



Aplicación de técnicas de dinámica de fluidos computacional y tecnología IoT para la monitorización de aliviros en sistemas de saneamiento.

José Pérez-Padillo¹, Helena Ramos³, Antonio Muralha⁴, Jorge García Morillo², Pilar Montesinos Barrios²

1 Empresa Provincial Aguas de Córdoba, Córdoba

2 Universidad de Córdoba, Córdoba

3 Instituto Superior Técnico, Lisboa

4 Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa

Código: 62

Área: MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE SISTEMAS. TRANSITORIOS HIDRÁULICOS.

Tipo Comunicación: SEREA ORAL

Palabras Clave: CFD, modelo hidráulico, IoT, aliviaderos

INTRODUCCIÓN:

Cada año aumenta el porcentaje de personas que pasan de vivir en entornos rurales a zonas urbanas. Se espera que para el año 2050 un 68% de la población mundial viva en zonas urbanas. Uno de los principales impactos ecológicos de estas áreas son los residuos y contaminantes que la población genera. Especialmente importante es el caso de las aguas residuales generadas por dicha población. Este problema se acentúa en las redes de saneamiento unitarias, las cuales realizan vertidos de agua residual directamente al medio natural en episodios de lluvia intensa. Estos vertidos de agua sin tratar son una gran amenaza para los ecosistemas naturales.

En la Unión Europea, la directiva 2008/105/CE establece las medidas para garantizar que las aguas residuales urbanas reciban un tratamiento adecuado antes de su vertido. La situación actual de las redes de saneamiento en España está lejos de los objetivos marcados por las directrices europeas reformuladas para el territorio nacional en el Real Decreto 1290/2012. Esta normativa introduce la obligación de controlar y reducir la contaminación procedente de vertidos por desbordamientos en los sistemas de saneamiento.

Por un lado, la normativa obliga a las empresas gestoras a controlar sus redes de saneamiento, con el objeto de preservar el medio natural y que los efluentes reciban un tratamiento adecuado antes de su vertido. Por otro lado, para las empresas gestoras resulta fundamental detectar los vertidos en el medio natural para tener un control integral sobre la red. Por estas razones, es necesario abordar esta problemática en busca de soluciones aplicables a gran escala, para sistematizar la implantación de nuevos métodos y tecnologías que ayuden a cuantificar los desbordamientos de sistemas unitarios (DSU).

OBJETIVOS:

En este trabajo se ha desarrollado un sistema de monitorización basado en tecnología IoT, capaz de detectar y cuantificar los eventos de alivio en tiempo real. Además, se han usado técnicas de dinámica de fluidos computacional (CFD) para evaluar la mejor ubicación de la sensórica necesaria para medir de forma más precisa el caudal aliviado.



MATERIALES Y MÉTODOS:

Modelo hidráulico CFD

En este trabajo, se han aplicado las técnicas de dinámica de fluidos computacional (CFD) al caso de estudio usando el software libre OpenFoam. Este software está equipado con una biblioteca C++ para la simulación numérica de una amplia gama de tareas relacionadas con el flujo de los fluidos. El solucionador usado para esta simulación ha sido interFoam, el cual permite desarrollar simulaciones de flujo transitorio en lámina libre. La malla desarrollada ha sido creada mediante las funciones genéricas de openFoam llamadas blockMesh y snappyHexMesh. Se ha llevado a cabo un análisis de sensibilidad para determinar la densidad de malla que genera unos errores más pequeños.

La aplicación de técnicas CFD ha permitido recrear varios escenarios de funcionamiento de la estructura CSO estudiada. El objetivo principal del uso de estas técnicas no es medir el caudal aliviado, sino estudiar el comportamiento del agua dentro de la arqueta dónde se ubica el aliviadero. Al ser una estructura no estandarizada, el agua no va a seguir patrones de comportamiento. Así, se pretende estudiar la relación existente entre el nivel de agua y el caudal circulante por la tubería de descarga y poder ubicar los sensores en la ubicación que asegure unos resultados más precisos.

Las simulaciones CFD pueden determinar los niveles medios de agua y las fluctuaciones del modelo en una simulación transitoria. Por tanto, la ubicación de la sensorica será la que tenga menores fluctuaciones con un caudal de entrada estable y una mayor sensibilidad cuando se produzcan variaciones en el caudal de entrada. El análisis de la evolución del nivel del agua a lo largo de las simulaciones se va a centrar en el estudio de 9 puntos situados entre el aliviadero y la tubería de descarga.

Para estudiar en cuál de las ubicaciones propuestas el nivel del agua a lo largo de las simulaciones tiene una mayor correlación con el caudal descargado se ha usado el coeficiente de correlación de Pearson. Este coeficiente sirve para medir la relación lineal entre dos variables cuantitativas, en este caso, el nivel del agua y el caudal descargado.

Sistema de monitorización IoT

La arquitectura IoT que mejor se adapta a las características de una red de saneamiento es la arquitectura de red de área extensa de baja potencia (LPWAN). Estas redes se caracterizan por utilizar poca energía para transmitir datos. Las LPWAN se componen de un conjunto de nodos que recogen los datos generados por los sensores, transmiten la información a las estaciones base y, finalmente, se almacena en una base de datos en la nube. Los datos pueden analizarse en tiempo real o diferido mediante algoritmos para identificar los periodos de descarga y cuantificar la cantidad de agua vertida.

Este tipo de arquitectura suele tener 4 niveles bien diferenciados:

- Nivel de recolección de datos: La sensorica usada consta de una sonda capacitiva que detecta la presencia de agua y un sensor ultrasónico que mide el nivel del agua.



- Nivel de comunicación: Los elementos fundamentales en este nivel son los datalogger, dispositivos encargados de recoger la información generada por los sensores y enviarla a la nube.
- Nivel de análisis y base de datos en la nube: En este caso no solo es necesario almacenar los datos, también es conveniente poseer herramientas que permitan realizar un análisis de datos.
- Nivel de visualización: la visualización de la información generada se debe de hacer de forma sencilla. Para ello debe estar disponible para ser accesible a cualquier persona con una conexión a internet.

RESULTADOS:

CONCLUSIONES:

Las técnicas de dinámica de fluidos computacional han demostrado su eficacia en la modelación hidráulica. En este trabajo han servido para buscar la mejor localización del sensor ultrasónico para medir de forma más precisa en el nivel del agua con el objetivo de obtener mejores resultados en la cuantificación de agua aliviada en las redes de saneamiento.

Con la implementación del sistema de monitorización IoT aplicado a los aliviaderos en las redes de saneamiento se ha conseguido obtener el caudal descargado en tiempo real. Otros parámetros secundarios que también son interesantes desde el punto de vista de caracterización de cada uno de los eventos de descarga son: volumen entregado al medio natural en cada evento de descarga, hora de inicio y de fin de cada evento de descarga, duración de la descarga y hidrograma de lluvia asociado a cada evento de descarga. El sistema de monitorización desarrollado ha sido implementado y contrastado en una red real de saneamiento. Los resultados obtenidos han sido muy positivos tras casi un año de recolección de datos.