



Nuevo escenario de control de vertidos a cauce público: Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH) 2022

El proyecto de modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH) aborda los Vertidos por Desbordamiento del Sistema Sanitario (VDSS). La administración define un nuevo marco de control y sancionador. ¿A qué se enfrentan en su día a día, frente al concepto de vertido en tiempo seco, las empresas gestoras de los sistemas de saneamiento?..., a un escenario de riesgo permanente. Este artículo plantea un modelo de gestión del riesgo de vertido relacionándolo con aspectos técnicos claves para operatividad en continuo de la instrumentación de calidad exigida, permitiendo al operador mantener una gestión preventiva de vertido, apoyándose en las medidas en continuo de los instrumentos instalados, debido a su alta representatividad, tanto en los niveles de riesgo anteriores al vertido como en los correspondientes al durante y después de este. Las propuestas garantizan el control de los caudales mínimos de vertido, coincidentes con los mencionados en el RDPH como los más contaminantes, asociándolos a los producidos en el inicio de un episodio de lluvia.

Palabras clave

RDPH, VDSS, modelo de gestión del riesgo, gestión preventiva, instrumentación de calidad de agua, punto de muestreo y medición.

NEW SCENARIO FOR CONTROL OF DISCHARGES INTO PUBLIC CHANNEL: HYDRAULIC PUBLIC DOMAIN REGULATON (RDPH) 2022

The modification project of the RDPH addresses Discharges by Overflow from the Sanitary System (VDSS) in the context of the European Union (Waste Water Discharge) regulations. The administration defines a new framework for control and sanctions. On a daily basis, the sanitation system management companies face a scenario of permanent risk regarding the concept of dry weather discharge. This article proposes a risk management model for discharge, relating it to key technical aspects for the continuous operability of the required water quality instrumentation, allowing the operator to maintain a preventive management of discharges. This is supported by continuous measurements from installed instruments, due to their high representativeness, both in the risk levels before the discharge and during and after it. The proposals guarantee the control of minimum discharge flow rates, which are coincident with the ones mentioned in the RDPH as the most polluting, and associate them with those produced at the beginning of a rain episode.

Keywords

RDPH, VDSS, risk management model, preventive management, water quality instrumentation, sampling and measurement point.

Ramón Egea Pérez

director de Obra de la Empresa Municipal de Aguas y Saneamiento de Murcia, S.A. (Emuasa)

María Dolores Marín del Rey

experta en digitalización e instrumentación



1. INTRODUCCIÓN: OBJETIVOS DEL NUEVO MARCO LEGAL

El Proyecto de Real Decreto de 21 de julio de 2022, que modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH) aprobado por el RD 849/1986, de 11 de abril, y el Reglamento de la Administración Pública del Agua aprobado por el RD 927/1988, de 29 de julio, pretende la actualización de sus disposiciones para la mejor regulación de la protección, utilización y gestión del agua y su cauce público según los avances tecnológicos consolidados.

La modificación del RDPH a través del Real Decreto 1290/2012, de 7 de septiembre, introdujo la obligación de controlar y reducir la contaminación procedente de vertidos por desbordamientos del sistema de saneamiento. "Las líneas de acción se plantean con el objetivo de recuperar, restaurar y proteger las masas de agua, incrementar la seguridad hídrica, avanzar en la mejora del saneamiento y la depuración, luchar

contra la contaminación difusa, y avanzar en la gestión de inundaciones y sequías", señala.

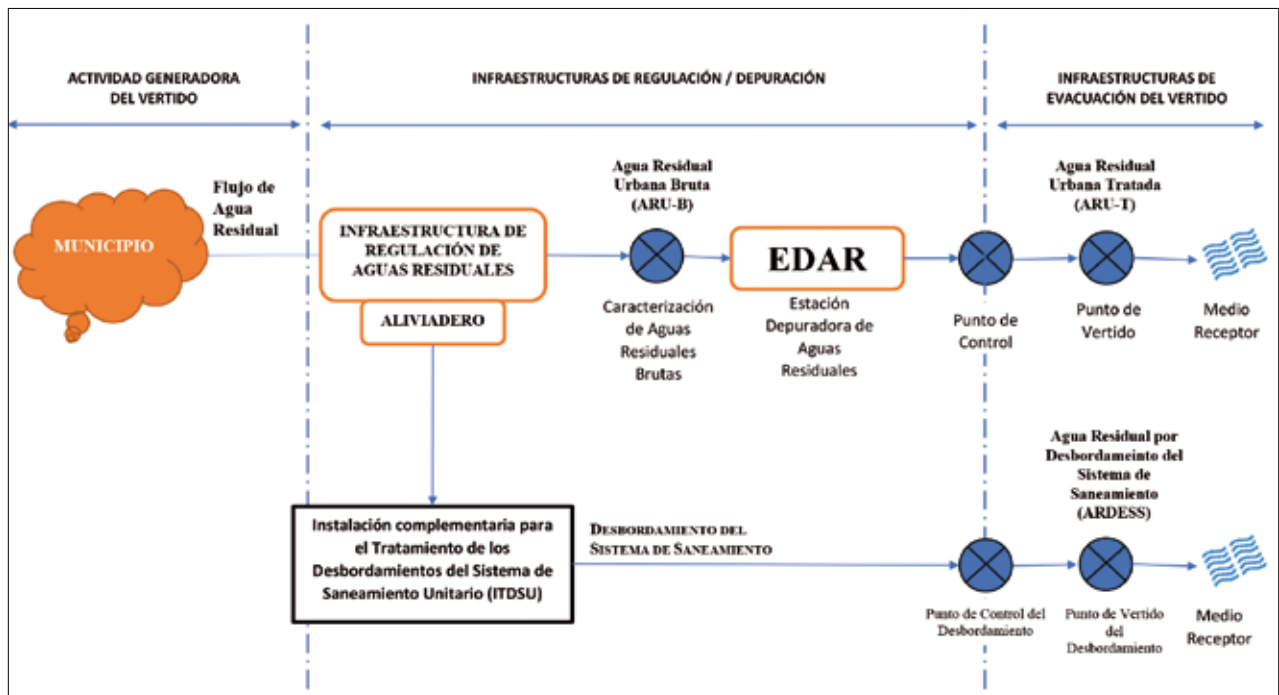
Uno de los aspectos en los que hace especial incidencia es el referente a los Vertidos por Desbordamiento del Sistema Sanitario (VDSS) (**Figura 1**) y el control de estos en los Puntos de Vertido por Desbordamiento del Sistema Sanitario (PVDSS). El reglamento entra en detalles como el modelo de cálculo del rendimiento hidráulico de estos sistemas, bajo la perspectiva de su capacidad de aceptación de precipitaciones sin producirse su desbordamiento, tomando como referencia la pluviometría medida por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

