

# **ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ASOCIADA A LAS AGUAS PLUVIALES EN LAS "INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE OBRAS HIDRÁULICAS DE GALICIA"**

Por:

**DAVID HERNÁEZ OUBIÑA,  
JEAN-PIERRE BLANCO MENÉNDEZ,  
ROBERTO ARIAS SÁNCHEZ,  
ESTHER MARÍA SÁNCHEZ BRIZ y  
JOSÉ LUIS ROMERO VALEIRAS**

Admón. Hidráulica de Galicia, Xunta de Galicia

**JOAQUÍN SUÁREZ LÓPEZ,  
JERÓNIMO PUERTAS AGUDO y  
JOSÉ ANTA ÁLVAREZ**

GEAMA-Universidade da Coruña

## **SUMARIO**

En la última década se ha tomado conciencia en España de las elevadas cargas contaminantes movilizadas, y de las elevadas concentraciones generadas, en los sistemas de saneamiento unitarios en tiempo de lluvia. Todavía, hoy en día, parte de estos flujos son enviados al medio receptor sin ningún tipo de tratamiento. Como resultado del conocimiento de los importantes impactos que se estaban generando sobre las masas de agua se han empezado a incorporar nuevos criterios de diseño en los sistemas de saneamiento y drenaje. Hoy en día se han construido ya numerosas infraestructuras anti-DSU (descargas de sistemas unitarios en tiempo de lluvia), sobre todo tanques de tormenta, con el fin de minimizar los daños sobre los sistemas acuáticos receptores, y empiezan a implantarse nuevas infraestructuras para la gestión más adecuada, y sostenible, de las aguas pluviales.

Cuando se estudia la problemática de presiones o impactos de un sistema de saneamiento o drenaje sobre un medio acuático hay que diferenciar tres tipos de fenómenos de contaminación asociados con las aguas pluviales:

- El primero es el generado por las aguas de escorrentía contaminada que llega de forma directa, o a través de redes de alcantarillado separativas o redes de drenaje urbano de pluviales, a las masas de agua receptoras. Son aguas que han lavado las calles, los tejados, etc., y que transportan contaminantes de todo tipo. Nutrientes, metales pesados e hidrocarburos son contaminantes que frecuentes en estas aguas.
- El segundo tipo de fenómeno de contaminación que es el generado por las Descargas de los Sistemas Unitarios, DSU (CSO en la literatura anglosajona), con aguas que son mezcla de aguas pluviales contaminadas y aguas residuales urbanas convencionales. En estas últimas redes hay que tener muy en cuenta el fenómeno de resuspensión de los depósitos de sedimentos y biopelículas existentes en la red, resultado de la sedi-

mentación de partículas y contaminación permitida por el régimen hidráulico existente durante el período seco.

- El tercer problema de contaminación asociado a las aguas de escorrentía es el generado en las depuradoras. La punta de caudal que asume la red y las fuertes oscilaciones de concentraciones acaban llegando a la depuradora y, si supera su capacidad de tratamiento, también se produce un vertido en tal punto. Además, los procesos biológicos de depuración pueden quedar fuertemente alterados, y provocar una bajada de rendimientos, que puede llegar a durar semanas y que acaba afectando finalmente a la calidad de las aguas en el medio receptor.

Los tres tipos de vertidos citados se diferencian en los volúmenes vertidos, en las concentraciones de contaminantes (medias y máximas), y en las fases y períodos de descarga.

Las Instrucciones Técnicas de Obras Hidráulicas de Galicia (ITOHG) han adoptado una estrategia integral, e integrada, de gestión de las aguas pluviales tanto en los sistemas unitarios como en los separativos, y tienen en cuenta los tres tipos de fenómenos de contaminación asociados a las mismas. Esta estrategia es la que se presenta en los párrafos posteriores. Como podrá comprobarse, las instrucciones son muy específicas en los criterios y metodologías de diseño de los depósitos en sistemas unitarios.

