

Drenaje Urbano y Planeamiento: el Plan Director como herramienta para el Desarrollo Urbano Sensible al Agua en la Comunidad de Madrid

Paula González Laynez^{a1}, Olga García Marcos^{a2}

^aCanal de Isabel II, Dirección de Innovación e Ingeniería, Subdirección de Proyectos, Área de Cartografía y GIS. Dirección: Plaza del Descubridor Diego de Ordaz, nº 3, 4^adcha. Correo electrónico: ^{a1}playnez@canaldeisabelsegunda.es ^{a2}ogmarcos@canaldeisabelsegunda.es

Línea temática | M. Monográfico.

RESUMEN

Canal de Isabel II gestiona en la actualidad las redes de alcantarillado de 135 municipios de la Comunidad de Madrid, y más de 130 sistemas de colectores interceptores, que conducen los caudales hasta las EDAR. En total se realiza la gestión de más de 16.000 km de red de alcantarillado. Dentro de la labor de planificación y racionalización de inversiones, en los últimos diez años se ha realizado un esfuerzo en la actualización cartográfica de la red, que ha servido de base para la realización de más de 150 Estudios de Diagnóstico y Planes Directores, que continúan realizándose en la actualidad. Los Planes Directores han permitido tener un profundo conocimiento de la red en cuanto a situación y a estado, así como disponer de una herramienta de modelización que permita el planteamiento de soluciones apropiadas para los distintos problemas.

La filosofía que se ha seguido en el planteamiento de soluciones para el drenaje urbano en los Planes Directores ha sido doble: solucionar inundaciones y minimizar y controlar los vertidos desde las redes unitarias al medio, en cumplimiento de la legislación vigente.

Además, respecto a los ámbitos de crecimiento urbanístico previstos en las distintas figuras de planeamiento, el Plan Director establece limitaciones en el aporte de caudales a las redes existentes, de forma que pueda anticiparse la reserva de suelo necesaria y los condicionantes específicos que en cada caso deban tenerse en cuenta en los proyectos de urbanización.

A la espera de la publicación de las Normas Técnicas del Ministerio de Medio Ambiente, que desarrollen los criterios concretos con que realizar los proyectos que permitan cumplir las exigencias del Real Decreto 1290/2012, las Normas para Redes de Saneamiento de Canal de Isabel II han incorporado en su versión de 2016 dos puntos concretos sobre el diseño de tanques anti-inundación y tanques anti-contaminación, que han servido de referencia en el planteamiento de las soluciones de los Planes Directores de Drenaje Urbano. Asimismo, la nueva versión de las Normas recoge un Anexo dedicado a las Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible, con el objetivo de incorporar estas técnicas al resto de elementos de las redes de drenaje urbano, normalizando su convivencia con los elementos tradicionales del alcantarillado.

En el contexto actual en el que se evidencia un cambio del régimen pluviométrico en las últimas décadas, así como una legislación cada vez más exigente, el Plan Director de Drenaje Urbano es un nexo de unión muy útil entre el Planeamiento Urbanístico y la Gestión Avanzada del Alcantarillado, que permite aunar las sensibilidades de los distintos entes implicados.

Legislación y sensibilización

Al igual que sucede en otros ámbitos, la legislación y la sensibilización social están indisolublemente unidas en el campo del desarrollo urbano sostenible. En la bibliografía internacional es usual encontrar las expresiones Low Impact Development (LID) o Water Sensitive Urban Design (WSUD), para hacer referencia a estrategias de planificación, desarrollo o urbanización de bajo impacto para las masas de agua. El LID es utilizado principalmente en la bibliografía y normativa de EE.UU, mientras que el WSUD nace y se implanta en Australia. En España, Suarez et al. (2014) proponen el término Desarrollo Urbano Sensible al Agua (DUSA), como un enfoque integrador de todas las tendencias citadas. La necesidad de implantar medidas que fomenten el novedoso concepto “DUSA” responde tanto a una imposición legal cada vez más concreta como a una sensibilidad social creciente hacia el uso eficiente del agua. La sociedad exige cada vez entornos urbanos más verdes, a la vez que estos son necesarios para reducir los impactos del desarrollo urbano sobre las masas de agua, en cumplimiento de la legislación.