La contaminación de los VDSS en episodios de lluvia alcanza un máximo (fenómeno de primer lavado o *first flush*) durante los primeros momentos de las precipitaciones, lavando los contaminantes existentes en el suelo y transportándolos hasta la red de saneamiento y, en su caso,

el vertido asociado de bajo caudal y alta carga. El impacto de estos vertidos en redes unitarias no está asociado a eventos extremos de precipitación, sino que el umbral debe definirse a partir de lluvias habituales que sobrepasen la capacidad de tratamiento (caudal de tratamiento) de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) en tiempo seco. Así, el RDPH dispone los requerimientos legales a exigir para autorizar potenciales vertidos:

- Tratamiento de las aguas.
- Implantación de medidas de retención y evacuación a la EDAR de las aguas residuales y primeras aguas pluviales (sistema unitario) susceptibles de contaminar las aguas receptoras.
- Obligación de disponer de sistemas de monitorización de vertidos en episodios de lluvia en los sistemas de saneamiento que midan el número de eventos, el tiempo de duración del evento y el volumen

FIGURA 1. Esquema de vertidos urbanos VDSS.



asociado a cada episodio, además de parámetros de calidad.

- Obligación de retirar los residuos acumulados en el cauce tras un desbordamiento en episodios de lluvias.

El nuevo RDPH aborda la necesidad de garantizar la inocuidad del agua vertida durante un episodio de VDSS. Para ello, indica dos posibles acciones a tomar:

- Muestra puntual durante el episodio de vertido por alivio.
- Medición en continuo de al menos los siguientes cuatro parámetros de calidad: conductividad, turbidez, pH y oxígeno disuelto.

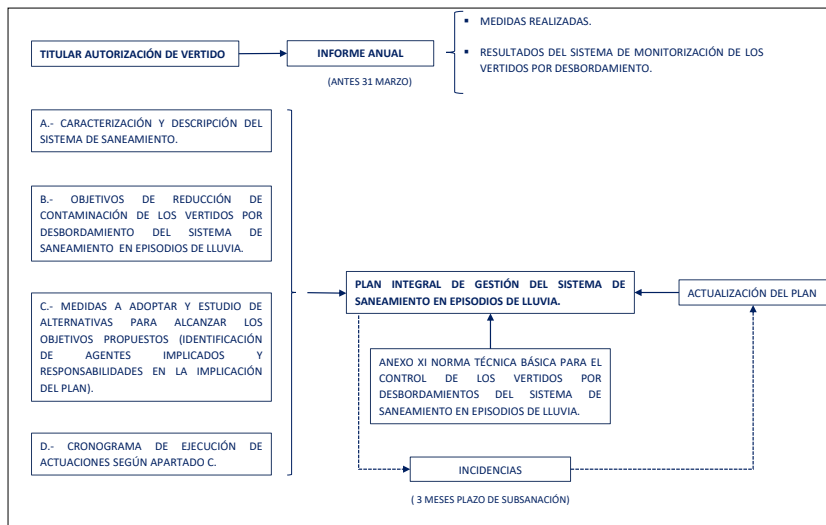
Los requerimientos técnicos solicitados persiguen evitar la contaminación del dominio público hidráulico (modificación del reglamento, Anexo XIV de Normas Técnicas Básicas para el Control de los Vertidos por Desbordamientos del Sistema de Saneamiento en episodios de lluvia).

2. ESTUDIO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE VERTIDOS A CAUCE PÚBLICO

Una vez analizado el nuevo proyecto RDPH, en lo concerniente a la vigilancia de la calidad del agua vertida, surge la problemática de la medición en continuo de la calidad del agua en un aliviadero. El estudio realizado aporta un modelo de gestión basado en una metodología de medición preventiva y diseño hidráulico de la infraestructura, en lo concerniente al control de la calidad del agua de un potencial vertido que permita anticiparse ante un episodio de alivio.

Para ello se definen los diferentes niveles de riesgo de alivio del PVDSS, correlacionando los niveles de agua en los puntos previos significativos

FIGURA 2. Seguimiento del Plan Integral de Gestión del Sistema de Saneamiento en episodios de lluvia.



del sistema sanitario (SS) y los finales en la infraestructura de alivio, así como la medición de los parámetros de calidad previos al vertido con los mismos finalmente aliviados. Todo ello mediante un enfoque holístico del sistema, para cumplimiento de los requerimientos del RDPH.

El presente artículo aborda igualmente la problemática en la determinación y elección de un punto de medición representativo para la medición en continuo de la calidad del agua circulante por un aliviadero, durante un episodio de desbordamiento (VDSS). Esta elección del punto aparentemente evidente, aguas abajo del labio del vertedero de alivio, es una realidad compleja en la ingeniería de instrumentación para la medición en continuo.

3. MODELO DE GESTIÓN

El modelo de gestión predictivo basado en niveles de riesgo de alivio del PVDSS, define estos como valores de altura de agua medidos en puntos del SS trazables con el posible alivio a cauce público (**Figura 2**). De manera genérica, y tomando como referencia la obra hidráulica que contenga la pared y el labio de

alivio, serán tres las posibles ubicaciones de los puntos de medición de nivel relacionables con los valores de nivel de riesgo de alivio:

- El nivel en el colector de entrada a la obra que contenga el aliviadero (MN₁).
- El nivel en la obra que contenga el labio de alivio en su zona húmeda (MN₂).
- El nivel en la obra que contenga el labio de alivio en su zona seca (MN₃).

