta acción, se ha considerado fundamental realizar un estudiado análisis y selección de los criterios utilizados para dicha sistematización, cuestión ya tratada por la autora en trabajos anteriores, inicialmente junto al equipo de investigación multidisciplinar Aqua-Riba (2013-2015) y posteriormente de manera individual (Prieto-Thomas 2015).

Palabras clave Hidroeficiencia, Tecnologías eco-eficientes, Edificación sostenible, Urbanismo sostenible, Criterios de sistematización.

1 Introducción

En la actualidad, un momento en que la falta de sostenibilidad en el territorio y los núcleos urbanos del ámbito mediterráneo es un hecho demostrado por una larga lista de instituciones y proyectos de investigación de carácter nacional e internacional¹, cada vez son más necesarias aportaciones que permitan un cambio en el tratamiento de los recursos hídricos en nuestras ciudades mediante una gestión más sostenible del agua. Ello implica, necesariamente, el acercamiento a los técnicos de las estrategias y tecnologías hidroeficientes existentes en el momento actual, de manera sistematizada, para su aplicación real en los edificios y los espacios libres pertenecientes a dichos núcleos urbanos.

Para proponer cambios en dicha gestión, este trabajo parte de un análisis detallado de la actual problemática existente en los espacios habitados. Los problemas detectados considerados de mayor relevancia se resumen a continuación.

- En primer lugar, los modelos urbanos desarrollados durante las últimas décadas en el ámbito mediterráneo han tenido un claro carácter expansivo pero han sido realizados, en muchas ocasiones, sin el control adecuado. El problema es que, a menudo, esos procesos urbanizadores no han tenido en cuenta sus consecuencias en los sistemas que conforman el ciclo hidrológico y han desembocado en un fenómeno generalizado de desestabilización y desequilibrio de los mismos (Prieto-Thomas y Lara 2014). Algunas causas de esos efectos son:

- La canalización y el soterramiento de corrientes fluviales, así como la ocupación de cauces y riberas.
- El aumento de la impermeabilización y del sellado de superficies.
- El incremento de la demanda y de los volúmenes de agua que hay que suministrar a los núcleos urbanos y que tratar posteriormente.

Además, también es un hecho probado que el crecimiento desmesurado de la población mundial ha supuesto un aumento importante en el consumo de recursos fomentado por una mentalidad, que apareció con la industrialización y ha perdurado durante el siglo XX, en la cual predominaba la sensación de que el hombre podía disponer de los diferentes recursos presentes en la Naturaleza sin ningún tipo de límite².

A partir de la problemática anterior, se proponen soluciones que defienden la potenciación de las relaciones entre el territorio, el modelo de ciudad, las redes o infraestructuras y los recursos hídricos. Hay que dar respuesta a las múltiples con-

¹ Se recogen referencias al respecto en diferentes trabajos de investigación como Aqua-Riba (2013-2015) y Prieto-Thomas (2015).

² Miguel Delibes de Castro, en su discurso de ingreso en la Real Academia de la Lengua en el año 1975, ya denunciaba la actitud de abuso del hombre sobre la Naturaleza: “En la actualidad, la abundancia de medios técnicos permite la transformación del mundo a nuestro gusto, posibilidad que ha despertado en el hombre una vehemente pasión dominadora” (citado en Prieto-Thomas 2015).

secuencias que los procesos de expansión urbana han tenido sobre el sistema hidrológico a través de la revisión de los modelos urbano-territoriales. Pero, además, frente a los procesos expansivos que suponen la creación desmesurada y sin control de nueva ciudad, se propone rehabilitar el tejido urbano existente³ con intervenciones realizadas mediante enfoques, estrategias y tecnologías innovadores que potencien todas sus posibilidades y consigan el máximo aprovechamiento de los recursos, en este caso, hídricos.

