

CUADERNOS DE

I+D+i

MODELIZACIÓN DE DEPÓSITOS EN 3D

MOVIÉNDONOS CON EL AGUA EN LOS DEPÓSITOS

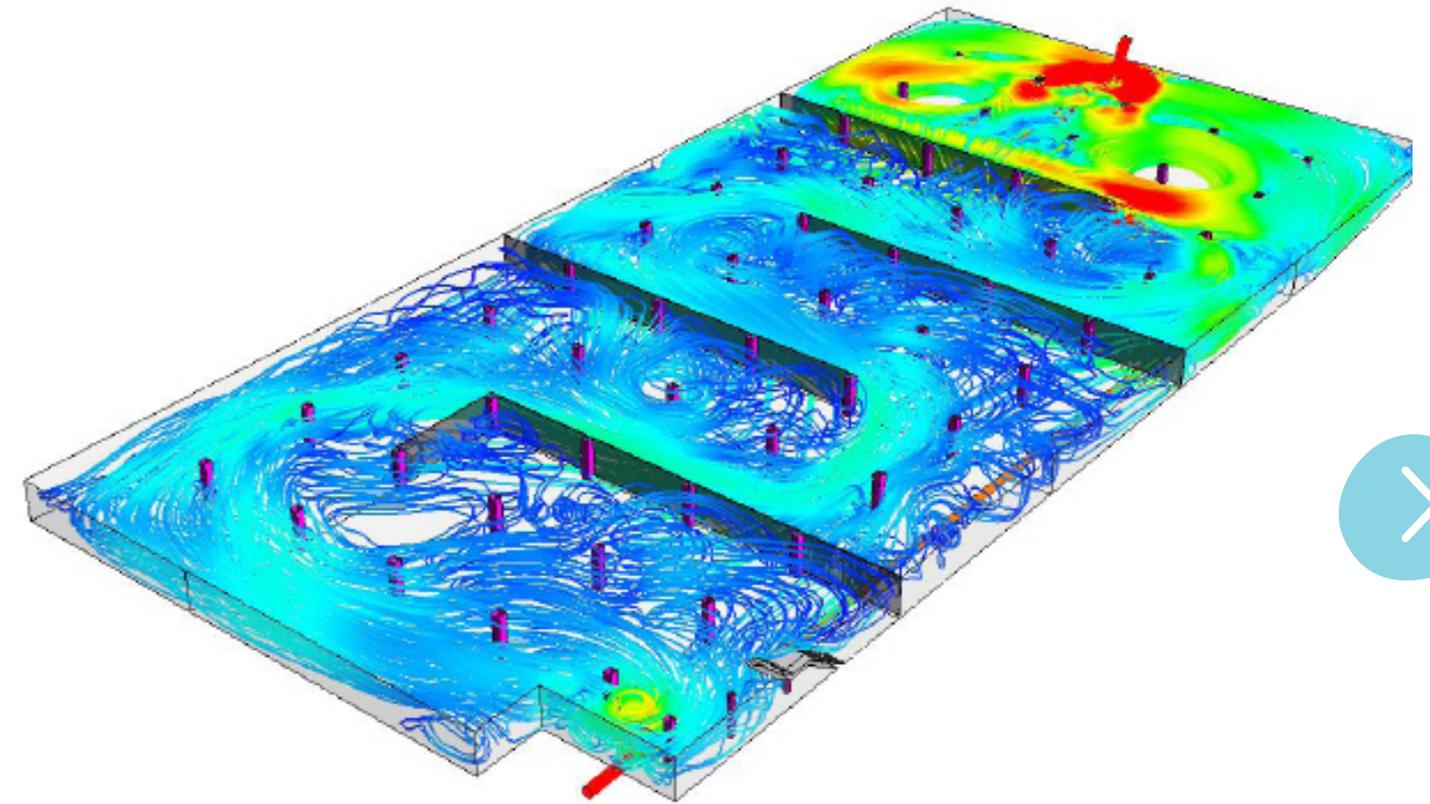


¿Qué es la modelización de depósitos? 1

En este estudio se analiza el comportamiento del agua en el interior de los depósitos a partir de modelos matemáticos tridimensionales. El objetivo es caracterizar la distribución de velocidades del dominio fluido (agua), así como el tiempo de estancia o retención en el interior del depósito.

El motivo del estudio es conseguir una mejora de la calidad del agua en los depósitos de agua potable, reduciendo los tiempos de estancia a través de la homogenización del flujo en su interior; para que parámetros tales como la concentración de desinfectante no se vean afectados.

A través de la modelización, se cuantifican las mejoras de las diferentes propuestas constructivas, basadas en pequeñas modificaciones de depósitos en funcionamiento y en modelos reducidos simplificados con características variables (diferentes tipologías de columna, forma, giros, etc).



Gracias a este estudio se podrán establecer estándares de parámetros constructivos para mejorar el diseño de depósitos futuros y por lo tanto mejorar la calidad del agua potable que albergan.

**VER VÍDEO**

Modelización de depósitos de agua

2 ¿Por qué se lleva a cabo la modelización de depósitos?