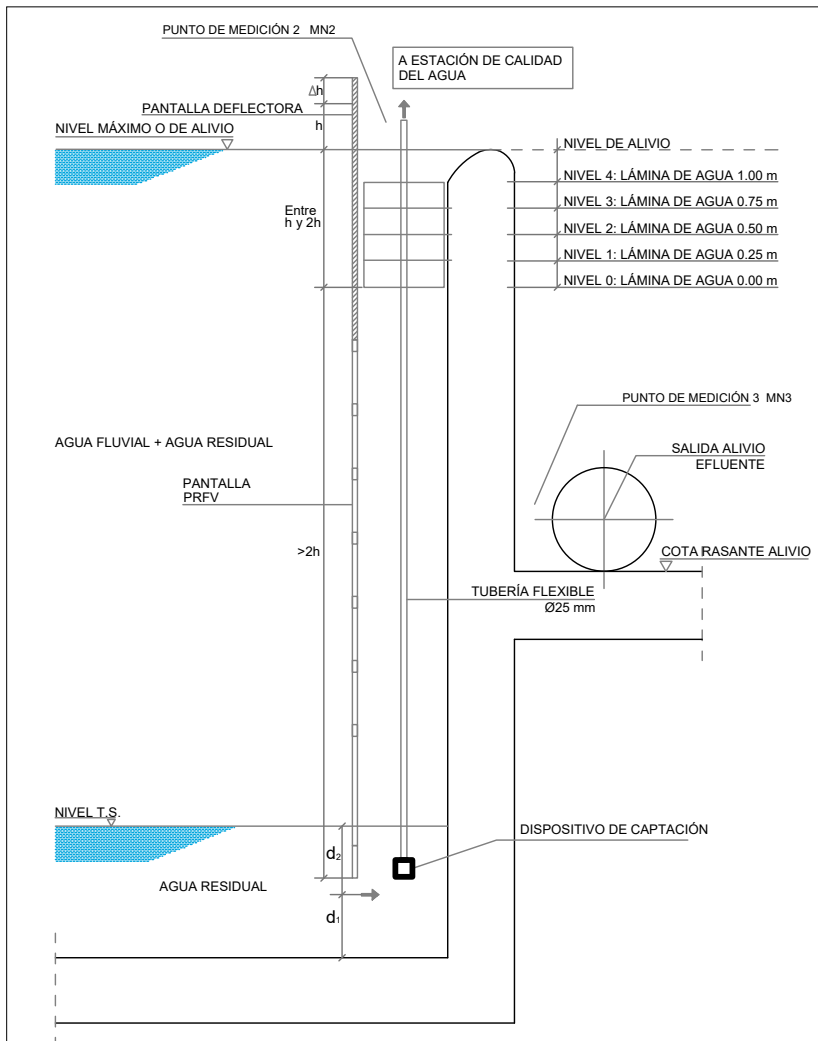
3.1. DEFINICIÓN DE NIVELES DE RIESGO DE ALIVIO EN UN PVDSS

Los valores de nivel de riesgo definen los diferentes escenarios de alivio, como cotas de la lámina de agua alcanzada a consecuencia de la pluviometría acaecida durante los episodios de lluvia. Los valores de nivel de riesgo fijados dependerán de las características hidráulicas del sistema de saneamiento y las características hidrológicas de la cuenca receptora. El modelo identifica los siguientes valores de nivel (**Figura 3**):

- Nivel máximo en tiempo seco (N_{máx} TS): máximo nivel o lámina



FIGURA 3. Niveles de riesgo de alivio en el labio del vertedero.



de agua más elevado durante la operación de la red de saneamiento unitaria (mm).

- Nivel de seguridad (NS): máxima lámina de agua que puede alcanzar el colector de saneamiento en episodios de lluvias intensas sin generar incidencias en la red, aun incluyendo medidas adicionales de operación del sistema de saneamiento (mm).
- Nivel de preemergencia (NPE): máximo nivel alcanzado tras rebasar el nivel de seguridad, NS o de operación del sistema de saneamiento.
- Nivel de riesgo (NR): aquel nivel alcanzado aguas abajo, en la infraestructura de alivio previo al

desbordamiento, y dividido en los distintos niveles de riesgo del punto de control, por ejemplo:

- Nivel de riesgo NR_0 : cota 000.
- Nivel de riesgo NR_1 : cota 200.
- Nivel de riesgo NR_2 : cota 400.
- Nivel de riesgo NR_3 : cota 600.
- Nivel de riesgo NR_4 : cota 800.
- Nivel de riesgo NR_5 : cota 1.000.

El nivel de riesgo NR_5 coincidirá con el nivel de alivio o desbordamiento (ND), según cotas en mm.

- Nivel de emergencia (NE): aquel nivel de agua alcanzado en la infraestructura de alivio que garantiza la integridad estructural tras el desbordamiento, como consecuencia de lluvias muy intensas o de carácter extraordinario.

3.2. DEFINICIÓN DE VOLUMEN DE RIESGO DE ALIVIO PROBABLE (VRAP) EN UN PVDSS

El riesgo potencial de desbordamiento viene prefijado por el volumen de agua alcanzado en el sistema de saneamiento que no es posible retener en dicho sistema.

Como propuesta incluida en el Plan de Medidas de Gestión del Sistema de Saneamiento en episodios de lluvia, Emuasa se compromete a controlar en continuo en dichos puntos de vertido PVDSS, los volúmenes de riesgo probable, monitorizando los niveles de agua alcanzados y los polutogramas previos al alivio.

Para obtener el valor del VRAP en los PVDSS identificados, se parte, al igual que se indica en el RDPH, de la consideración de la interconexión entre la superficie urbana generadora de escorrentía, la red de saneamiento, las infraestructuras de regulación, la EDAR y el medio receptor.

Considerando en su diseño los estudios técnicos de detalle, puede observarse el volumen de riesgo de alivio asociado a las características geométricas del PVDSS. Definiendo VRAP como aquel volumen de agua coincidente con la cota de alivio o lámina de agua del labio superior que verterá en un tiempo t , dependiendo aquel de la intensidad de lluvia I_t (L/m^2 o mm). Dicho nivel de alivio se define como 'nivel de riesgo NR_5 ' o de desbordamiento (ND).