Por otro lado, es necesario cambiar la visión de la ciudad, que debe pasar a considerarse como un organismo que aproveche todos los recursos presentes en ella y lo haga en sus diferentes fases, a la vez que se potencian las relaciones y sinergias entre ellos. Ello hace necesarios la *recirculación*, la *reutilización*, el *reciclaje* y la *regeneración*, entre otras estrategias, así como los intercambios materiales y energéticos entre los diferentes ámbitos, lo cual conlleva una visión holística de la ciudad como lugar de intercambio de flujos de todo tipo⁴.

Todo lo anterior debe ir acompañado de la aplicación de nuevas tecnologías de gestión del agua más respetuosas con el medio ambiente. En el ámbito europeo, como se refleja claramente en la Directiva Marco del Agua, ya se es muy consciente de las potencialidades de las tecnologías sostenibles de gestión del agua frente a las tradicionales. Es prioritario, por tanto, incorporarlas en los proyectos, de nueva planta o de rehabilitación, tanto en edificios como en barriadas.

- En segundo lugar, se ha detectado también, a partir del contacto con profesionales de la arquitectura y el urbanismo, la necesidad de acercarlos, de manera clara y muy práctica, información actualizada y ordenada sobre el tema para facilitar la introducción de estas tecnologías de una manera real en los proyectos arquitectónicos y urbanos. Tras un estudio de la situación actual, en cuanto a su aplicación en proyectos y obras y en relación al material existente sobre la gestión del Ciclo Urbano del Agua –incluidas estrategias y tecnologías– se ha encontrado información sobre el tema pero la mayor parte muy dispersa y poco sistematizada, resultando poco útil para los arquitectos y urbanistas a la hora de enfrentarse a proyectos concretos en el ámbito de la ciudad y la edificación.

A partir de esta situación, parecía interesante crear una herramienta en forma de documento para los técnicos y otros agentes implicados en la planificación edificatoria y urbana que permitiese la actualización y profundización en el conocimiento de estos aspectos del proyecto para poder abordar los problemas planteados con mayor facilidad y seguridad.

Pero la cuestión es que no basta con crear dicha herramienta sino que también es necesario acelerar su implantación con mecanismos que faciliten sus posibili-

³ Dicha rehabilitación debe ser considerada un objetivo necesario en el contexto actual como alternativa a la producción de nueva ciudad y, de hecho, se ha convertido en una clave fundamental en las políticas públicas del ámbito arquitectónico y urbano actuales (Aqua-Riba 2013-2015).

⁴ Como ejemplo de esta tendencia, ya hace años, en países del Norte de Europa como Suecia, se defiende ese modelo de ciudad con proyectos como *SymbioCity. Sustainability in Sweden* (2015) que promueve “un desarrollo urbano holístico y sostenible, localizando potenciales sinergias en las funciones urbanas y desbloqueando su eficiencia y su rentabilidad” (SymbioCity 2008).

dades de aplicación real, siendo fundamental la elección de los criterios para su sistematización estudiando de manera minuciosa la organización de la información ofrecida a los agentes implicados, objetivo fundamental de este artículo, ya abordado en trabajos anteriores como en el Proyecto I+D+i Aqua-Riba (2013-2015), que lleva por título *Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas de Andalucía (Aqua-Riba)* y ha sido encargado por la Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía, y la Tesis Doctoral de Prieto-Thomas (2015).

Así, una adecuada gestión del Ciclo Urbano del Agua, complementada con nuevas herramientas tecnológicas que se apliquen de manera efectiva, es un factor clave para la viabilidad de estos espacios habitados y para poder dar respuesta a los distintos problemas detectados.

2 Metodología

Este trabajo se ha desarrollado siguiendo el *método inductivo* en el cual, con el objetivo final de sistematizar las tecnologías hidroeficientes y sostenibles, se ha realizado una investigación consistente en un análisis de fuentes de datos de tipo metodológico sobre los diferentes sistemas de organización existentes. Así, han sido revisados varios proyectos europeos como Eco-City, WaND, TRUST o SWITCH (2006-2011), destacando este último por ser un estudio profundo del tema que propone unos criterios de sistematización bastante actualizados.