## **PALABRAS CLAVE**

ITOHG, gestión de aguas pluviales, drenaje urbano sostenible, TDUS, tanques de tormenta

## **INTRODUCCIÓN**

Con el fin de mejorar la planificación, el proyecto y la construcción de las infraestructuras de abastecimiento y saneamiento, la Administración Hidráulica de Galicia, integrada por Aguas de Galicia y la Empresa Pública de Obras y Servicios Hidráulicos, consideró de gran interés el elaborar una serie de textos técnicos que sirviesen de guía y referencia. Se tomó la decisión de desarrollar las Instrucciones Técnicas de Obras Hidráulicas de Galicia (ITOHG). Con el fin de llevar adelante el proyecto se estableció un convenio de colaboración con el Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente (GEAMA) de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidade da Coruña.

Las Instrucciones Técnicas de Obras Hidráulicas de Galicia (ITOHG) se han estructurado en dos series principales: abastecimiento y saneamiento; cada una de ellas se han dividido en *volúmenes*. La serie de saneamiento se detalla a continuación; se marcan en cursiva-negrita aquellas instrucciones en las que se han integrado de forma más intensa criterios de diseño que tienen en cuenta la gestión de la contaminación asociada a las aguas pluviales:

## **ITOHG -SAN/SISTEMAS DE SANEAMIENTO**

### **VOLUMEN 1. DISEÑO DE LAS REDES**

#### **SAN-1/0. Sistemas de saneamiento**

SAN-1/1. Cálculo de caudales en saneamiento

SAN-1/2. Trazado de redes de saneamiento

SAN-1/3. Cálculo hidráulico de conducciones

#### **SAN-1/4. Técnicas de drenaje urbano sostenible**

#### **SAN-1/5. Cálculo de depósitos en sistemas unitarios**

SAN-1/6. Cálculo de estaciones de bombeo

### **VOLUMEN 2. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO**

SAN-2/0. Consideraciones generales

SAN-2/1. Elementos complementarios de las redes de saneamiento

#### **SAN-2/2. Diseño de depósitos en sistemas unitarios**

SAN-2/3. Diseño de estaciones de bombeo

#### **SAN-2/4. Telecontrol e telesupervisión**

En la ITOHG-SAN-1/0, denominada "Sistemas de saneamiento", se hace una clara apuesta por el control de la contaminación asociada a las aguas pluviales y se establece como solución más adecuada el uso de las Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible (TDUS), que determinan una nueva relación entre las fuentes de contaminación, los caudales, los sistemas de transporte, las depuradoras y otros sistemas de tratamiento, y el medio receptor. Se potencia el uso de TDUS en cualquier ámbito de los sistemas de saneamiento y drenaje.

## **LAS INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE OBRAS HIDRÁULICAS DE GALICIA (ITOHG) Y LAS TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE**

En la ITOHG-SAN-1/0 se realiza el siguiente posicionamiento respecto a las aguas pluviales: las aguas de escorrentía en la cuenca urbana (antes de entrar en el sistema de saneamiento), y las aguas que circulan por la red de pluviales en sistemas separativos tienen en común el hecho de no estar mezcladas con aguas residuales. Este hecho cierto tiene varias consecuencias:

- Es un agua con un nivel de contaminación muy variable, casi nulo en medios rurales, sin contaminación difusa apreciable, pero muy alto en medios urbanos muy consolidados.
- El vertido directo de esas aguas a los medios receptores puede no ser adecuado, ya que depende de las fuentes de contaminación que converjan en cada cuenca a drenar (por ejemplo la existencia de tráfico intenso o la presencia de industria con emisiones gaseosas importantes), por lo que deberá comprobarse y justificarse esta posibilidad en todos los proyectos.
- Dado que el tipo de contaminación no es el propio de un agua residual urbana, el tipo de tratamiento adecuado tampoco es el mismo, por lo que se deben considerar tratamientos específicos para estas aguas (más simples, por lo general).

- Tras un tratamiento adecuado, o de modo directo si el agua está poco contaminada, el agua pluvial debe ser considerada un recurso, y procede su almacenamiento y utilización para usos compatibles con su calidad (no para consumo urbano, en general). El vertido de aguas de buena calidad a los cauces fluviales o masas de agua subterránea es un uso compatible con este principio.