Además de ajustar la disponibilidad de agua a la demanda, los depósitos deben garantizar una correcta calidad del agua suministrada. El tiempo que permanece el agua dentro del depósito es un parámetro crítico para asegurar su calidad. Sin embargo, hasta ahora, y de manera general, se estudia y considera la media de este parámetro, pero sin tener en cuenta cómo circula realmente el agua por su interior y de qué manera.

Gracias a la modelización de depósitos somos capaces de homogeneizar el flujo en el interior de estos y conocer en detalle cómo se comporta el agua durante su almacenamiento, consiguiendo minimizar el tiempo de estancia a través de mejoras en el diseño interior de los depósitos.

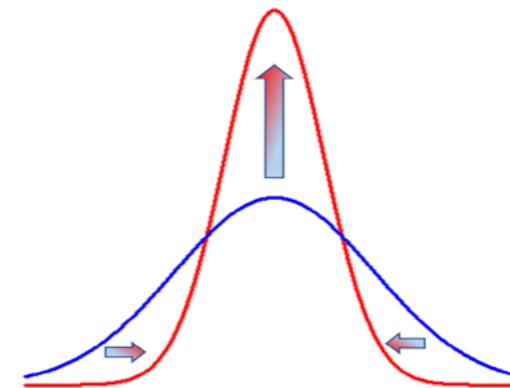
Gracias a la modelización de depósitos podemos conocer en detalle cómo se comporta el agua durante su almacenamiento

¿Dónde 3 queremos llegar?

El objetivo final de este proyecto es aplicar las mejoras necesarias en los depósitos de agua potable existentes, así como en los diseños de los que se proyecten en el futuro, para asegurar la uniformidad del flujo interior y minimizar los tiempos de retención del agua potable, de manera que ésta se mantenga en condiciones óptimas para su consumo.

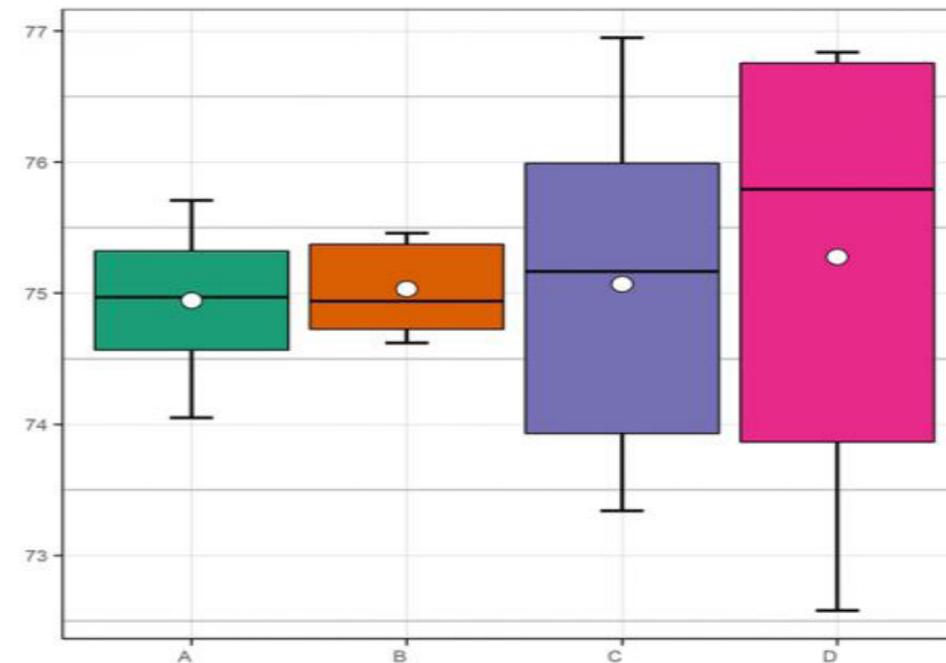
Para ello, se ha analizado el comportamiento hidráulico de más del 10% del total de los depósitos gestionados, bajo la hipótesis de que el decaimiento del desinfectante está directamente relacionado con el reparto homogéneo del flujo, tanto para la situación actual de operación como para las diferentes alternativas de mejora, con la ayuda también de modelos reducidos.

El objetivo principal es homogeneizar el flujo de agua en el interior de los depósitos. Para ello hacemos que la desviación típica, sea menor, en la distribución de velocidades de todos los elementos finitos que representan el agua en el interior del depósito.



Izquierda: Estado inicial (azul) y estado óptimo (rojo)

Abajo: Distribuciones de velocidad para comparar alternativas (verde y naranja son preferibles a la azul y a la magenta)

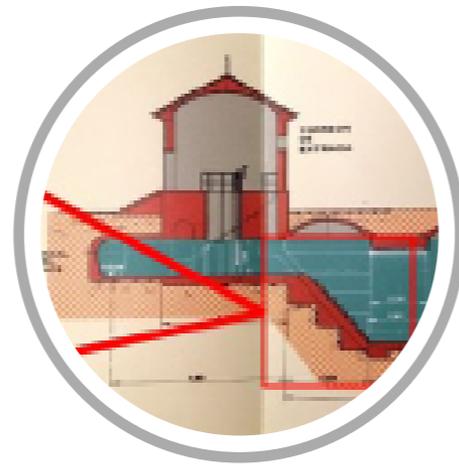


4 ¿Cómo se hace?