Ocurre en ocasiones que la legislación establece la necesidad de actuar sobre un tema, quedando pendientes regulaciones complementarias que definan con más exactitud los requisitos concretos que se deben cumplir. En el inevitable lapso de tiempo que transcurre entre ambos puntos (legislación origen y legislación o normativa posterior que desarrolle la primera), existe un vacío en que todos los entes implicados (administraciones, organismos gestores, sociedad civil) deben aumentar su sensibilidad sobre el tema, incluso adelantarse a las medidas necesarias que se deberán tomar. Tal es el caso de los vertidos desde las redes de saneamiento hacia el medio, cuya regulación ha ido tomando forma en las últimas décadas, como se resume en este apartado.

La Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas) implantó una filosofía pionera en la gestión del agua, ya que orientaba todas las medidas necesarias hacia la conservación de la calidad de las masas de agua, cada vez más deterioradas por las actividades económicas asociadas a desarrollos urbanos. La transposición de la Directiva al derecho español dio lugar a nuevos contenidos en los Planes Hidrológicos de Cuenca, poniendo de manifiesto la carencia de diversas disposiciones normativas, en el desarrollo reglamentario del texto refundido de la Ley de Aguas (aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio), que permitieran homogeneizar la gestión de la utilización y la protección del dominio público hidráulico. Al mismo tiempo, la experiencia en la gestión de la utilización y de la protección del dominio público hidráulico, por parte de los Organismos de Cuenca y otras Administraciones competentes, puso en evidencia diversas insuficiencias de regulación normativa, así como algunas ambigüedades que era necesario resolver.

También existían ambigüedades en la interpretación de los requisitos técnicos a cumplir por los sistemas de colectores en caso de lluvias, según lo que enunciaba el Real Decreto 509/1996, de 11 de marzo, que desarrollaba el Real Decreto Ley 11/1995, de 28 de diciembre, que establece las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas, que incorporó al ordenamiento interno la Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas. Esta situación de incertidumbre, unida al hecho de la inexistencia de normativa específica que regulara los desbordamientos de los sistemas de saneamiento en episodios de lluvia, motivó el Real Decreto 1290/2012, de 7 de septiembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, y el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

El Real Decreto 1290/2012 establece obligaciones para limitar la contaminación producida por los desbordamientos desde los sistemas de saneamiento de aguas urbanas, estableciendo plazos para la identificación y la caracterización de los

puntos de vertido. Se establecen diferencias en plazo y exigencia en función de si son vertidos industriales o urbanos superiores a 2.000 he. ó si son urbanos superiores a 50.000 he. ó superiores a 2.000 he. vertientes a zonas de baño. En relación con el Real Decreto 1290/2012, en 2014 entró en vigor la orden AAA/2056/2014, de 27 de octubre, por la que se aprueban los modelos oficiales de solicitud de autorización y de declaración de vertido. Si bien ambos textos han ayudado a aclarar las obligaciones aplicables a los puntos de vertido desde los sistemas de saneamiento, sigue quedando pendiente la definición de los criterios concretos que deben cumplir las medidas que se implanten en los distintos puntos de vertido para evitar la contaminación de las masas de agua. Estas medidas estarán recogidas en las Normas Técnicas que dicte el MAGRAMA, donde se especificarán y se desarrollarán los procedimientos de diseño de las obras e instalaciones para gestionar las aguas de escorrentía para conseguir, entre otros, las siguientes exigencias que enuncia el Real Decreto en el artículo 259 ter. Punto 1:

- a) Los proyectos de nuevos desarrollos urbanos deberán justificar la conveniencia de establecer redes de saneamiento separativas o unitarias para aguas residuales y de escorrentía, así como plantear medidas que limiten la aportación de aguas de lluvia a los colectores.
- b) En las redes de colectores de aguas residuales urbanas no se admitirá la incorporación de aguas de escorrentía procedentes de zonas exteriores a la aglomeración urbana o de otro tipo de aguas que no sean las propias para las que fueron diseñados, salvo en casos debidamente justificados.
- c) En tiempo seco, no se admitirán vertidos por los aliviaderos.
- d) Los aliviaderos del sistema colector de saneamiento y los de entrada a la depuradora deberán dotarse de los elementos, pertinentes en función de su ubicación, antigüedad y el tamaño del área drenada para reducir la evacuación al medio receptor de, al menos, sólidos gruesos y flotantes. Estos elementos no deben reducir la capacidad hidráulica de desagüe de los aliviaderos, tanto en su funcionamiento habitual como en caso de fallo.
- e) Con el fin de reducir convenientemente la contaminación generada en episodios de lluvia, los titulares de vertidos de aguas residuales urbanas tendrán la obligación de poner en servicio las obras e instalaciones que permitan retener y evacuar adecuadamente hacia la estación depuradora de aguas residuales urbanas las primeras aguas de escorrentía de la red de saneamiento con elevadas concentraciones de contaminantes producidas en dichos episodios.