La Instrucción amplía y justifica estos principios, y esboza las TDUS a utilizar, que son detalladas en la ITOHG-SAN-1/4.

La Instrucción SAN-1/0 enumera también los beneficios potenciales que tiene controlar la cantidad de aguas de escorrentía urbana:

- Prevención o reducción de los incrementos del valor punta de escorrentía causados por el desarrollo urbano (reducción de impactos hidromorfológicos sobre masas de agua naturales)
- Mitigación de los problemas de la capacidad del alcantarillado aguas abajo
- Recarga de los recursos de agua subterránea
- Reducción o eliminación de la necesidad de mejoras en las infraestructuras aguas abajo
- Disminución de la erosión de los cauces (con un diseño apropiado) a través del control de la velocidad y de la reducción del caudal
- Reducción de la carga contaminante a través de deposición, reacción química y mecanismos de depuración biológicos
- Mejoras de las características del caudal que llega a la planta de depuración
- Beneficios estéticos y ecológicos del hábitat en lugares multiuso
- Control de la deposición de sedimentos
- Mejora de la calidad del agua a través de la filtración, en su caso, del agua de escorrentía

La Instrucción tiene presente que el control y la valorización de las aguas pluviales es un principio cuya implementación tiene varias vertientes. Además de la construcción y explotación de infraestructuras adecuadas, se requiere una concienciación social y un cambio de paradigmas, que necesariamente deben adoptarse de modo gradual. Se considera fundamental trabajar en varios frentes: limpieza de las calles, programas de educación pública, programas de gestión de residuos, control de fertilizantes y pesticidas, control de la erosión del suelo, y control de la escorrentía de zonas comerciales e industriales; promoción y potenciación de la construcción y explotación de TDUS.

En la ITOGH-SAN-1/4 se describen detalladamente un amplio abanico de tipologías de TDUS, tanto de control en origen como de control aguas abajo en redes de drenaje de pluviales. La Instrucción recomienda la adopción de las TDUS para el control de la contaminación de las aguas de escorrentía en los siguientes casos:

- En núcleos rurales, con población superior a 1.000 habitantes, a excepción de núcleos que puedan producir una alta cantidad de contaminación difusa (pesticidas, erosión del suelo, etc.), en los que se deben aplicar las TDUS en cualquier caso.
- En zonas urbanas e industriales

- En aparcamientos de superficie superior a 0,5 ha
- En carreteras con IMD superior a los 20.000 vehículos/día
- En zonas como gasolineras, inmediaciones de estaciones de ferrocarril o autobuses o similares

En el caso de que los medios acuáticos receptores estén clasificados con alguna figura de protección recogida en la Directiva Marco del Agua se aconseja utilizar TDUS en los siguientes casos:

- En núcleos rurales, con población superior a 5.000 habitantes, a excepción de núcleos que puedan producir una alta cantidad de contaminación difusa (pesticidas, erosión del suelo, etc.), en los que se deben aplicar las TDUS en cualquier caso.
- En zonas urbanas e industriales
- En aparcamientos de superficie superior a 0,25 ha
- En carreteras con IMD superior a los 10.000 vehículos/día
- En zonas como gasolineras, inmediaciones de estaciones de ferrocarril o autobuses o similares

Se recomiendan las siguientes tipologías de TDUS (CEDEX, 2008):