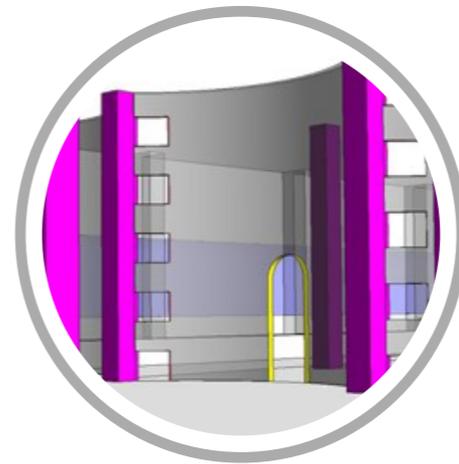
4.1 Visita a los depósitos

Cuando las condiciones del depósito lo permiten, se realiza una inspección presencial, documentando fotográficamente su arquitectura.



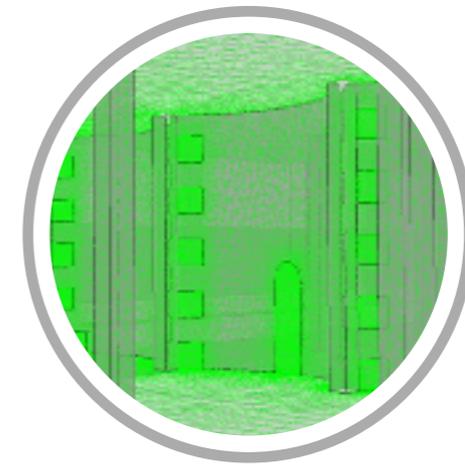
4.2 Consulta de planos

La documentación visual obtenida durante la visita se confronta con los planos disponibles del depósito.



4.3 Creación de los modelos

Una vez definidas las características físicas y funcionales a partir de la documentación obtenida, se realiza la renderización del depósito.

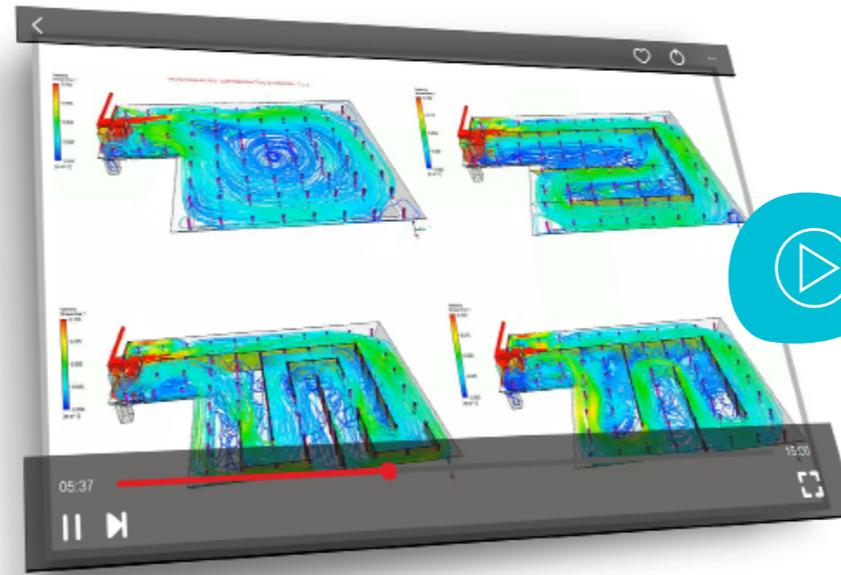


4.4 Modificación y mejoras en los modelos 3D

La modelización 3D del depósito permite un análisis exhaustivo del comportamiento del flujo del agua en los diferentes supuestos a examen.

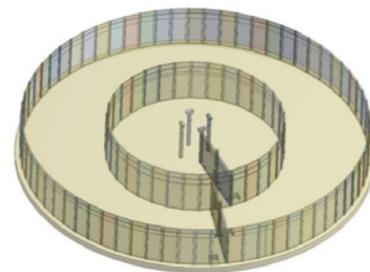
Simulación de **5** **dinámica de fluidos**

Se realiza la modelización matemática del flujo de agua interior (dominio fluido) de estos depósitos, que simula la dinámica de fluidos de la masa de agua mediante modelos CFD tridimensionales, con el objetivo de caracterizar la distribución y dispersión de la velocidad, así como el tiempo de residencia real de las líneas de corriente del flujo interior.