A continuación, se enumeran las cuestiones analizadas en este trabajo:

- Selección de criterios para la elección de las tecnologías hidroeficientes y sostenibles actualmente disponibles.
- Selección de parámetros de interés para caracterización de tecnologías.
- Definición de criterios de clasificación o sistematización de las tecnologías.
- Propuesta de esquema de organización y ordenación de la información seleccionada.

3 Presentación de Resultados

3.1. Selección de criterios para la elección de tecnologías hidroeficientes y sostenibles actualmente disponibles

Como primer paso, se ha considerado indispensable la definición previa de los criterios de selección de tecnologías a partir de la concreción de las líneas estratégicas que es indispensable seguir para la posible implantación de los nuevos modelos de gestión del Ciclo Urbano del Agua.

3.1.1 Selección de estrategias generales para la gestión conjunta del Ciclo Urbano del Agua

Las tecnologías deben ir dirigidas a:

- Minimizar las demandas de agua potable del sistema y el coste energético asociado a ellas –así como el económico derivado de ambas–, incrementando la eficiencia en el consumo y aumentando el uso de recursos alternativos (aguas pluviales, aguas recicladas o reutilizadas, fuentes alternativas, etc...).
- Reducir el caudal destinado al saneamiento urbano mediante sistemas descentralizados de tratamiento y reutilización de las aguas, así como mediante la reducción de la escorrentía urbana.
- Conseguir el mantenimiento y la recuperación de los flujos naturales del agua, tanto de infiltración como de escorrentía superficial, promoviendo la recuperación de los balances hídricos naturales.
- Reducir la emisión de CO₂, aumentando su captación en los núcleos urbanos, para luchar contra el cambio climático, fomentando la implementación de soluciones, siempre bajo criterios de eficiencia, que reduzcan el consumo energético y/o que favorezcan la naturalización de las ciudades.

3.1.2 Selección de estrategias en los distintos ámbitos de gestión del Ciclo Urbano del Agua⁵ y definición de medidas concretas.

Se ha considerado importante añadir en la definición de las líneas estratégicas una serie de ellas, complementarias a las más tecnológicas o *medidas estructurales*, que favorecerían la implementación de las primeras y que tienen que ver con la concienciación de la población sobre la necesidad de conseguir los objetivos anteriores. Se trata de las *medidas no estructurales*.

- **En el ámbito del abastecimiento**

Son necesarias, fundamentalmente, estrategias concretas que ayuden a ajustar la demanda a la oferta obteniendo, si es posible, otros beneficios económicos, sociales y medioambientales. A continuación, se exponen las siguientes:

- Potenciar, desde los diferentes ámbitos de la sociedad (legislativo, político, social o educativo), una nueva forma de plantearse el consumo de agua, necesaria para la optimización del ciclo del agua en su conjunto.
- Completar la incorporación de dispositivos y electrodomésticos hidroeficientes en la totalidad de los edificios.
- Utilizar recursos alternativos a las fuentes hídricas tradicionales que reduzcan la presión sobre los ecosistemas naturales. Para ello, se propone la optimización

⁵ En ese sentido, es fundamental aclarar que se parte de la propuesta de división en 3 ámbitos – abastecimiento, aguas pluviales y aguas residuales–, básica en las tendencias de investigación y actuación actuales, frente a la de 2 –abastecimiento y saneamiento– que caracterizaba a los modelos convencionales de gestión.

del consumo de agua potable potenciando la *adecuación de calidades* a los usos (*fit for purpose*), mediante la reutilización y/o reciclaje de las aguas aprovechando flujos antes desperdiciados (aguas pluviales, aguas grises, etc.).