3.3. CRITERIOS Y ESCENARIOS DE RIESGO

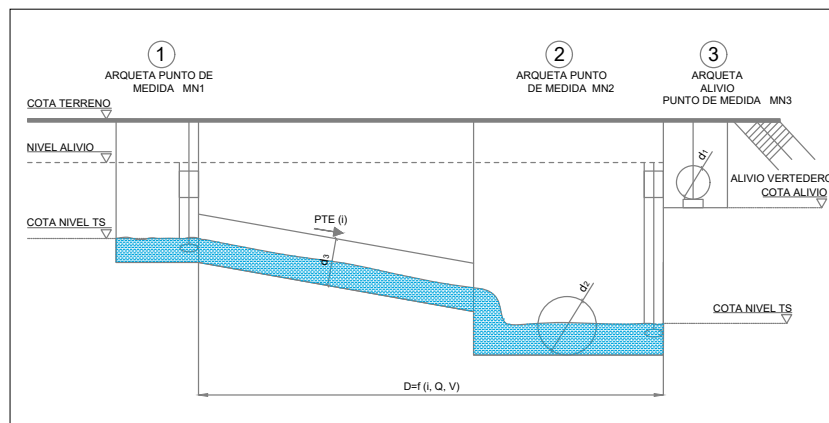
Los criterios y escenarios del modelo de gestión vinculado a la planimetría de las figuras son:

- El Volumen de Riesgo de Alivio Probable (VRAP) es cuantificado mediante la medición de la altura de la lámina de agua en el punto

(MN₂), zona del flujo que entra en contacto con la pared del vertedero de alivio, una vez ésta alcanza la cota de alivio. Este se corresponderá con una altura negativa respecto a la cota superior de la lámina, prefijada por el responsable de operación. Esta altura de agua negativa respecto a la cota superior de la lámina, medida en el punto MN₂, debe obtenerse conforme a la geometría de la obra previa al alivio y a los estudios de detalle de la escorrentía. Siendo este un valor umbral de seguridad que debe fijarse y puede ser constante o dependiente del valor de la intensidad de lluvia.

- La altura de agua del flujo del colector en el punto MN₁, u obra previa al vertedero, puede ser monitorizada igualmente mediante un instrumento de medición de altura de la lámina de agua instalado en este. Esta altura puede trazarse con la medida del nivel en el punto de medición MN₂, instalado en la zona húmeda de la pared del vertedero, y destinado a la gestión de los niveles de riesgo.
- En los episodios de riesgo de alivio, aquellos en los que superamos el nivel de riesgo NR₀, la monitorizando en continuo de la medición de nivel, trazada con los valores prefijados de riesgo, nos permitirá asociar el prepolutograma de alivio medido en el agua captada del flujo del colector, con el de aquella que podrá llegar a ser aliviada.
- Una vez se inicie el episodio de alivio, por mínimo que sea su caudal, se dispondrá de la monitorización de la calidad del agua aliviada, ya que el prepolutograma de alivio, medido en el colector, una vez superada la cota de riesgo NR₅, pasará a convertirse en el polutograma en tiempo real del agua

FIGURA 4. Equivalencia de niveles de riesgo de alivio en la red.



aliviada. La detección y determinación del comienzo de alivio, obtenida mediante la monitorización en continuo del valor del nivel en el punto MN₁, podrá confirmarse mediante un equipo de medida de nivel en el punto MN₃, instalado en la zona seca y dedicado exclusivamente a esta función.

- Si el volumen aliviado supera el nivel de control de la clapeta final (CP₁), esta abrirá.
- Si la altura de agua en el aliviadero medida en el punto MN₃ permitiera, por el volumen de lluvia alcanzado, la extracción de agua de muestra en la zona seca del aliviadero, esta podrá comenzar automáticamente.

La **Figura 4** muestra la equivalencia de niveles de riesgo de alivio en la red. Una de las bondades de este modelo de gestión preventiva es la de disponer, en los diferentes escenarios asociados a los niveles de riesgo de alivio, de los polutogramas, tanto previos como los correspondientes a cualquier volumen de alivio que se genere. Permite así la monitorización continua de la calidad del agua para todos los niveles de riesgo de alivio indicados trazándolos con la medición de los valores de calidad del alivio final.

Esta traza desde la infraestructura previa al labio de alivio, puede incluso realizarse con los resultantes tras los equipos de retención correspondientes, si las condiciones de disponibilidad de muestra en la zona seca del aliviadero permiten su medida directa en continuo.

3.4. REQUERIMIENTOS PARA LA MEDICIÓN DE CALIDAD EN CONTINUO

En este apartado se abordan los criterios necesarios a tener en cuenta para la instalación y operación de la instrumentación para medición en continuo de parámetros de calidad del agua, en el caso de agua bruta residual. La medición en continuo de los parámetros de calidad del agua de alivio depende de cuatro premisas básicas, que son las siguientes:

- Identificación del punto de muestra representativo del objetivo de la medición (PVDSS).
- Circulación, continuidad y volumen suficiente de la muestra.
- Selección del instrumento de medida en continuo del parámetro seleccionado.
- Condiciones de la instalación del instrumento de medida conformes a su especificación.



» La identificación hidráulica del punto donde la muestra sea representativa, junto con la circulación, continuidad y volumen suficiente de la muestra, son dos criterios clave a tener en cuenta para la instalación y operación de la instrumentación para medición en continuo de parámetros de calidad del agua

3.4.1. Primera condición

La identificación hidráulica del punto donde la muestra sea representativa del objetivo de la medición es, junto con la segunda, las dos condiciones claves sobre las que pivota la correcta adecuación a los objetivos de la normativa. El punto de partida será el PVDSS referenciado a su aliviadero conforme a los niveles de riesgo. El punto de captación en la red hidráulica seleccionado, para obtener muestra para una medición en continuo, debe cumplir los siguientes criterios esenciales:

- La ubicación debe ser tal que la medición de los parámetros en la muestra captada, sea representativa de ésta y trazable con los niveles de riesgo de la obra de alivio, asegurando de una forma inequívoca que es la muestra objeto del proceso de monitorización.
- Debe garantizar circulación, volumen y nivel suficiente en continuo de la muestra a analizar, para que el instrumento pueda operar conforme a las especificaciones del fabricante.