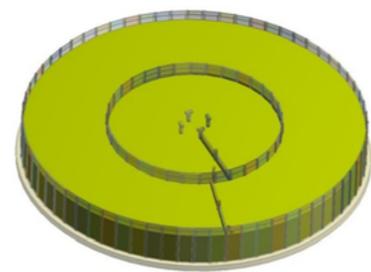


VER VÍDEO

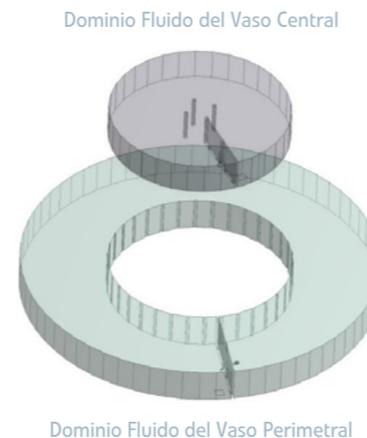
Simulación de dinámica de fluidos en el depósito de Majadahonda



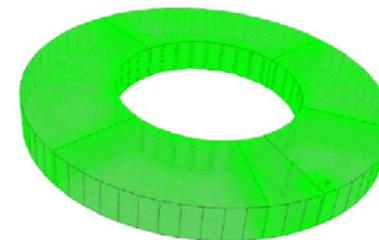
5.1 Modelo de CAD 3D



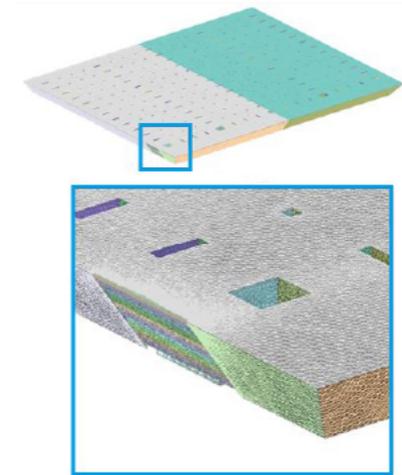
5.2 Extracción del volumen interior