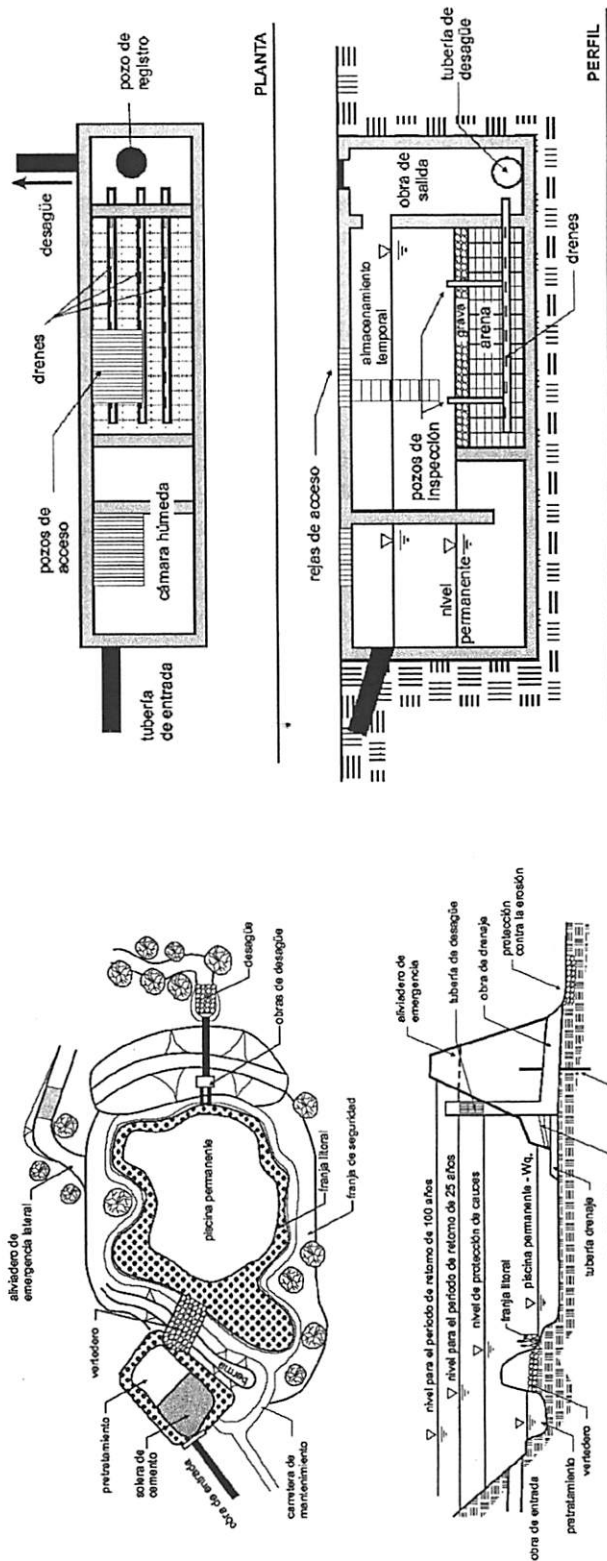
#### **Control y tratamiento local:**

- Dispositivos de infiltración, como cunetas o pozos de infiltración
- Pavimentos porosos o modulares

#### **Retención o detención a nivel subcuenca:**

- Estanques de detención (secos)
- Estanques de retención (húmedos)
- Depósitos de hormigón, normalmente subterráneos
- Humedales artificiales
- Bandas de césped o cunetas con césped
- Sistemas de filtración en lecho de arena (superficiales, perimetrales, subterráneos)

Figura 1 - Esquemas de dos tipologías de TDUS: estanque de retención y filtro de arena subterráneo