A continuación, se indican las particularidades y características de los puntos de medición de calidad de agua bruta residual. El presente estudio los orienta a los objetivos abordados por el RDPH de medición de la calidad de agua aliviada en el PVDSS:

- La zona seca del aliviadero es un punto donde habitualmente no hay caudal de agua disponible pa-

ra obtener la medición de la calidad de la muestra.

- La forma constructiva de los aliviaderos, debido a su función como elemento de operación de la red de manera puntual (discontinua), a la naturaleza del agua bruta y la necesidad de estar dimensionado para cualquier tipo de eventos pluviométricos, tanto para eventos de bajo caudal como de situaciones de emergencia meteorológica, obliga a la necesidad de diseñarlos de grandes dimensiones, superiores a la de la red que protegen. Esta circunstancia, junto con la imposibilidad evidente de mantener en él una linealidad temporal en los caudales circulantes, limitan mucho la correcta medición en continuo.
- La imposibilidad de predecir la disponibilidad de muestra suficiente para analizar. Evidentemente un vertido a monitorizar puede darse desde caudales muy pequeños hasta grandes caudales.
- La duración de un evento de alivio no es conocida previamente. Cualquier sistema de instrumentos de medición en continuo requiere, siempre y cuando el volumen y circulación de muestra y el nivel de sumergencia sean suficientes, de un intervalo de respuesta del equipo de medida. Este intervalo de respuesta es inmediato solo si el equipo se encuentra ya en proceso de medición continua. En equipos que no está midiendo en continuo, por encontrarse en seco, requiere de un intervalo de tiempo mínimo para comenzar a

medir. Efectivamente, este tiempo es tan variable, en el caso del control de un alivio, como la propia intensidad de lluvia y el tiempo de presencia de caudales suficientes en el punto de alivio. En el caso de que el equipo de medida se encontrara en la zona seca del aliviadero, la medición la obtendría pasados los siguientes periodos:

- Fase 1: alcanzar un caudal de muestra suficiente en el efluente aliviado.
- Fase 2: alcanzar un nivel de sumergencia del sensor suficiente.
- Fase 3: tiempo de respuesta del sensor, dependiente del principio físico de medición y del tratamiento de la señal primaria del sensor realizada por el firmware de su acondicionador de señal.

Cumplidas las anteriores fases, es necesario añadir tiempo para obtener un número de medidas consecutivas suficientes. Éstas nos permitan validar los valores por su evolución en la curva de respuesta obtenida. El tiempo que pueda transcurrir desde que el proceso de alivio se inicia, hasta que se cumplan las fases descritas para la operación del sensor, puede llegar a provocar que no se monitorice la medición de calidad del alivio producido de forma completa.

- Minimizar la acumulación de sólidos. Esta será siempre superior a la de la operación normal del SS, por los arrastres generados por el fenómeno meteorológico. Estos siem-

pre serán una barrera física que impedirá el correcto análisis de los parámetros de calidad. Igualmente, en caso de tratar de acondicionar una zona del aliviadero para evitar la presencia de sólidos en contacto con los sensores, puede producirse una retención de muestra que impedirá su paso hasta los sensores.

- Disponer de velocidad de muestra. La importancia de obtener o medir la muestra en un punto en el que ésta disponga de una cierta velocidad, que limite los efectos de acumulación de suciedad, clave para la circulación de esta y el funcionamiento lineal coherente y en continuo de los sensores. La proximidad a paramentos de obra disminuye notablemente la velocidad de la muestra.

En los dos últimos aspectos tienen una excepcional relevancia las pequeñas dimensiones de las zonas sensibles de algunos sensores de parámetros de calidad (**Figuras 5 y 6**). Por todas las condiciones expuestas, la elección del punto hidráulicamente representativo, con disponibilidad y circulación de muestra suficientes es, muy probablemente, el hándicap más complejo a resolver para este tipo de aplicaciones.

3.4.2. Segunda condición

Consiste en garantizar la continuidad de circulación de la muestra y el volumen suficiente de esta, prácticamente descrito y desarrollado en parte en el punto anterior. Es esencial y preceptivo, para que la medida de una muestra sea representativa en continuo, que esta disponga de circulación ininterrumpida. Tanto los sensores como la estructura que los alberga deben estar diseñados para el modelo de funcionamiento de circulación en continuo. Una moni-

FIGURA 5. Fotografías de instrumentos de medida de calidad.