- Aumentar el control y el mantenimiento de las redes para la reducción de la demanda debida a pérdidas o fugas.
- Mejorar la eficiencia en el uso del agua en los espacios exteriores, a través de estrategias propias de la jardinería hidroeconómica, aplicables a los espacios libres y vegetados de nuestras ciudades y que permitan, a su vez, un aumento de la naturalización de las mismas así como la reducción de la emisión de CO₂ de los núcleos.

A partir de estas líneas de trabajo estratégicas, se exponen los grupos de medidas concretas (tanto *estructurales* como *no estructurales*) que se han definido en el ámbito del abastecimiento en las que, a su vez, se enmarcarían las diferentes tecnologías en un futuro documento:

- Medidas sociales y educativas.
- Medidas económicas y normativas.
- Dispositivos de ahorro de agua.
- Gestión activa de fugas.
- Recursos hídricos alternativos.
- Jardinería hidroeconómica.

• **En el ámbito de las aguas pluviales**

Las medidas de mejora propuestas en este sector parten de un planteamiento de descentralización en la gestión de este tipo de aguas y pretenden reducir las captaciones de agua de las fuentes naturales –lo que, claramente, disminuiría la presión sobre los correspondientes ecosistemas– así como la cantidad de agua a transportar a través de las redes de saneamiento y depurar posteriormente en las estaciones depuradoras o/y su posible efecto contaminante en los terrenos circundantes por vertidos incontrolados –fundamentalmente en el caso de las redes unitarias–.

Se plantearían, en ese sentido, cinco líneas estratégicas fundamentales:

- Potenciar desde diferentes ámbitos de la sociedad (legislativo, político, social, educativo) una nueva forma de entender las aguas pluviales como fuente de riqueza y no como un residuo más del que hay que deshacerse rápidamente.
- Aprovechar el enorme potencial del agua de lluvia como recurso hídrico alternativo mediante el principio de *adecuación de calidades* a los diferentes usos (*fit for purpose*) captándola y usándola en origen, si es posible. La recogida de agua en aljibes (*rainwater harvesting*) es también una estrategia básica.
- Permitir soluciones que incorporen, gradualmente, las aguas a los cauces y acuíferos naturales en las cercanías a las áreas de captación de pluviales evitando así, además del deterioro de aquéllos, la sobrecarga de las redes de saneamiento. En este caso, una solución fundamental es la aplicación de sistemas de drenaje más ecológicos y más integrados en los sistemas naturales de la zona. Esa es la filosofía de los *Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible* (SUDS) cuya implantación es una necesidad primordial en nuestros núcleos urbanos.

- Aplicar soluciones que permitan reducir las aguas de escorrentía y eviten su acumulación en los espacios urbanos en forma de encharcamientos o inundaciones, favoreciendo su laminación. También los SUDS tienen esa misión y la recogida de agua en aljibes (*rainwater harvesting*) ayuda al mismo cometido.

- Aplicar soluciones cuyo objetivo sea descargar las redes de saneamiento para no sobrecargar las depuradoras y para impedir la posibilidad de contaminación del entorno de las mismas con vertidos inconvenientes si se sobrepasan los caudales punta. Las soluciones que permiten la captación o infiltración de pluviales en las zonas cercanas a las áreas de captación consiguen ese efecto. De nuevo, se recuerda el papel de aljibes y SUDS en este aspecto. También los lagos y estanques pueden realizar perfectamente esta labor estabilizadora y laminadora de caudales.

A partir de estas líneas de trabajo estratégicas, se exponen medidas concretas que se han definido en este ámbito, en las que se enmarcarán las tecnologías:

- Medidas en el campo del planeamiento y el diseño urbano.
- Medidas en el mantenimiento de los espacios urbanos.
- Medidas sociales y educativas.
- Sistemas de captación y almacenamiento directo de aguas pluviales.
- *Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)*.