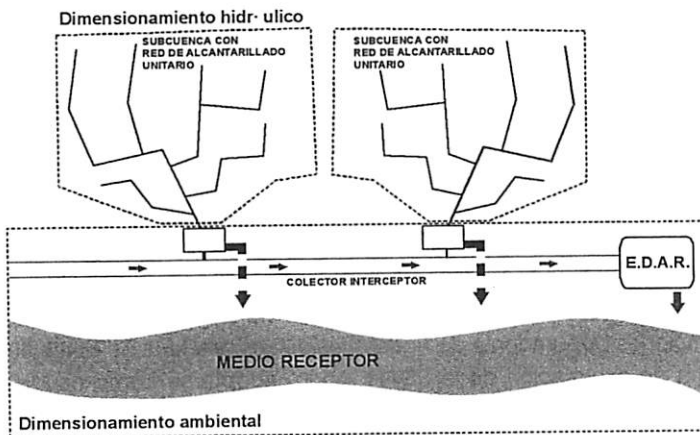


# DISEÑO DE DEPÓSITOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN EN SISTEMAS UNITARIOS

## Consideraciones y criterios generales

El cálculo del caudal máximo de diseño del alcantarillado de una subcuenca unitaria en tiempo de lluvia es fijado en base a criterios de drenaje con el fin de evitar inundaciones pero, sin embargo, el diseño de los caudales máximos de diseño de los colectores interceptores principales, o los emisarios terrestres, que recogen aguas de diferentes subcuencas, se debe basar en criterios que permitan alcanzar determinados objetivos ambientales en el sistema acuático receptor. La posible existencia de infraestructuras específicas para gestionar las aguas pluviales y los problemas de contaminación a ellas asociados, permitirá limitar y regular los flujos hacia la EDAR y los vertidos hacia el medio receptor.

Figura 2 - Criterios de dimensionamiento de colectores en función de la situación dentro del sistema de saneamiento



Las Instrucciones Técnicas sobre Obras Hidráulicas en Galicia (ITOHG) especifican una metodología de diseño de estas infraestructuras, que se detalla a continuación.

En general, deben disponerse depósitos al menos en los siguientes casos:

- En las incorporaciones de la red de saneamiento previas a los colectores interceptores, cuando los caudales de pluviales sean elevados y/o superen la capacidad de gestión de aguas residuales de la EDAR. Con el objeto de garantizar el buen funcionamiento del sistema, se debe procurar el agrupamiento de las aguas residuales, de forma que cada tanque recoja las aguas correspondientes a una población de al menos 1.000 habitantes.

- En los puntos previos a las instalaciones que tengan un caudal de diseño limitado, como las estaciones de bombeo, sifones, etc.

Dado que en sistemas unitarios son previsibles problemas de contaminación asociados a las aguas pluviales, será necesario que los depósitos se diseñen con el objeto de minimizar los vertidos al medio receptor.

### Caudales conducidos a la EDAR

El primer paso para realizar el diseño de un depósito de aguas pluviales es el de definir los caudales de entrada y salida del mismo. De este modo, se define:

- a) El caudal máximo de entrada en el depósito,  $Q_E$ , viene dado por la siguiente expresión:

$$Q_E = QH_{p,urb} + QH_{p,ind} + QD_{m,inf} + QP$$

Donde:

- $QH_{p,urb}$  caudal horario punta urbano de aguas residuales en el día de máximo consumo del año horizonte  
 $QH_{p,ind}$  caudal horario punta industrial de aguas residuales en el año horizonte  
 $QD_{m,inf}$  caudal medio diario de infiltración  
 $QP$  caudal punta de aguas pluviales

- b) El caudal de salida del depósito,  $Q_S$ , deberá ser coherente con la estrategia general de depuración del sistema de saneamiento y con el caudal máximo admitido por la EDAR a la que se conducen las aguas. En general, este será el proporcionado por el tratamiento secundario de la misma, y determinará los caudales máximos admitidos por las líneas de la depuradora. Hasta la publicación de las futuras Instrucciones Técnicas para Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales, y a falta de datos concretos sobre el sistema de explotación de la EDAR, podrá adoptarse como caudal de salida del depósito de aguas pluviales un valor de tres veces el caudal diario punta anual (caudal medio del día de máximo consumo del año) de aguas residuales urbanas:

$$Q_S = 3 \cdot QD_{p,total}$$

Donde:

- $Q_S$  caudal de salida del depósito de aguas pluviales  
 $QD_{p,total}$  caudal diario punta total de aguas residuales urbanas de la cuenca de aportación al depósito, definido en la ITOHG-SAN-1/0 como:

$$QD_{p,total} = QD_{p,urb} + QD_{p,ind} + QD_{m,inf}$$

- $QD_{p,urb}$  caudal diario punta de agua residual de origen urbano (caudal diario medio en el día de máximo consumo, es decir, considerando la punta estacional)  
 $QD_{p,ind}$  caudal diario punta de agua residual de origen industrial  
 $QD_{m,inf}$  caudal diario medio de infiltración