5.3 Dominio fluido objeto del estudio



5.4 Dominio fluido

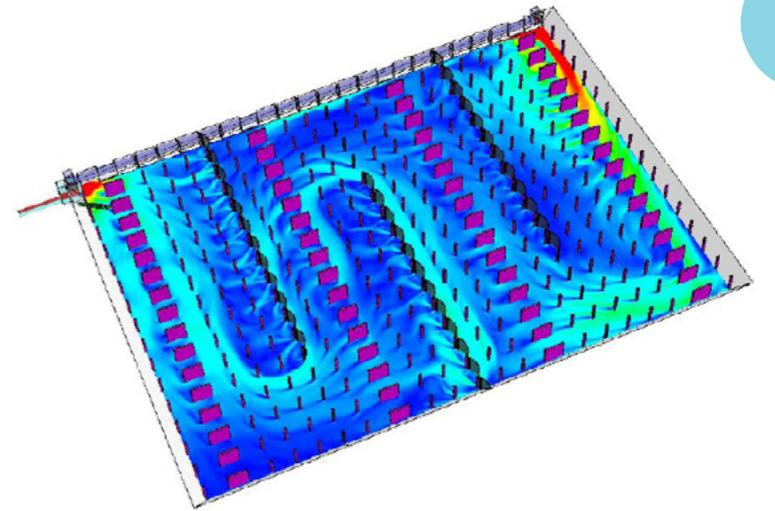
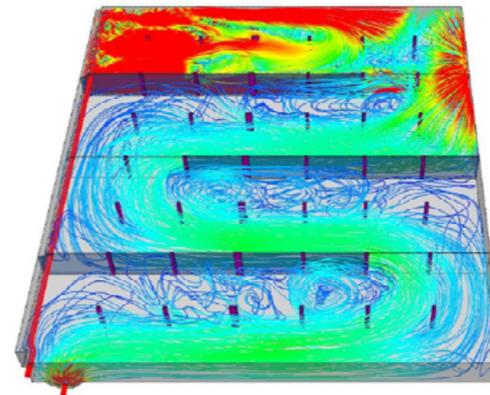
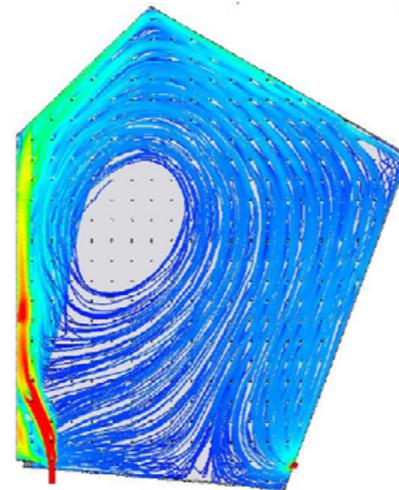
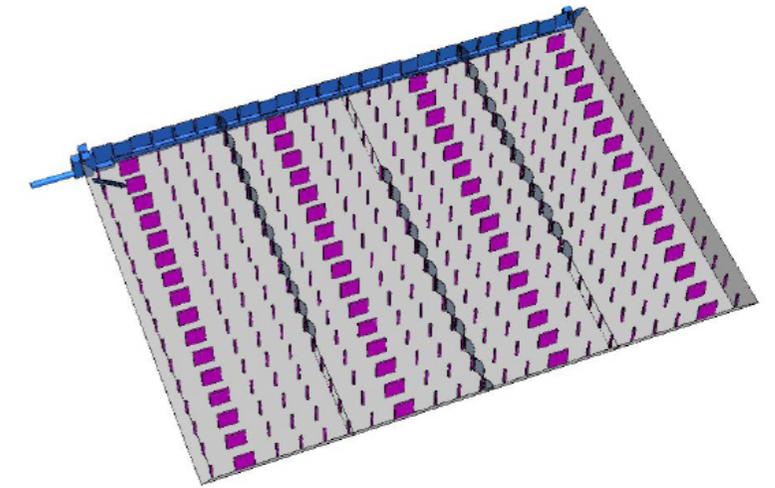
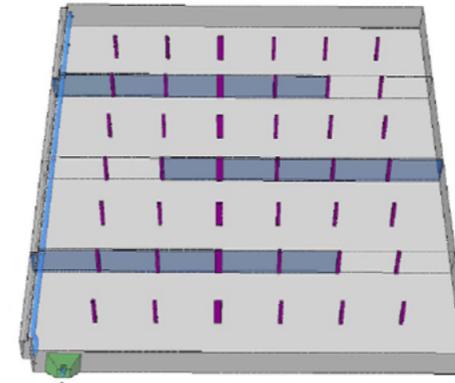
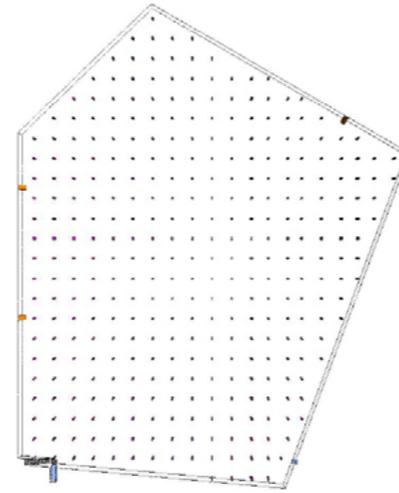