Disponemos ya, por tanto, de una legislación que está imponiendo restricciones en los vertidos desde las redes de saneamiento y que sabemos que va a exigir, mediante unas nuevas Normas Técnicas, medidas concretas para limitar los vertidos y proteger la calidad de las masas de agua receptoras. Tenemos al mismo tiempo una sociedad cada vez más concentrada en núcleos urbanos y más sensibilizada con la necesidad de proteger el medio ambiente de la contaminación, así como más exigente con la calidad ambiental de su entorno urbano. A estas sensibilidades se une la creciente preocupación por las inundaciones en entorno urbano, las cuales se han visto incrementadas en las últimas décadas como consecuencia de la variación de la forma de las precipitaciones debido al efecto del cambio climático. Todas estas exigencias, sensibilidades y expectativas se deben incorporar hoy en día a la planificación del drenaje urbano, para conseguir la transformación que necesita la gestión del alcantarillado para adaptarse al nuevo contexto.

Es útil reflexionar acerca de la diferencia que existe entre la sensibilidad hacia los problemas y la sensibilidad hacia las soluciones: la sociedad en España empieza a estar sensibilizada hacia los problemas de inundaciones en zona urbana, la sequía

y la contaminación, pero aún no se ha desarrollado suficientemente la sensibilización hacia las soluciones a esos problemas. El nuevo concepto de Desarrollo Urbano Sensible al Agua o DUSA (Suarez et al., 2014) supone una transformación en la forma en que se han venido gestionando la planificación urbanística y el drenaje urbano. Las medidas para lograr esa transformación, como las técnicas de drenaje urbano sostenible, tienen que ser reconocidas y admitidas por las administraciones y por los ciudadanos.

El cambio climático como agravante de la necesidad de la transformación del planteamiento del drenaje urbano

En los últimos años la comunidad científica ha ido poniendo de manifiesto su inquietud por el fenómeno denominado “Cambio Climático”. A día de hoy existe un consenso prácticamente unánime entre los expertos internacionales que alertan sobre cambios en el clima del planeta, la mayor parte de ellos motivados por la actividad humana. Las evidencias del cambio climático se han observado a partir de los registros existentes, siendo especialmente notables en zona urbana los siguientes: el aumento de la temperatura del aire y el incremento de la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos. Dentro del segundo punto se incluyen los eventos extremos pluviométricos, los cuales son un parámetro fundamental del diseño de redes de drenaje urbano.

El Acuerdo de París, adoptado en diciembre de 2015, es un hito de importancia histórica en la lucha mundial contra el cambio climático. El Acuerdo tiene como objetivo una transición global que culminará en un modelo de desarrollo bajo en carbono y resiliente al cambio climático. La contribución de la Unión Europea al Acuerdo de París es el compromiso político establecido en las conclusiones del Consejo Europeo del 23 y 24 de octubre de 2014 que acordaron el marco de actuación de la Unión Europea en materia de clima y energía hasta el año 2030.

Con el objetivo de confirmar la variabilidad en la forma de las precipitaciones en las últimas décadas, Canal de Isabel II promovió en 2013 la elaboración de un Estudio Pluviométrico Avanzado, que permitiera actualizar las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia, de forma que se pudiera cuantificar el efecto de los registros de las lluvias de las últimas décadas sobre otras curvas IDF publicadas.

Las conclusiones fueron que, para duraciones de lluvia inferiores a 30 minutos, con las IDF actualizadas se obtienen intensidades un 20% superiores de media para todos los periodos de retorno a los que se obtienen por el método de Salas y Fernández (2007).

Se confirma por tanto la tendencia de las últimas décadas a que se den lluvias de gran intensidad en cortos periodos de tiempo. Los colectores evidencian, ante estas lluvias, falta de capacidad para conducir la punta de los hidrogramas que se generan en zona urbana. Se refuerza una vez más la necesidad de implantar métodos que laminen esos hidrogramas y que retengan la escorrentía en origen. La eficiencia energética es otra exigencia que reafirma la importancia de implantar técnicas de drenaje urbano sostenible: reduciendo la contaminación de las aguas de escorrentía y, por tanto, los caudales de agua que es necesario tratar en las plantas de depuración, se racionalizan los caudales de bombeo y de tratamiento.