- **En el ámbito de las aguas residuales**

En este campo, las líneas estratégicas de mejora planteadas, también desde el punto de vista de la descentralización, van enfocadas a la reducción de la contaminación ambiental por sus devastadoras consecuencias en los ecosistemas naturales (terrenos, acuíferos, cuencas naturales, etc...) y en el ámbito de la salud. Dichas líneas estratégicas, se enumeran a continuación:

- Potenciar desde los diferentes ámbitos de la sociedad (legislativo, político, social o educativo) la importancia de la separación de las aguas residuales respecto a las pluviales, así como la distinción entre los diferentes componentes de las residuales en las primeras instancias del ciclo (sólidos y líquidos).
- Conseguir que todas las aglomeraciones urbanas tengan sistema de depuración buscando soluciones adaptadas a su tamaño y naturaleza. En el caso de aglomeraciones de menos de 2.000 habitantes equivalentes, las *tecnologías no convencionales* de tratamiento de agua representan una solución adecuada en muchos casos.
- Aumentar el control y mantenimiento de las redes para reducir los vertidos ilegales y/o las fracturas de conductos a lo largo del recorrido hacia las depuradoras así como los puntos de vertido que pueda suponer contaminación directa o difusa.
- La utilización de determinados tipos de agua (residuales urbanas regeneradas, etc.), hasta ahora consideradas de desecho, como recursos alternativos, mediante sus correspondientes tratamientos que permiten dar otro uso al agua ya utilizada mediante sistemas de reutilización y reciclaje.

A partir de estas líneas de trabajo estratégicas, se exponen medidas concretas que se han definido en este ámbito:

- Medidas en el campo del planeamiento y el diseño urbano.
- Medidas en el mantenimiento de los espacios urbanos.

- Medidas sociales y educativas.
- Sistemas separativos.
- Sistemas compactos de depuración.
- Pretratamientos de aguas residuales.
- Tratamientos primarios.
- Tratamientos secundarios.
- Tratamientos terciarios.

- **En el ámbito de la relación agua-energía**

No hay que olvidar que la relación entre agua y energía se produce en ambos sentidos. Determinadas medidas en el ámbito energético pueden reducir la demanda de agua y el ahorro en el consumo de agua produce, a su vez, ahorro de energía. A partir de ahí, se han definido tres líneas estratégicas de intervención:

- Potenciar desde los diferentes ámbitos de la sociedad (legislativo, político, social o educativo) la importancia de promover las sinergias entre ambos recursos.
- Fomentar medidas con las que se obtiene ahorro de agua y el consiguiente ahorro energético (control de la presión en los puntos de consumo, limitación de las distancias de los puntos de consumo de agua caliente sanitaria, etc...).
- Fomentar las medidas cuyo objetivo es el ahorro de energía en el ámbito de la gestión del agua (redes partidas, uso de fuentes de energía alternativas, etc...).

Las medidas concretas seleccionadas, que deben buscar el ahorro de ambos recursos y su optimización, son:

- Medidas en el campo del planeamiento y del diseño urbano y arquitectónico.
- Medidas en el mantenimiento de los espacios urbanos.
- Medidas sociales y educativas.
- Medidas de ahorro de agua en el ámbito energético.
- Medidas de ahorro energético en el ámbito hidráulico.

3.2 Selección de Parámetros de Interés para Caracterización de Tecnologías

Para facilitar el conocimiento y la comparación entre las tecnologías, se ha considerado fundamental hacer una selección de las características o parámetros que tienen más interés para los técnicos destinatarios de la información. Desde el principio dichas características se han agrupado, a su vez, en una serie de campos de información que se enumeran a continuación:

- Denominación de la tecnología.
- Descripción de la tecnología.
- Requisitos, condicionantes y criterios de aplicación de la tecnología.
- Resultados previsibles de su aplicación a nivel medioambiental y de la salud.
- Costes de la tecnología.
- Recomendaciones para su inserción en proyectos.

- Otras fuentes de información específicas.