5.5 Ajuste del mallado

6 ¿En qué lugares aplicamos la modelización?

Se realiza la modelización matemática del flujo de agua interior (dominio fluido) de estos depósitos, que simula la dinámica de fluidos de la masa de agua mediante modelos CFD tridimensionales, con el objetivo de caracterizar la distribución y dispersión de la velocidad, así como el tiempo de residencia real de las líneas de corriente del flujo interior.

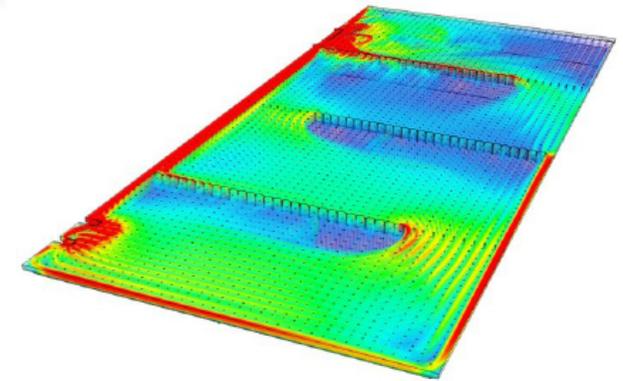
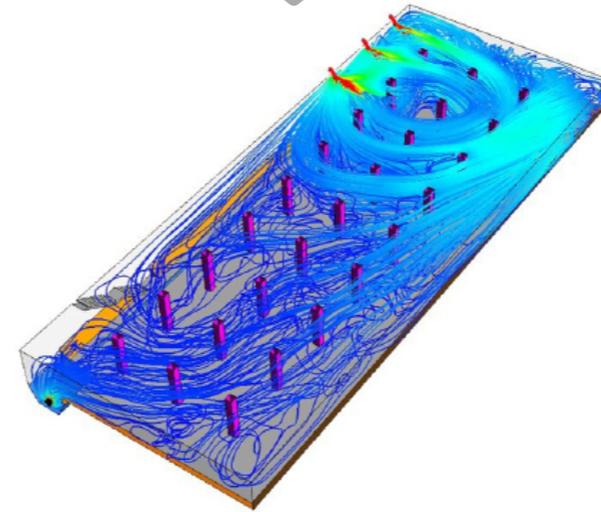
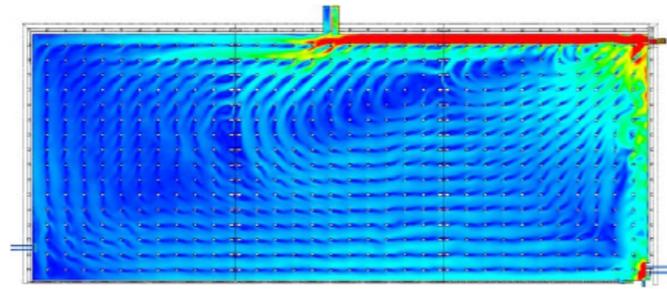
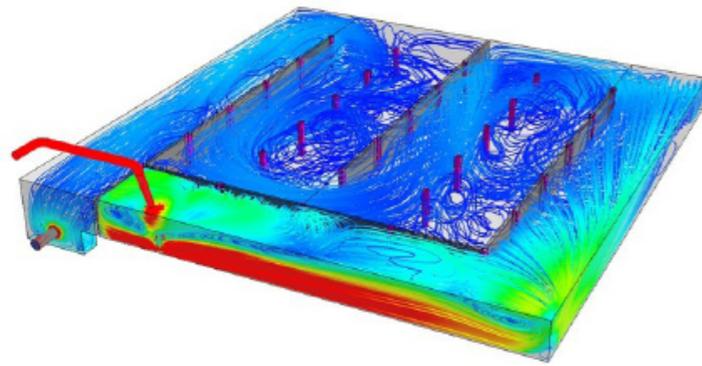
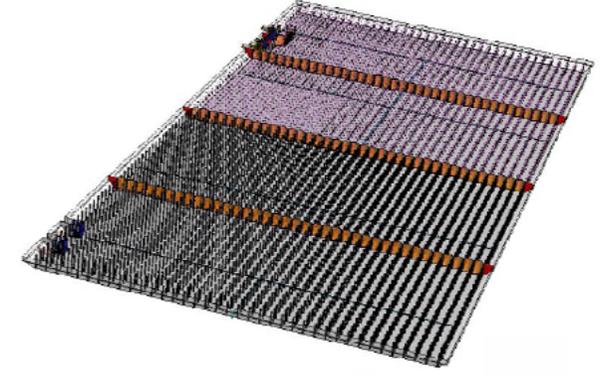
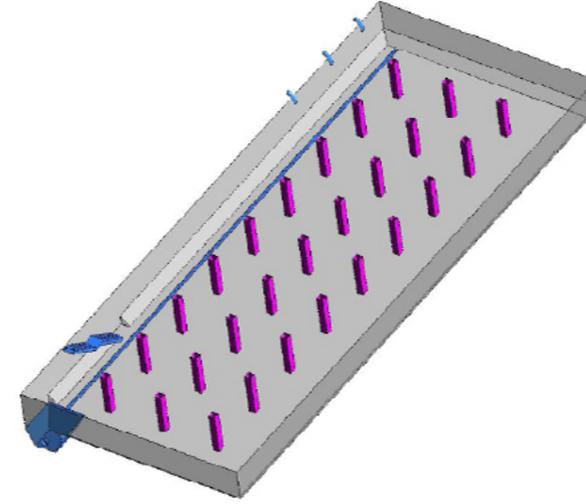
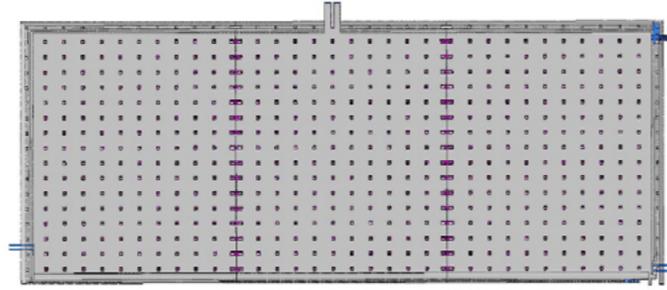
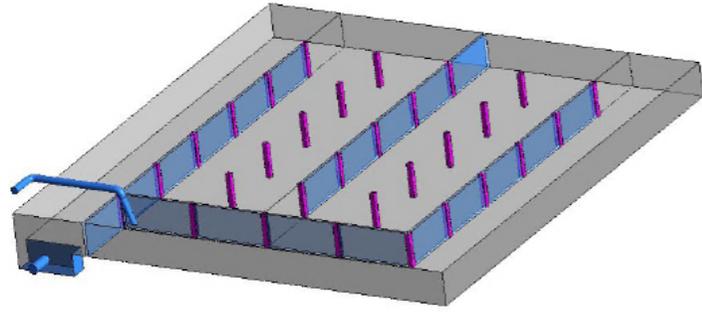
10 % de los depósitos gestionados han sido analizados