El nuevo concepto DUSA consiste en planificar el agua en la ciudad como un elemento enriquecedor de la misma, aprovechando los beneficios que tiene en el entorno urbano: la lluvia, en lugar de ser vista como un problema porque pueda generar inundaciones, tiene que verse como un beneficio ya que contribuye al riego de zonas verdes, a la generación de zonas húmedas y a paliar el efecto “isla de calor” en grandes ciudades. Se trata de concebir el desarrollo urbano de forma que se adapte a las características naturales de los lugares, protegiendo los ecosistemas naturales y optimizando el agua como recurso.

La coordinación entre las partes implicadas: el papel del Plan Director

El éxito de la transformación que debe experimentar la gestión del drenaje urbano en las ciudades pasa por la coordinación entre los distintos entes implicados: gestores del agua, administraciones locales, administraciones comunitarias y estatales, promotores urbanísticos y ciudadanía. Aun jugando distintos papeles en el proceso de gobernanza del agua, es necesario que los objetivos sean comunes y la sensibilidad a las soluciones también, lo que se facilita con el Estudio de Diagnóstico y Plan Director de Drenaje Urbano.

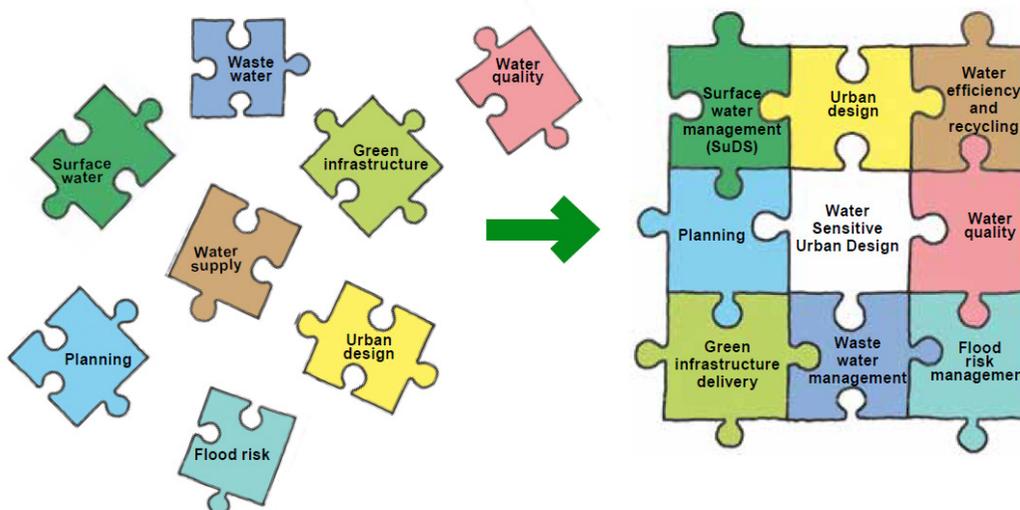


Figura 1. "Water Sensitive Urban Design is the process. Water sensitive places are the outcome" (Fuente: Water Sensitive Urban design in the UK- Ideas for build environmental practitioners. Ciria, publication C-723. RP 976. London 2013)

El Plan Director consiste en un documento que contiene toda la información relativa a la red (elementos que la conforman, comportamiento, caudales de aguas residuales y pluviales que vierten en ella, etc.), siendo su objetivo final ayudar en la selección de soluciones no solo a los problemas presentes, sino también a los que puedan generarse debido al cambio climático o a los desarrollos contemplados en el planeamiento vigente. Para ello, se apoya en los resultados mostrados por un modelo hidrológico-hidráulico, elaborado a tal efecto a partir de un levantamiento topográfico de precisión de la red y ajustado con la información sobre el funcionamiento histórico registrado (inundaciones, vertidos de aguas residuales a medio, etc.). El modelo hidráulico obtenido es, por tanto, la herramienta clave del Plan Director, ya que muestra el comportamiento de todos los elementos de la red ante diferentes eventos, pone de manifiesto problemas de los que no se tenía constancia y permite simular en él diferentes soluciones para prever los posibles comportamientos.