Los primeros campos permiten a los técnicos ponerse en contacto con la tecnología y conocerla ofreciendo, además, datos que pueden ser definitivos a la hora de tomar la decisión de elegirla o no. Los últimos están dirigidos a, una vez se ha decidido aplicar la tecnología en cuestión, ayudar a su puesta en práctica y/o permitir profundizar en ella, si fuese necesario.

3.3 Definición de Criterios de Sistematización de Tecnologías

Los criterios que se han considerado de mayor interés son los siguientes:

- **Sector al que pertenece la tecnología dentro del ciclo del agua: abastecimiento, gestión de pluviales, gestión de residuales o gestión de agua y energía**

Desde el principio, se ha considerado fundamental la sistematización por ámbitos de actuación –en referencia al sector o fase del Ciclo Urbano del Agua donde se sitúa la tecnología– siguiendo las tendencias de los últimos trabajos y proyectos de investigación realizados al respecto, como el Proyecto SWITCH (2006-2011), que dividen las estrategias y tecnologías en 3 campos de trabajo en función de las diferentes características y calidad de los flujos con los que se trabaja: abastecimiento, gestión de pluviales y gestión de residuales. Además, por la importancia que tiene, se ha añadido el campo de las tecnologías que relacionan o asocian el agua y la energía. Así, la clasificación de las tecnologías se estructura según esta división.

- **Tipo de medidas de intervención: medidas no estructurales versus medidas estructurales**

Conviene, a su vez, diferenciar estos grupos de medidas según su carácter, es decir, si son “medidas de tipo preventivo que no requieren de la construcción de una infraestructura para ser llevadas a cabo, no estando sujetas a una localización específica y que tienen más que ver con la planificación o incluso la concienciación sobre determinadas líneas de trabajo estratégicas” o si se trata de “soluciones constructivas que suponen una implementación física”. En esa línea, se ha decidido utilizar para la clasificación de las diferentes medidas los términos siguientes: *medidas no estructurales* y *medidas estructurales*. Esta clasificación se ha tomado de la literatura científica donde están siendo muy utilizados⁶. En cuanto a las medidas concretas, se han recogido en el Apartado 3.1.2.

⁶ Por ejemplo, en su artículo “Los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) en la hidrogeología urbana”, Perales, Doménech y Fernández Escalante (2008) afirman que “aunque no existe un consenso universal para la clasificación de las diferentes tipologías de SUDS (ni menos aún para su denominación en castellano), una de las más recurrentes en la literatura es la que se muestra a continuación: Medidas estructurales (...) y Medidas no estructurales (...)”.

3.4 Propuesta de Esquema de Organización y Ordenación de la Información Seleccionada

A partir de los criterios mencionados, la ordenación de la información seleccionada se organiza en el documento futuro según los siguientes niveles:

- Nivel 1: *Sectores* o ámbitos del Ciclo Urbano del Agua.
- Nivel 2: *Medidas de intervención* o líneas estratégicas de actuación concretas.
- Nivel 3: *Tecnologías* específicas.

Las razones de dicha estructuración por niveles son, fundamentalmente, dos:

- Facilitar la localización de las tecnologías según su ámbito y su objetivo principal de manera ágil y rápida.
- Repartir la información localizada acerca de las tecnologías para evitar repeticiones inútiles de información.

A partir de esta estructura, la propuesta de reparto de la información sobre las tecnologías, en función de la coincidencia o repetición de planteamientos o procedimientos de la misma, sería la siguiente:

- **Nivel 1: Sectores o ámbitos del Ciclo Urbano del Agua**
 - *Normativa específica de aplicación:* Se analiza a nivel global porque la mayor parte de la normativa existente afecta a sectores completos del Ciclo Urbano del Agua, salvo alguna.
 - *Enumeración de posibles medidas:* A partir de las estrategias necesarias en cada sector, se definen una serie de medidas concretas a tomar que, además, pueden ser de diferente carácter (*medidas no estructurales* o *medidas estructurales*) que serán descritas en el Nivel 2.