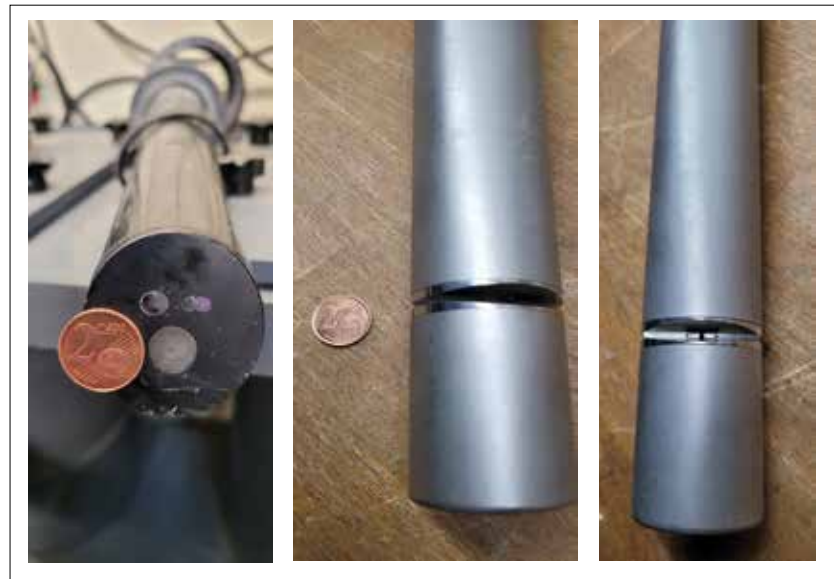
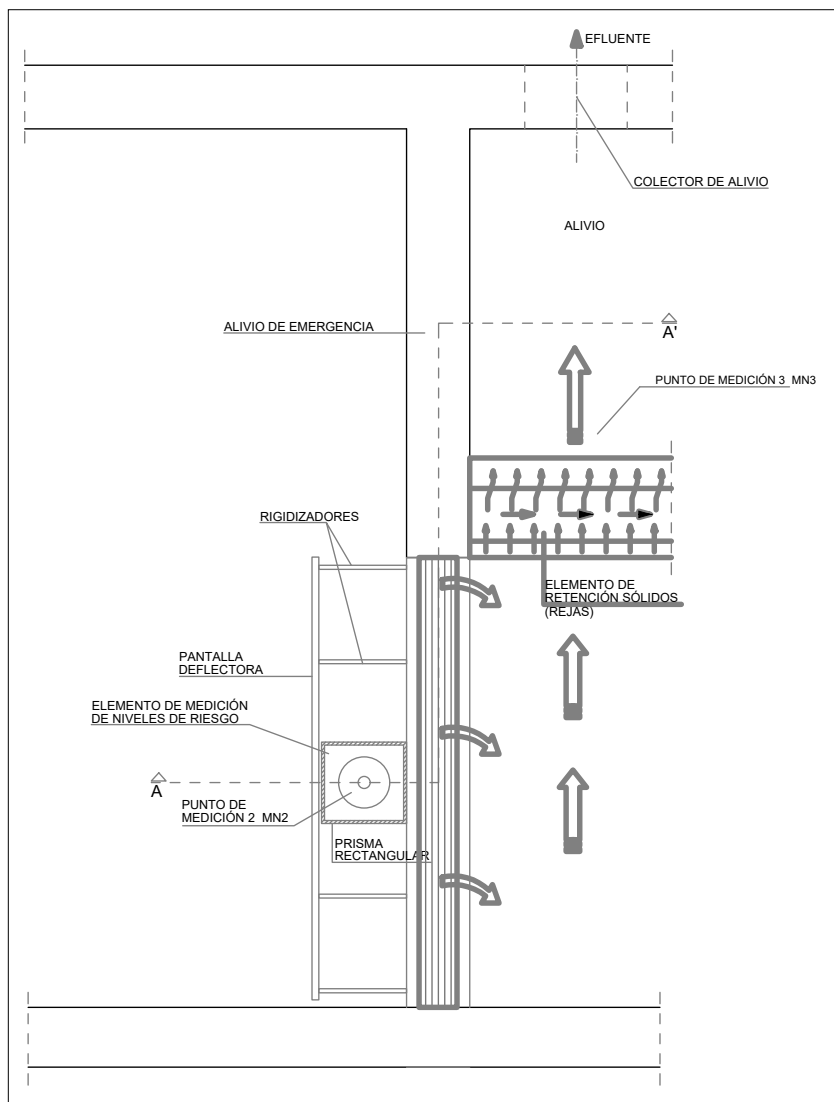


FIGURA 6. Instalación de tratamiento de sólidos postvertedero.





torización en continuo representativa solo es esperable de un sistema diseñado para la circulación en continuo de muestra y capaz de evitar en esta la alta presencia de sólidos.

Es necesario resaltar que, en la gestión de los procesos de monitorización, son igualmente importantes los periodos anterior y posterior al evento a controlar, así como los valores de medición obtenidos durante el mismo. Estos permiten contrastar, de manera inequívoca, los valores medidos durante el escenario de alivio frente a los existentes en operación normal del SS.

Evidentemente, la evolución cronológica de los valores medidos de calidad, tanto inmediatamente antes como posteriores al evento, son una de las garantías más significativas de la representatividad de los valores medidos durante el evento. Es más, la única opción coherente de disponer de la certeza de que el instrumento se encontraba en condiciones de monitorizar la medición del parámetro durante el evento es disponer de medidas anteriores, en las cuales, el mismo se encontraba dando valores coherentes a los esperados en la operación diaria. La trazabilidad de los valores de calidad obtenidos durante el evento, justificados por las causas meteorológicas u operativas que lo provocaron, frente a los anteriores y posteriores, dará la coherencia de estos y su representatividad real.

3.4.3. Tercera condición

La selección del instrumento de medida en continuo del parámetro seleccionado está impuesta por la disponibilidad en el mercado del instrumento capaz de medir cada parámetro dentro de los rangos esperados para su monitorización en continuo (en el punto de control en campo) y

no de forma discreta (laboratorio). En el caso concreto abordado existen, dentro del catálogo de varios fabricantes consolidados en el mercado de la instrumentación de control de procesos, diversidad de opciones.

3.4.4. Cuarta condición

Garantizar unas condiciones de instalación del instrumento que aseguren su funcionamiento continuo consiste en que los elementos y medidas que se adopten para garantizar que la muestra vehicula de forma continua y suficiente en la zona sumergida del sensor sean eficientes. Las soluciones aplicadas deben asegurar una circulación de muestra que permita al sensor operar en continuo y, por tanto, cumplir con sus especificaciones. Así se dispondrán de mediciones anteriores y posteriores al evento, que permitirán trazar la caracterización real del agua aliviada con los niveles de riesgo establecidos.

3.5. PUNTO DE MUESTREO REPRESENTATIVO

Para la determinación de los puntos de muestreo óptimos es necesario vincular de manera holística la ingeniería hidráulica con la ingeniería de control. Esa vinculación entre ambas optimizará la respuesta al riesgo potencial de alivio y su posible impacto en el medio ambiente.

Para ello, y conforme al desarrollo expuesto de niveles de riesgo y requerimientos de la instrumentación, se describen los diferentes hitos a desarrollar para su elección de manera secuencial:

- Identificación de la cota de alivio mínima en relación con la cota del terreno.
- Determinación en la red de saneamiento o la obra hidráulica

previa al punto de alivio (arqueta, bombeo o pozo de registro), de un punto de medición/captación donde esté garantizado caudal circulante suficiente que permita la medición de muestra en continuo.