La filosofía de las soluciones, para lograr un desarrollo sostenible, es la de disminuir el volumen de entrada de agua de lluvia en las redes, para que en las zonas desarrolladas no se sufran desbordamientos y para evitar la construcción de colectores de dimensiones colosales. Los desbordamientos son ocasionados en gran medida por la invasión de los espacios de los arroyos y porque las redes se encuentran al límite de su capacidad. A estos factores se une el hecho de que las EDAR, como es lógico, no están diseñadas para tratar la totalidad de las lluvias. La experiencia ha confirmado que es mucho más razonable retener la escorrentía en el origen en vez de aumentar la capacidad de las instalaciones existentes, que además conlleva un incremento tanto de los costes como de dificultad de ejecución, sobre todo en zonas consolidadas por la falta de espacio.

El Plan Director es un instrumento de conocimiento de la red, que define prioridades de forma clara y defiende actuaciones con un soporte técnico sólido, incorporando visión global a largo plazo. Ante la decisión de realizar inversiones, el Plan Director aporta los siguientes beneficios:

- A los municipios: eficacia en las inversiones, posibilidad de aprovechar iniciativas de terceros, justificación para la solicitud de subvenciones y elemento normativo frente a desarrollos urbanísticos.
- A los explotadores de la red y EDAR, los cuales mejoran su conocimiento del sistema, del estado en que se encuentra, cómo se comporta ante diferentes eventos de lluvia y la repercusión sobre el medio (urbano y fluvial).
- A los promotores de las futuras zonas a desarrollar, a los que la legislación está exigiendo minimizar el impacto sobre las masas de agua, por lo que tendrán que plasmar en los proyectos urbanísticos tecnologías nuevas, como las TDUS, y en general un urbanismo con un enfoque sensible al agua.

Las TDUS deberán estar incluidas en un programa de mantenimiento adecuado y particularizado para cada técnica en concreto, integradas con el resto de elementos de la red de drenaje urbano, desde su etapa de planeamiento y durante toda su vida útil, para lograr la eficacia requerida en su fase de explotación.

El caso de la Comunidad de Madrid

Según el Banco Público de Indicadores Ambientales del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, más del 79% de la población española se concentró en 2013 en áreas urbanas, entendidas éstas como aquellas que tienen una población mayor a 10.000 habitantes.

La Comunidad de Madrid concentra 6,47 millones de habitantes, según los últimos datos del Instituto Nacional de Estadística, siendo la presión urbana 10 veces superior a la media de España, con una tendencia creciente en las últimas décadas.

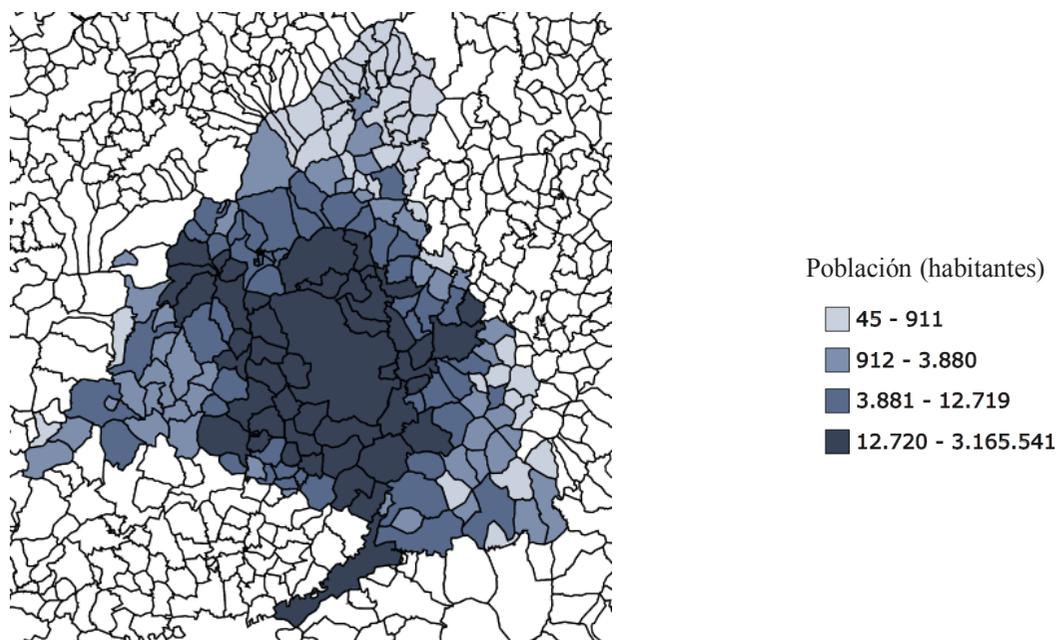


Figura 2. Cifras Oficiales de Población de los Municipios Españoles: Revisión del Padrón Municipal, Municipios, Total Comunidad de Madrid, 2016 (Fuente: Instituto Nacional de Estadística)