Este valor para el caudal de salida ( $3 \cdot QD_{p,tota}$ ) se establecerá para tratamientos secundarios convencionales de biomasa en suspensión o fija. A pesar de esto, en casos justificados en los que el diseño de la EDAR y de la red de saneamiento permita conducir y tratar caudales más elevados en la estación depuradora, podrán incrementarse los valores anteriormente señalados. Este es el caso de una EDAR que disponga, por ejemplo, de líneas auxiliares de retención o de tratamiento para las aguas pluviales. De todos modos, siempre hace falta garantizar los objetivos de calidad marcados por la Directiva 91/271 en la totalidad de los efluentes vertidos desde la planta depuradora.

c) El caudal vertido por el aliviadero del depósito,  $Q_{VA}$ , deberá adecuarse a las características del medio acuático receptor y, en cualquier caso, deberá pasar por un desbaste fino. En el proyecto se justificará la adopción de los caudales y volúmenes de las aguas aliviadas hacia el medio receptor, empleando las metodologías descritas en los apartados siguientes.

### Diseño hidráulico de depósitos anti-DSU. Método simplificado

Para la determinación del volumen de los depósitos, el método simplificado propone un sencillo procedimiento en el que, en función del tipo de cuenca y el tipo de medio receptor, se estima la capacidad del depósito a partir de unos ratios de volumen por hectárea neta (impermeable) de cuenca urbana. La aplicación de este método no requiere del conocimiento de la evolución de los caudales para la estimación del volumen del depósito y de los órganos de regulación y alivio del mismo.

Se utilizará este método si concurren las siguientes circunstancias simultáneamente:

- La superficie impermeable de la cuenca urbana es inferior las 10 hectáreas
- La población es inferior a los 3.000 habitantes
- No existe una situación de riesgo por inundaciones

En el resto de escenarios se empleará el "método completo", que se expone a continuación.

Siguiendo la filosofía expresada en la ITOHG-SAN-1/0, los caudales derivados hacia EDAR deben tratarse en la misma en términos de los criterios de calidad recogidos en la Directiva 91/271. De este modo, y de forma general, los máximos caudales que pueden llegar a los colectores interceptores desde los depósitos de aguas pluviales serán los que vayan a ser tratados con garantías. En el caso general será un caudal del orden de  $3 \cdot QD_{p,tota}$ . Para estos caudales de salida ( $3 \cdot QD_{p,tota}$ ), y para que no se produzca un número anual elevado de vertidos al medio receptor, el volumen específico (volumen por hectárea impermeable de traza urbana) adoptado en esta instrucción será el que viene recogido en la Tabla 1:

**Tabla 1 - Volúmenes de almacenamiento específico (m<sup>3</sup>/ha neta) mínimos para los depósitos anti-DSU en función del medio receptor y de la tipología de la cuenca de aportación**

Tipo de medio receptor (en términos de la 91/271)	Tipología de la cuenca de aportación		
	Rural	Urbana	Urbana densa
Sensible	80	100	110
No catalogado (normal)	60	80	90

Los volúmenes de las zonas catalogadas como sensibles se aplicarán a aquellas zonas protegidas recogidas en la DMA. Estas son las zonas de captación de agua para abastecimiento y las zonas de futura captación para abastecimiento; las zonas de protección de especies acuáticas económicamente significativas; las masas de agua de uso recreativo; las zonas vulnerables; las zonas de protección de hábitat o especies; los perímetros de protección de aguas minerales y termales; las reservas naturales fluviales; las zonas de protección especial y las zonas húmedas.

Para los casos en los que se permita derivar un caudal superior a  $3 \cdot QD_{p,total}$ , deberán emplearse los valores recogidos en la Tabla 2:

**Tabla 2 - Volúmenes de almacenamiento específico (m<sup>3</sup>/ha neta) mínimos para los depósitos de aguas pluviales con caudales de salida de 5 e  $7 QD_{p,total}$**

5- $QD_{p,total}$	Tipología de la cuenca de aportación		
	Rural	Urbana	Urbana densa
Sensible	56	70	77
No catalogada (normal)	42	56	63
7- $QD_{p,total}$	Tipología de la cuenca de aportación		
	Rural	Urbana	Urbana densa
Sensible	32	40	44
No catalogada (normal)	24	32	36

En cualquier caso, si un usuario o grupo de usuarios singulares (por ejemplo, una agrupación industrial) generan caudales máximos superiores a los admitidos por la EDAR (habitualmente  $3 \cdot QD_{p,total}$ ) deberán proponerse medidas para no superar este valor en la cabecera de la planta depuradora. En estas situaciones es preceptiva la autorización de las autoridades hidráulicas competentes.