6.1 Depósito de **Valdemoro**
30.000 m³

6.2 Depósito de **Valdelatas**
34.408 m³

6.3 Depósito de **Retamares**
250.556 m³

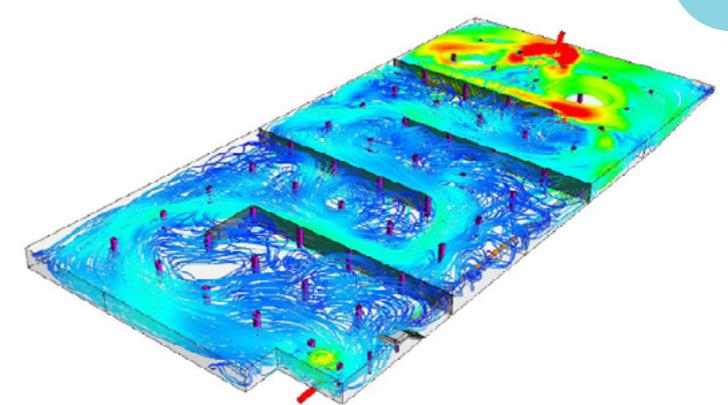
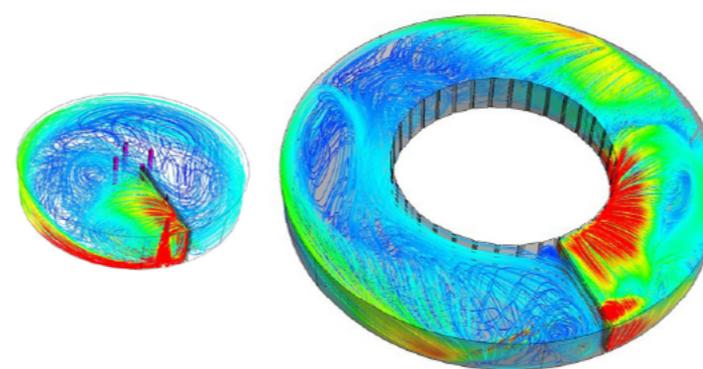
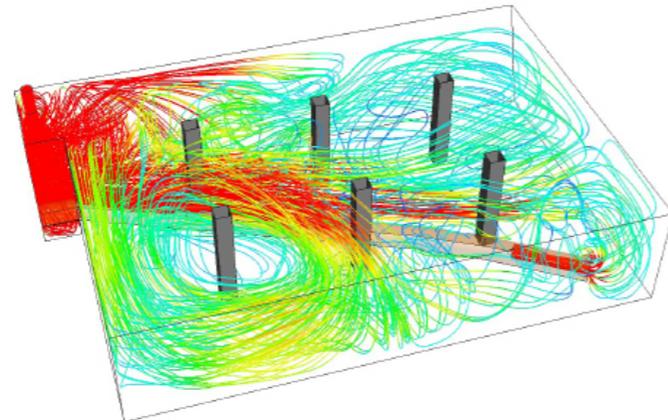
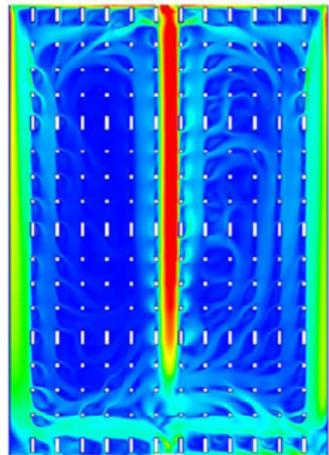
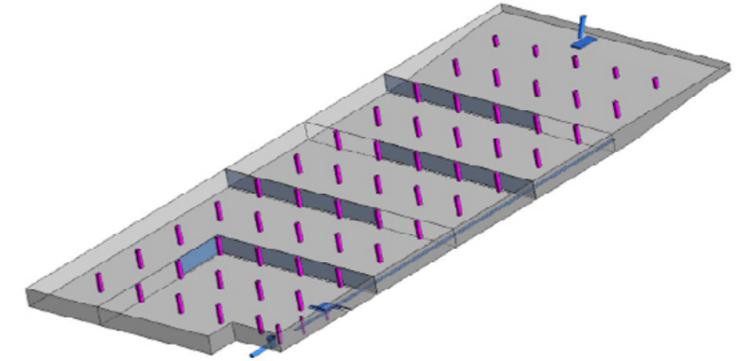
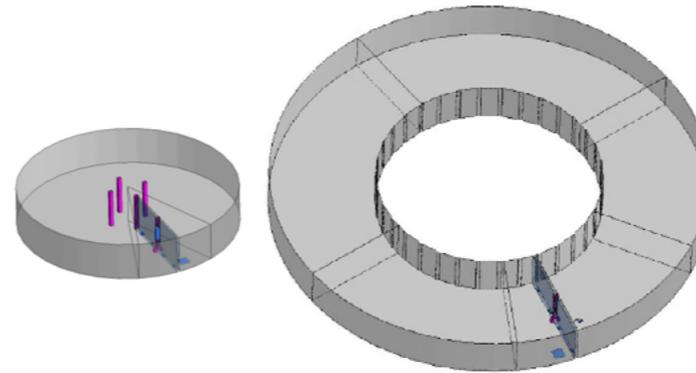
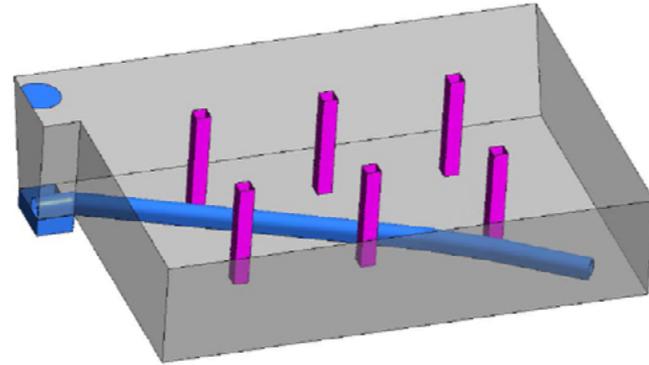
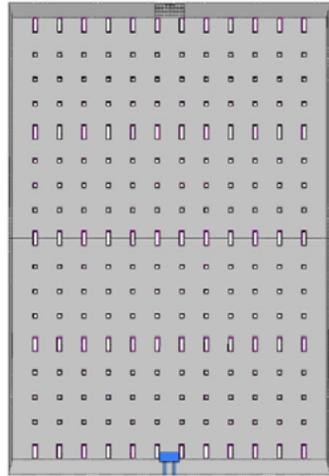