Canal de Isabel II gestiona en la actualidad las redes de alcantarillado de 135 municipios de la Comunidad de Madrid, y más de 130 sistemas con Colectores y Emisarios “en alta”, que conducen los caudales hasta las EDAR. En total se realiza la gestión de más de 16.000 km de red de alcantarillado. De los municipios de los que se gestiona la red de alcantarillado, 38 tienen una población superior a 10.000 habitantes según el INE, de los cuales 8 son grandes ciudades de más de 100.000 habitantes.

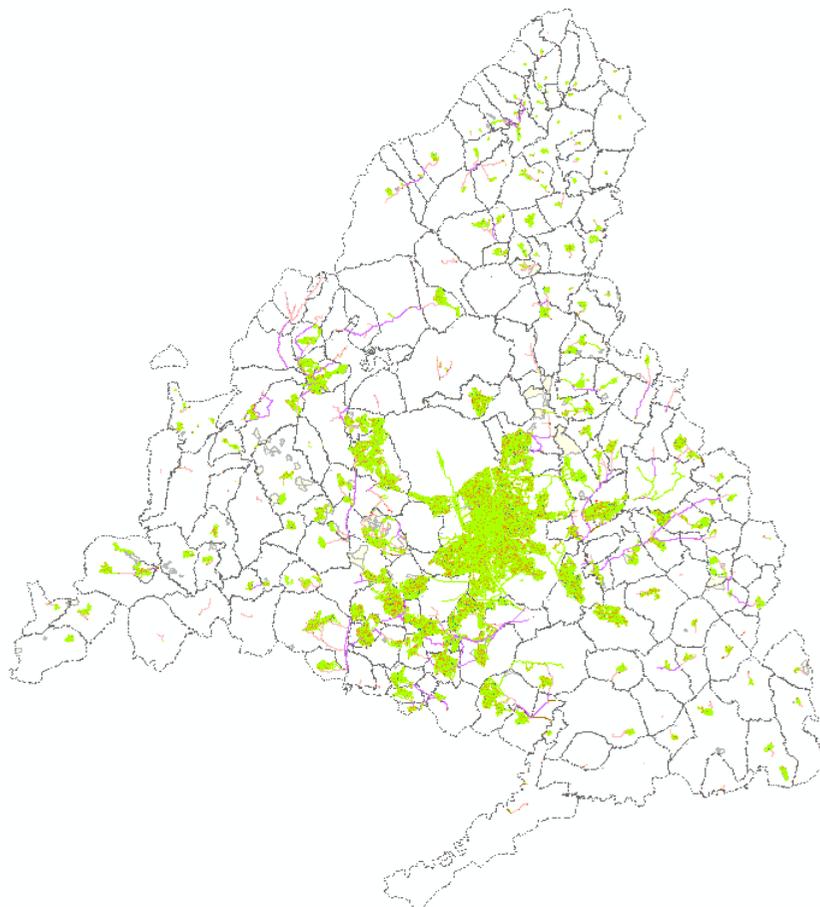


Figura 3. Redes de alcantarillado y sistemas de colectores interceptores gestionados por Canal de Isabel II en la Comunidad de Madrid (Fuente: Canal de Isabel II)

Dentro de la labor de planificación y racionalización de inversiones, en los últimos diez años se ha realizado un esfuerzo en la actualización cartográfica de la red, que ha servido de base para la realización de más de 150 Estudios de Diagnóstico y Planes Directores, que continúan realizándose en la actualidad. Los Planes Directores han permitido tener un profundo conocimiento de la red en cuanto a situación y a estado, así como disponer de una herramienta de modelización que permita el planteamiento de soluciones apropiadas para los distintos problemas.

Las ciudades de gran población presentan una problemática generalizada en los centros urbanos de falta de espacio y grandes zonas impermeables. Por otra parte, los municipios más pequeños, como los de la sierra de Madrid, se encuentran mayoritariamente en zona sensible y presentan una gran estacionalidad. En ambos casos se detectan también los efectos del gran crecimiento urbanístico que se vivió en la década pasada.