- El punto de medición/captación, para que la lámina de agua sea representativa de los valores de los parámetros de calidad de agua aliviada, deberá localizarse en una ubicación lo más próxima al labio del aliviadero, correlacionable geométricamente con su cota de alivio, sus niveles de riesgo y con un tiempo mínimo de transporte hasta el mismo.

La localización del punto de muestreo representativo vendrá determinada por los criterios hidráulicos de riesgo de vertido, las necesidades técnicas de la instrumentación y la circulación de muestra renovada en un tiempo representativo (volumen/caudal). Esta última dependerá de dos factores:

- VARD: Volumen de Agua Residual Doméstica en tiempo seco.
- VEP: Volumen de la Escorrentía Pluvial de origen urbano.

A partir de los volúmenes dispuestos conforme a la expresión general $V_i = V_{ARD} + V_{EP}$ se pueden desarrollar las expresiones analíticas para cada punto de medición que caractericen su capacidad de medición en continuo M_{vi} :

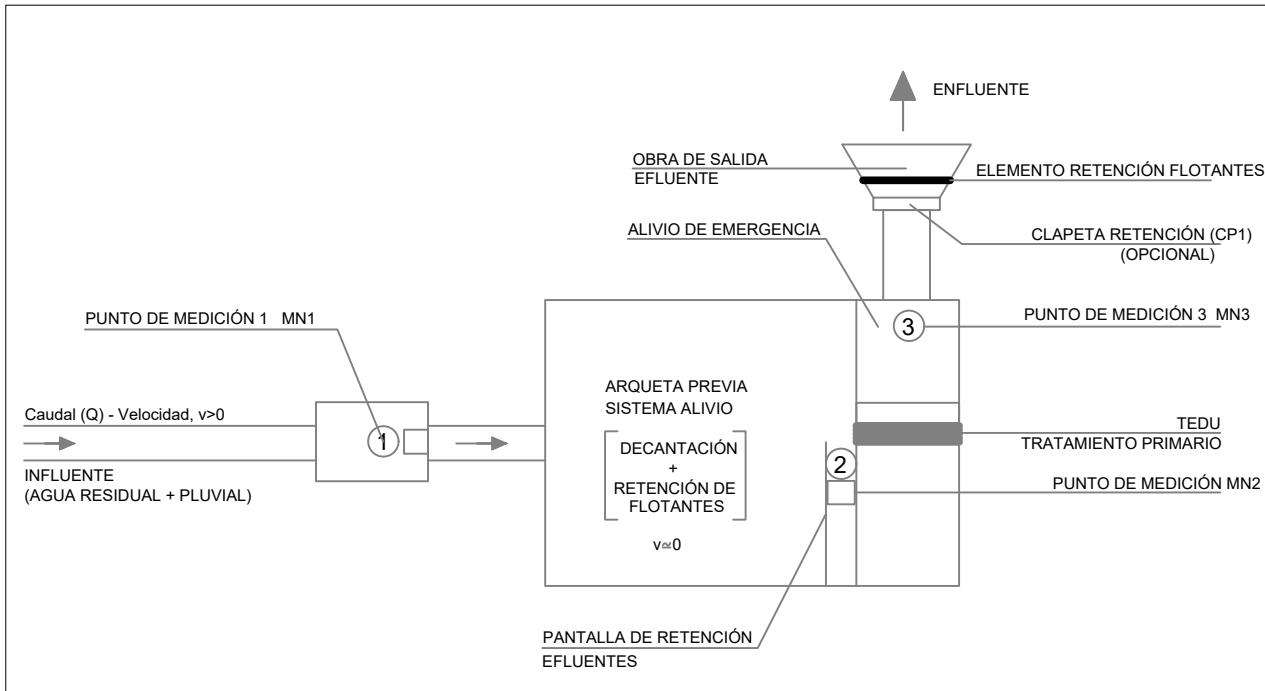
- Capacidad de medición en continuo en el punto MN_1 :

$$M_{Vt1}$$

- Capacidad de medición en continuo en el punto MN_2 :

$$M_{Vt2} = -\alpha_1 \cdot M_{Vt1}$$

FIGURA 7. Esquema de puntos de control de alivio.



- Capacidad de medición en continuo en el punto MN₃:

$$M_{V_{i3}} = -\alpha_2 \cdot M_{V_{i2}}$$

donde:

- $M_{V_{i1}}$ es la capacidad de medición en continuo del vertido en el punto MN₁.
- $M_{V_{i2}}$ es la capacidad de medición en continuo del vertido en el punto MN₂, siendo $-\alpha_1$ la suma de características diferenciales que define las mediciones de calidad del agua del punto de medición MN₂ respecto del punto de medición MN₁.
- $M_{V_{i3}}$ es la capacidad de medición en continuo del vertido en el punto MN₃, siendo $-\alpha_2$ la suma de características diferenciales que define las mediciones de calidad del agua del punto de medición MN₃ respecto del punto de medición MN₁.

En la **Figura 7** de la instalación hi-

dráulica se identifican tres posibles ubicaciones del PVDSS en las que se señalan factores relacionados con lo expuesto, que varían el valor de α :

- Punto de medición MN₁. Situado en arqueta del colector previa a la obra del aliviadero. Dispone de circulación, nivel y caudal de muestra. Siempre que sean trasladables los niveles de riesgo y se cumpla que el parámetro distancia al aliviadero garantiza la representatividad de la muestra por tiempo de transporte hasta la obra de alivio, debe ser una ubicación aceptable para el PVDSS.
- Punto de medición MN₂. Situado junto a la pared del labio de alivio. Mantiene el nivel de muestra, por lo cual es un punto representativo, si bien puede perder velocidad por proximidad a la paramenta, pudiendo favorecer la acumulación de sólidos, dificultando la obtención de muestra, el estado de limpieza de las zonas sensibles de los instrumentos e incremen-

tando, por tanto, las labores de mantenimiento.