- **Nivel 2: Medidas de intervención o líneas estratégicas de actuación**

En este caso, se enumerarán todas –tanto las *medidas no estructurales* como las *medidas estructurales*– pero mientras que, en el primer caso, sólo se explicarán de manera genérica, en el segundo, y debido a que son en estas *medidas estructurales* en las que realmente se enmarcan las tecnologías, se detallarán determinados apartados que son comunes a todas las tecnologías de esa medida en cuestión:

- *Definición y objetivos comunes de las tecnologías:* Se tratarán, en conjunto, todas las tecnologías que se enmarquen en la medida analizada.
- *Requisitos, condicionantes y criterios de aplicación del conjunto de tecnologías:* En este caso, el apartado se centra en las posibilidades y limitaciones de uso del conjunto de tecnologías enmarcadas en una misma medida.
- *Resultados previsibles de su aplicación a nivel medioambiental y de la salud:* Se analizarán sus beneficios para el medio ambiente (análisis específico de los posibles ahorros de recursos hídricos y energéticos, sin olvidar los recursos materiales necesarios y los aspectos referidos a residuos) y para la salud de los usuarios. Las repercusiones específicas en los campos de la arquitectura y el urbanismo fueron estudiadas aparte debido a su importancia.
- *Recomendaciones generales de diseño y cálculo y otros factores a considerar.*

- *Tecnologías de aplicación:* En este punto se enumeran todas aquellas que están enmarcadas en la medida en cuestión que, finalmente, se detallarán en las *Fichas tecnológicas* del Nivel 3.

- **Nivel 3: Tecnologías específicas.**

En este nivel, se recogerán las características en distintos campos de información en forma de *Ficha tecnológica*.

Resumiendo, y como se expresa en el siguiente cuadro, se han seleccionado 4 *sectores* o ámbitos de trabajo proponiéndose en cada uno de ellos una serie de estrategias específicas. Posteriormente, dichas líneas estratégicas se han concretado en 25 *medidas*, de las cuales 14 son *medidas estructurales* en las que se enmarcarán definitivamente las 46 tecnologías sostenibles que son objeto de otro trabajo.

<p>ABASTECIMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ MEDIDAS NO ESTRUCTURALES MNE 1. Medidas sociales y educativas MNE 2. Medidas económicas y normativas ▪ MEDIDAS ESTRUCTURALES ME 1. Dispositivos de ahorro de agua ME 2. Gestión activa de fugas ME 3. Recursos hídricos alternativos ME 4. Jardinería hidroeficiente <p>AGUAS PLUVIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ MEDIDAS NO ESTRUCTURALES MNE 1. Medidas en el campo del planeamiento y el diseño urbano MNE 2. Medidas en el mantenimiento de los espacios urbanos MNE 3. Medidas sociales y educativas ▪ MEDIDAS ESTRUCTURALES ME 1. Sistemas de captación y almacenamiento directo de aguas pluviales ME 2. Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) 	<p>AGUAS RESIDUALES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ MEDIDAS NO ESTRUCTURALES MNE 1. Medidas en el campo del planeamiento y el diseño urbano MNE 2. Medidas en el mantenimiento de los espacios urbanos MNE 3. Medidas sociales y educativas ▪ MEDIDAS ESTRUCTURALES ME 1. Sistemas separativos ME 2. Sistemas compactos de depuración ME 3. Pretratamientos de aguas residuales ME 4. Tratamientos primarios ME 5. Tratamientos secundarios ME 6. Tratamientos terciarios <p>AGUA Y ENERGÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ MEDIDAS NO ESTRUCTURALES MNE 1. Medidas en el campo del planeamiento y del diseño urbano y arquitectónico MNE 2. Medidas en el mantenimiento de los espacios urbanos MNE 3. Medidas sociales y educativas ▪ MEDIDAS ESTRUCTURALES ME 1. Medidas de ahorro de agua en el ámbito energético ME 2. Medidas de ahorro energético en el ámbito hidráulico
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Pie de figura