Los problemas más recurrentes que se han diagnosticado a lo largo de los Estudios de Diagnóstico y Planes Directores, achacables a la mala planificación o a un planteamiento no enfocado a la integración drenaje-urbanismo, son:

- Gran impermeabilización de los centros urbanos.
- “Encajonamiento” de la trama urbana entre las grandes infraestructuras: ferrocarril, carreteras y autovías.
- Colectores en núcleos urbanos con falta de capacidad: generalmente redes de zonas más consolidadas a las que se han conectado posteriormente caudales desde desarrollos periurbanos, para los que no estaban diseñadas.
- Arroyos engullidos por la ciudad: en algunos casos han desaparecido y en otros están canalizados, compartiendo funcionalidad con la red pluvial o incluso unitaria.
- Aliviaderos con insuficiente capacidad de alivio, sin regulación de salida ni tratamiento de vertidos.
- Redes separativas mal ejecutadas: casi en el 100% de los casos se dan acometidas mal conectadas y/o conexión de las redes residuales y pluviales a una red unitaria aguas abajo.
- Aguas de escorrentía en zona urbana que se vierten al medio sin recibir ningún tratamiento, a pesar de estar muy contaminadas.
- Colectores importantes con escasa o nula pendiente: generan muchísimos problemas y son más frecuentes de lo que se cree, en zonas con orografía plana donde, en lugar de buscar otras alternativas al drenaje urbano, se ha recurrido a grandes colectores que funcionan mal en tiempo seco y muy mal en tiempo de lluvia.
- Falta de capacidad en los cruces con grandes infraestructuras, generalmente asociados a cambios bruscos de pendiente y/o insuficiente sección hidráulica.

Otros problemas, no menos importantes y muy habituales, son los producidos por la edad de los colectores y por la falta de accesibilidad a los mismos.

En los Planes Directores se ha tratado de explicitar las anomalías anteriores, que no siempre eran conocidas ni por tanto identificadas como fuente de los problemas de inundaciones o vertidos. Una vez diagnosticados los problemas, se han planteado actuaciones priorizadas y valoradas, con una filosofía orientada al desarrollo urbano sostenible. La estrategia utilizada para el dimensionamiento de volúmenes de retención anti-DSU ha sido la de nivel 2, de entre las que recoge el “Manual de Recomendaciones para el diseño de tanques de tormenta” de julio de 2014, del MAGRAMA. Las principales líneas de actuación han sido las siguientes:

- Planteamiento de tanques de retención como alternativa a la ampliación de colectores, buscando emplazamientos de titularidad pública y vaciados por gravedad.
- Adecuación de aliviaderos dotándolos de elementos de regulación en la salida y volúmenes de retención, para limitar el número de vertidos en el año medio.

- Búsqueda de trazados alternativos, donde ha sido posible, a colectores que discurren en zonas de cauce, a los que el acceso es difícil y que generalmente presentan gran intrusión de raíces y filtraciones.
- Limitación de conexión desde ámbitos de crecimiento urbanístico, indicando expresamente que los nuevos desarrollos deberán incorporar técnicas de retención de escorrentía en origen u otros métodos para limitar el aporte a las redes existentes a un valor diluido sobre el caudal medio de aguas residuales, en cumplimiento de la legislación vigente.
- En relación con el punto anterior: planteamiento esquemático de estructuras de retención dentro de los desarrollos urbanísticos, de forma que pueda preverse la reserva de suelo necesaria en el proyecto de urbanización.
- Planteamiento en general de volúmenes de retención en cabecera de las EDAR para regular la diferencia entre el máximo caudal a tratar y la capacidad máxima de la depuradora.
- Actuaciones priorizadas, explicitadas por colores en los planos, buscando colectores con secciones óptimas y recorridos mínimos y por zonas accesibles, respetando las cuencas naturales.

Conclusiones

La legislación está imponiendo restricciones en los vertidos desde las redes de saneamiento para proteger la calidad de las masas de agua receptoras. La sociedad cada vez está más concentrada en núcleos urbanos y más sensibilizada con la necesidad de proteger el medio ambiente de la contaminación, y es cada vez más exigente con la calidad ambiental de su entorno urbano. A estas sensibilidades se une la creciente preocupación por los periodos de sequía y la problemática de las inundaciones en entorno urbano, que se han visto incrementadas en los últimos años.