### **Diseño hidráulico de depósitos anti-DSU. Método completo**

El método completo consiste en la realización de una modelización integrada de la cuenca urbana, de la red de conducciones, los sistemas de depuración y control de los vertidos, y por último, y siempre que sea posible, del medio receptor.

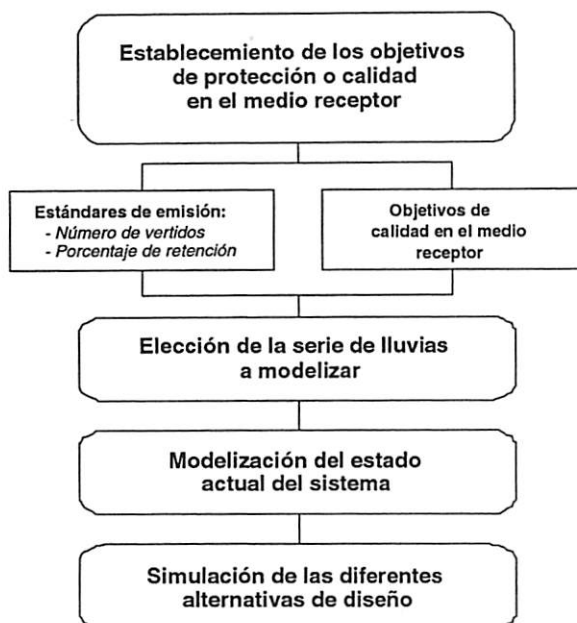
Para la aplicación de esta metodología es necesario disponer de datos de partida en cantidad y calidad muy superior a los necesarios para la aplicación del método simplifi-

cado. La principal ventaja que ofrece es el involucrar en la concepción del sistema de saneamiento al medio receptor, en el que se establecerán una serie de objetivos de calidad que deberán cumplirse.

Este método puede aplicarse en cualquier circunstancia o escenario de diseño, aunque será obligatorio cuando se presente alguna de las siguientes circunstancias:

- La superficie impermeable de la cuenca urbana es superior a las 10 hectáreas.
- La población es superior a los 3.000 habitantes.
- Existe una situación de riesgo por inundaciones.

Figura 3 - Esquema de estimación del volumen del depósito anti-DSU (ITOGH SAN-1/5)



Las etapas del proceso de obtención del volumen de un depósito anti-DSU, mediante el método completo, se describen a continuación y se esquematizan en la Figura 3.

a) *Establecimiento de los objetivos de protección o calidad del medio receptor*

En primer lugar deben establecerse los objetivos de protección del medio receptor. Se pueden adoptar dos aproximaciones.

La más sencilla consiste en establecer una serie de estándares de emisión (ES, *emission standards*). Con este procedimiento se fijan una serie de restricciones a los vertidos. Los criterios de emisión que se proponen en el ámbito de aplicación de esta instrucción son los siguientes:

- Se limita el número máximo de vertidos en el año medio a un valor de entre 15 y 20.
- Se limita el porcentaje de agua vertida a un 10%-15% del volumen total de la lluvia neta.

Deberá comprobarse que al menos uno de los dos criterios se cumple de modo satisfactorio.

La principal desventaja de esta opción es que los criterios empleados son generales y no analizan el funcionamiento en medio acuático receptor. Por este motivo, se pueden adoptar una segunda metodología consistente en el cumplimiento de una serie de objetivos de calidad ambiental a través de los EQS (*environmental quality standards*).

Este procedimiento es más difícil de aplicar, ya que se debe disponer de los estándares de calidad del medio receptor y además, estos estándares deberían contemplar la intermitencia de los vertidos de los sistemas separativos.