4 Conclusiones

En relación a los criterios de sistematización de tecnologías, desde el punto de vista metodológico, se corrobora:

- La necesidad de agrupar las tecnologías por *Sectores* o ámbitos del Ciclo Urbano del Agua y en grupos de *Medidas de intervención* o líneas estratégicas de actuación con características comunes para su más fácil localización y comprensión.

- La necesidad de distribuir, en cada una de las *Fichas tecnológicas*, las características por campos, comenzando por aquellos que permiten el conocimiento de las tecnologías y ayudan a tomar la decisión sobre su posible uso y acabando por los que constituyen recomendaciones más detalladas, en caso en que se decida su implantación o se quiera profundizar en su conocimiento.

Se han pretendido realizar las siguientes aportaciones:

- Un estudio exhaustivo de criterios para facilitar la recopilación, organización y sistematización de la información relativa a las tecnologías de gestión del Ciclo Urbano del Agua disponibles en la actualidad que permita, a modo de herramienta de trabajo, una aplicación directa, práctica y útil para los técnicos implicados en la planificación urbana.
- Con el documento resultante de esta sistematización, se pretende dar un paso más para facilitar, en los próximos años, la toma de decisiones e inserción real de las tecnologías en proyectos arquitectónicos y urbanos, a partir de una visión actualizada y de conjunto de las tecnologías disponibles y desde el conocimiento profundo de cada una de ellas y de sus repercusiones en el diseño de edificios y espacios urbanos.

5 Citas y Referencias

- Aqua-Riba (2013-2015) *Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas de Andalucía (Aqua-Riba)*. Proyecto I+D+i, Consejería de Fomento y Vivienda/Junta de Andalucía (coord.), Progr Operativo FEDER-UE de Andalucía 2007-2013.
- Butler D. *et al* (2010) *WaND_Guidance on Water Cycle Management for New Developments*. CIRIA. gow.epsrc.ac.uk/NGBOViewGrant.aspx?GrantRef=GR/S18373/01
- Carrasco G. (2009) *Proyecto Ecocity. Manual para el diseño de Ecociudades en Europa*, Revista INVI, nº 24, 197-200.
- Perales, S., Andrés-Doménech, I. y Fernández, A. (2008): “Los sistemas urbanos de drenaje sostenible en la hidrología urbana”, en *IX Simposio de Hidrogeología*, Asociación Española de Hidrogeólogos, Elche (Alicante).
- Prieto-Thomas A (2015) *Sistematización de tecnologías para una gestión sostenible del Ciclo Urbano del Agua. Repercusiones espaciales, constructivas y económicas en la edificación y el urbanismo*, Tesis Doctoral dirigida por Navarro J., Del Moral L. y Pozo-Morales L. Universidad de Sevilla.
- Prieto-Thomas A y Lara A (2014) *Integración de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en la Rehabilitación del Espacio Urbano, Comunicación en Congreso “Greencities & Sostenibilidad. Inteligencia aplicada a la Sostenibilidad Urbana”, Área temática “Actuaciones Sostenibles del Espacio Urbano”*, Málaga 2014.
- SWITCH (2006-2011) *Gestión Integral del Agua Urbana para la Ciudad del Futuro*. Proyecto perteneciente al 6º Programa Marco de la UE. <http://www.switchurbanwater.eu>. Acceso: Dic 2013
- SymbioCity (2008) *Take a deeper look*. The holistic approach to sustainable urban development, Informe del Swedish Trade Council, 24 pp, Estocolmo (Suecia). Acceso: Agosto 2015
- SymbioCity (2015) *Sustainability in Sweden*, www.symbiocity.org/ . Acceso: Agosto 2015