- Punto de control MN₃. Situado en la zona seca del aliviadero. Se trata de un punto normalmente seco y que solo durante el periodo de alivio dispone de muestra. Esta no tiene los criterios expuestos para mantener su representatividad.

4. CONCLUSIONES

El RDPH exige que la medición realizada durante el alivio tenga valores representativos de la calidad del agua evacuada a cauce público. Además, conviene subrayar que dicha medición debe realizarse sea cual sea el caudal de vertido, siendo los caudales muy bajos uno de los escenarios más complicados para la medición en continuo.

El presente estudio considera aspectos tales como:

- Las características constructivas de las obras de alivio.
- La altísima variabilidad de los caudales aliviados, sobre todo los



» Este estudio aporta un enfoque holístico, tanto de la ingeniería hidráulica como de los requerimientos de la ingeniería de instrumentación y control, facilitando así la determinación de los puntos de toma de muestra que pueden favorecer la operatividad de los sistemas de instrumentación en continuo

bajos, siempre los de una concentración esperable más elevada de contaminantes.

- Los bajos niveles de lámina de agua presentes en la obra de alivio hasta que no se produce un desbordamiento del sistema sanitario, asociado a fenómenos de lluvias muy intensas, siempre menos frecuentes.
- La duración de los periodos de alivio. Normalmente cortos en el caso de bajo caudal y nivel de agua aliviada.

Todo ello manifiesta que se precisa de un planteamiento integral como el propuesto en este análisis, resumiendo a continuación:

- Requerimientos de disponibilidad de circulación, volumen y caudal mínimo de muestra necesario (en nuestro caso agua bruta residual) para la respuesta de los instrumentos de medición de parámetros de calidad en continuo.
- Agresividad del agua bruta residual con este tipo de tecnologías, debido a la presencia de materia orgánica disuelta, fibras naturales y artificiales, sólidos, etc. Es de destacar que la proximidad a paramentos de obra es una causa muy determinante para su deposición, aglutinación y los efectos negativos que conlleva para la representatividad.
- La característica capacidad de los compuestos del agua bruta residual para adherirse a las superficies. Especialmente negativa en la zona sensible de los instrumentos de medida.

- La más que probable necesidad de apoyar la representatividad de los valores obtenidos durante el episodio, por los medidos inmediatamente anteriores y posteriores, de forma que estos justifiquen, por la tendencia, los efectos de la lluvia como factor de minimización de los contaminantes en el vertido a cauce público y de contraste del estado operativo de la instrumentación de medida de calidad.
- Requerimientos de sumergencia de un instrumento de medida en continuo.
- Requerimientos de tiempo de estabilización del sensor, si el instrumento está instalado en un entorno seco, en la zona aguas abajo del labio de vertido.
- Baja representatividad del valor medido si no se está operando de manera continua por estar en seco, en posteriores episodios con caudal, nivel y duración insuficientes.

En definitiva, este estudio aporta un enfoque holístico, tanto de la ingeniería hidráulica como de los requerimientos de la ingeniería de instrumentación y control, facilitando así la determinación de los puntos de toma de muestra que, manteniendo la representatividad de la muestra según la geometría y características constructivas de la obra hidráulica, pueden favorecer la operatividad de los sistemas de instrumentación en continuo.

5. AGRADECIMIENTOS

A José Antonio Molina Cano por su

conocimiento y apoyo en la presente investigación.

Bibliografía

- [1] Lastra, A.; Ortega, M.; Pinilla, A.; López, J.S.; Puertas, J.; Anta, J.; Falcó, J. (2019). XXXV Jornadas Técnicas de AEAS, dialnet.unirioja.es.
- [2] García Arango, J.A. (2006). Sistemas integrados de drenaje urbano-análisis del efecto ambiental de estructuras de alivio de alcantarillados combinados en corrientes de agua.
- [3] García González, E.; Ibáñez Gallego, M.P.; Mosquera Martínez, G.; Soriano Martínez, L. (2012). Análisis crítico de la problemática y las soluciones adoptadas a nivel europeo en la gestión de las aguas pluviales en entornos urbanos. Posibles aplicaciones en España. Máster en Gestión Fluvial Sostenible y Gestión Integrada de Aguas de la Universidad de Zaragoza, España.
- [4] Guio Cuevas, D.Y. (2006). Influencia de los parámetros de calidad de agua y el fenómeno first flush en el diseño de aliviaderos.
- [5] López García, I.A. (2007). Cálculo de la contaminación vertida al medio en un sistema de alcantarillado unitario. Aplicación práctica
- [6] López Ruiz, M.P. (2010). Estudio sobre el tiempo de respuesta hidráulica en redes de alcantarillado control en tiempo real.
- [7] Lorenzana Carera, E.; Russo, B. Detección y cuantificación de vertidos. Análisis de un caso real en Zaragoza.
- [8] Martínez, L.S. Estrategias integradas para la gestión sostenible de aguas de lluvia en áreas metropolitanas.
- [9] Proyecto de Real Decreto por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril y el Reglamento de las Administración Pública del Agua, aprobado por Real Decreto 927/1988, de 29 de julio.
- [10] Riaño Briceño, G.A. (2016). Efecto de la calidad del agua en el diseño y operación en tiempo real de tanques de tormenta.
- [11] Roca Martínez, J. (2015). Fundamentos y modelado de la contaminación movilizada por las redes de saneamiento unitarias en tiempo de lluvia con SWMM. Propuesta de un volumen de retención anti-descarga de sistema unitario.
- [12] Russo, B.; Ortega, A.; Sánchez, J.C.; López, A.; Ortega, J.; Guasch, R.; Montes, J. Monitorización cuantitativa y cualitativa de alivios en redes de alcantarillado a través de un sistema de ultra-bajo consumo.
- [13] Santos Tellez, R.; Llaguno Guilberto, Ó.; Mendoza Uribe, I.; Vázquez Zavaleta, M.Á.; Rodríguez Varela, J.M.; Tzatchkov, V. (2019). Sistema de alerta preventiva ante la ocurrencia de inundaciones causadas por desbordamiento de canales en zonas urbanas. 