Ni a nivel estatal ni de la Unión Europea existen referencias normativas para imponer este tipo de estándares. Los estudios más conocidos son los del *Urban Pollution Management* del Reino Unido (FWR, 1998). En esta publicación se establecen cinco objetivos de calidad que tienen asociados unos valores de OD, DBO y amonio. Esta concepción de la red de saneamiento como un sistema integral sigue la filosofía de la norma UNE-EN-752.

*b) Elección de la serie de lluvias a modelizar*

Para realizar el diseño de un depósito anti-DSU son necesarias series de precipitación reales de la zona de estudio con una resolución temporal elevada de, como máximo, 10 minutos. Esta situación, disponer de digamos de 10 años de precipitación tomada cada 5 ó 10 minutos de un pluviómetro de la zona de análisis, no es muy habitual. Por este motivo, para la aplicación del método completo de cálculo de depósitos de aguas pluviales, se podrá emplear la información correspondiente a un único año de precipitación. Este año de registro, debe reflejar el comportamiento pluviométrico medio de la zona de análisis. Una alternativa a las series reales de precipitaciones es la elaboración de series de precipitación sintética, de varios años o de un año "medio".

*c) Modelización del estado actual del sistema*

Una vez definidos los estándares de calidad y las lluvias para alimentar el modelo de la red de saneamiento, se procederá a realizar un modelo numérico de la misma. Con este objeto, deben seguirse las pautas marcadas en las ITOHG-SAN-1/1 e ITOHG-SAN-1/3, relativas a la elaboración de los modelos de transformación lluvia-caudal y de tránsito de caudales por las conducciones, respectivamente.

Una vez elaborado el modelo de la red de saneamiento, se procederá a analizar el funcionamiento de la misma sin la colocación de depósitos de aguas pluviales. Así se podrá comprobar el estado inicial de la misma y valorar el grado de cumplimiento del sistema.

#### d) Simulación de las diferentes alternativas de diseño

El último paso consistirá en analizar diferentes alternativas (volúmenes, emplazamientos) para los depósitos anti-DSU. Con la ayuda del modelo de la red sobre un año medio pueden observarse el número de vertidos y el volumen o masa de contaminación aliviada hacia el medio receptor. De este modo se comprobará el cumplimiento de los objetivos de calidad definidos inicialmente.

## CONCLUSIONES

En el texto precedente se ha esbozado la problemática de la contaminación asociada a las aguas pluviales, que en determinados contextos pueden generar impactos significativos sobre los medios acuáticos receptores, y las soluciones que se proponen desde la Administración Hidráulica de Galicia. Las ITOGH-SAN suponen un impulso a las Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible, es decir al desarrollo urbano sostenible.

Para alcanzar los objetivos propuestos es fundamental concienciar a todos los agentes implicados de la necesidad perentoria de cumplir con los objetivos impuestos por la Directiva Marco, y asumir que este cumplimiento pasa por invertir (tanto en construcción como en explotación) no solo en EDAR sino también en la red y en la superficie de la cuenca, en el origen del problema. Los sistemas de saneamiento y drenaje, cada vez más complejos para cumplir de forma adecuada su misión, deberán ser gestionados de modo ordenado y coherente, de forma integral e integrada.

La ordenación del territorio y el planeamiento urbanístico se convierten en herramientas claves en la gestión sostenible de los recursos hídricos en el medio urbano.

## REFERENCIAS

- AHG-XUNTA DE GALICIA, (2009). *Instrucciones Técnicas de Obras Hidráulicas de Galicia*; Empresa Pública de Obras y Servicios Hidráulicos, Augas de Galicia y Universidade da Coruña.
- FWR, (1998). *Urban Pollution Management (UPM). A planning guide for the management of urban wastewater discharges during wet weather*; segunda edición; Foundation for Water Research; CD; ISBN 0952171244.
- CEDEX, (2008). *Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano*. Ed. J. Puertas, J. Suárez y J. Anta. Madrid. ISBN 978-84-7790-475-5.