Canal de Isabel II promovió en 2013 la elaboración de un Estudio Pluviométrico Avanzado, que permitiera actualizar las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia, de forma que se pudiera cuantificar el efecto de los registros de las lluvias de las últimas décadas sobre otras curvas IDF publicadas. Se confirmó la tendencia de las últimas décadas a que se den lluvias de gran intensidad en cortos periodos de tiempo. Los colectores evidencian, ante estas lluvias, falta de capacidad para conducir la punta de los hidrogramas que se generan en zona urbana.

Dentro de la labor de planificación y racionalización de inversiones, en los últimos años Canal de Isabel II ha realizado un esfuerzo en la actualización cartográfica de la red, que ha servido de base para la realización de más de 150 Estudios de Diagnóstico y Planes Directores, que continúan realizándose en la actualidad. Los Planes Directores han permitido tener un profundo conocimiento de la red en cuanto a situación y a estado, así como disponer de una herramienta de modelización que permita el planteamiento de soluciones apropiadas para los distintos problemas, poniendo en evidencia la inutilidad de las soluciones convencionales para adaptarse a las actuales exigencias de la legislación en muchos casos.

A la espera de la publicación de las Normas Técnicas del Ministerio de Medio Ambiente, que desarrollen los criterios concretos con que realizar los proyectos que permitan cumplir las exigencias anteriores, las Normas para Redes de Saneamiento de Canal de Isabel II han incorporado en su versión de 2016 dos puntos concretos sobre el diseño de tanques anti-inundación y tanques anti-contaminación, que han servido de referencia en el planteamiento de las soluciones de los Planes Directores de Drenaje Urbano. Asimismo, la nueva versión de las normas recoge un Anexo dedicado a las Técnicas de Drenaje Urbano

Sostenible, con el objetivo de incorporar estas técnicas al resto de elementos de las redes de drenaje urbano, normalizando su convivencia con los elementos tradicionales del alcantarillado.

El nuevo concepto de Desarrollo Urbano Sensible al Agua supone una transformación en la forma en que se han venido gestionando la planificación urbanística y el drenaje urbano. Las medidas para lograr esa transformación, como las técnicas de drenaje urbano sostenible, tienen que ser reconocidas y admitidas por las administraciones y por los ciudadanos.

Es fundamental que la ingeniería del agua sea capaz de mostrar la utilidad de las nuevas tecnologías de drenaje urbano sostenible, que ya han sido implantadas con éxito en otros países y en algunas ciudades de España. En este punto los Estudios de Diagnóstico y Planes Directores de Drenaje Urbano juegan un importante papel como instrumentos de planificación, coordinando a las partes implicadas a la vez que dotando de un respaldo técnico a las soluciones compatibles con el Desarrollo Urbano Sensible al Agua.

BIBLIOGRAFÍA

M. Carmen Casas-Castillo, Raúl Rodríguez-Solà, Xavier Navarro, Beniamino Russo, Antonio Lastra, Paula González, Ángel Redaño (2016). *On the consideration of scaling properties of extreme rainfall in Madrid (Spain) for developing a generalized intensity-duration-frequency equation and assessing probable maximum precipitation estimates*. Theoretical and Applied Climatology. DOI 10.1007/s00704-016-1998-0. Wien.

Canal de Isabel II (2016). *Canal de Isabel II. Normas para redes de Saneamiento. Versión 2*. Madrid.

José Manuel Álvarez-Campana Gallo, Joaquín Suarez, Jerónimo Puertas, José Anta, Alfredo Jácome. Universidad de la Coruña. (2014). *Hacia un Urbanismo más integral y sostenible: un enfoque renovado de la ingeniería ambiental sanitaria desde la nueva estrategia de Desarrollo Urbano Sensible al Agua*. Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). Madrid.

Celeste Morgan et al. (Aecom), Paul Davis et al. (Arup) (2013). *Water Sensitive Urban design in the UK- Ideas for build environmental practitioners*. Ciria, publication C-723. RP 976. London.

Pere Malgrat (2013). *Integrated Planning and Management of Urban Drainage and Wastewater Treatment Systems to prevent litter spilled to receiving waters*. United Nations Environment Programme. Review meeting of the draft regional plan on marine litter management. Barcelona.

Real Decreto 1290/2012, de 7 de septiembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, y el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

DIRECTIVA 2000/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.