6.4 Depósito de **Nuevo Baztán**
450 m³

6.5 Depósito de **Islas Filipinas**
463.500 m³

6.6 Depósito de **Hortaleza**
81.000 m³

6.7 Depósito de **El Goloso**
534.355 m³



6.8 Depósito de **El Cerrillo**
8.600 m³

6.9 Depósito de **El Boalo**
1.000 m³

6.10 Depósito de **Colmenar**
22.000 m³

6.11 Depósito de **Vallecas**
153.553 m³

7 Resultados del Estudio

7.1 El Cerrillo

Con la simulación de diferentes alternativas, conseguimos aumentar el tiempo mínimo que lleva al flujo del agua a salir del depósito, aumentando al triple en la simulación con paneles interiores (2), respecto de la situación actual (1), o más del doble como ocurre en la simulación con entrada tipo vertedero (4).

Además, se reduce el tamaño de las zonas de recirculación, tanto en la simulación con paneles interiores (2), como en la simulación en la que se modifican la ubicación de las entradas y que tiene salida del flujo del agua en el medio del depósito (3).

Por tanto, conseguimos homogeneizar el flujo de agua en el interior del depósito, principalmente en las simulaciones (2) y (3) y, por lo tanto, mejorar la calidad del agua en el mismo.

Fig. 1

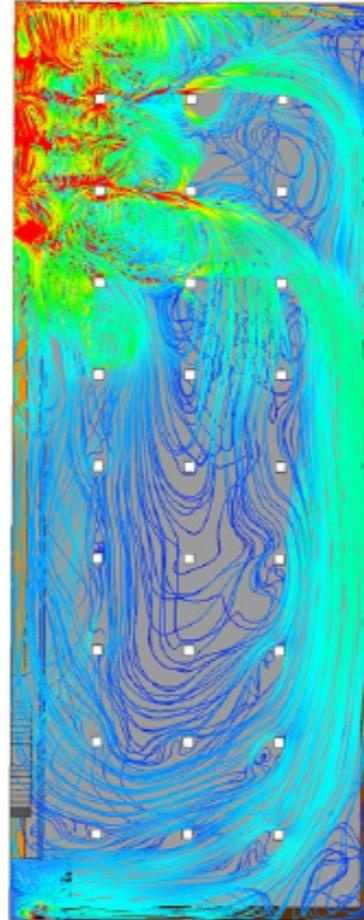


Fig. 2

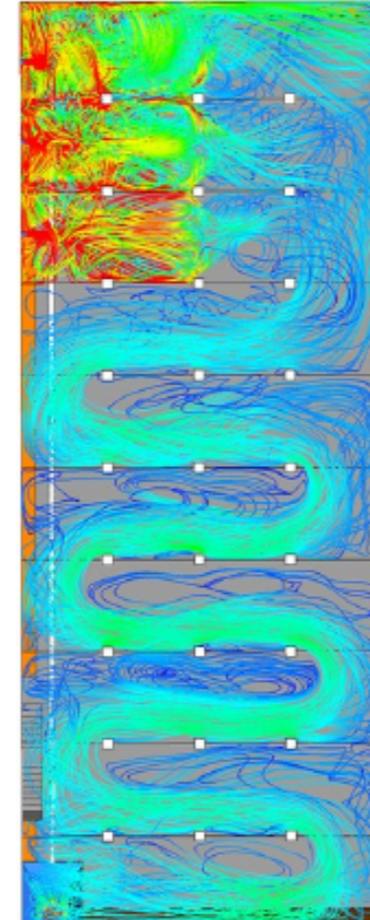


Fig. 3

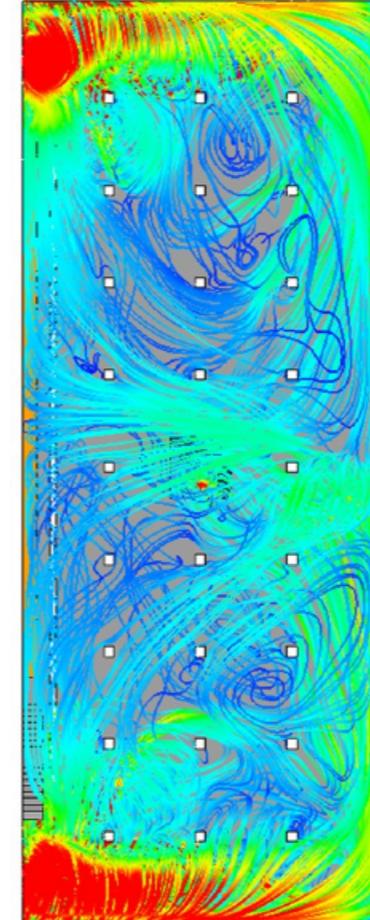
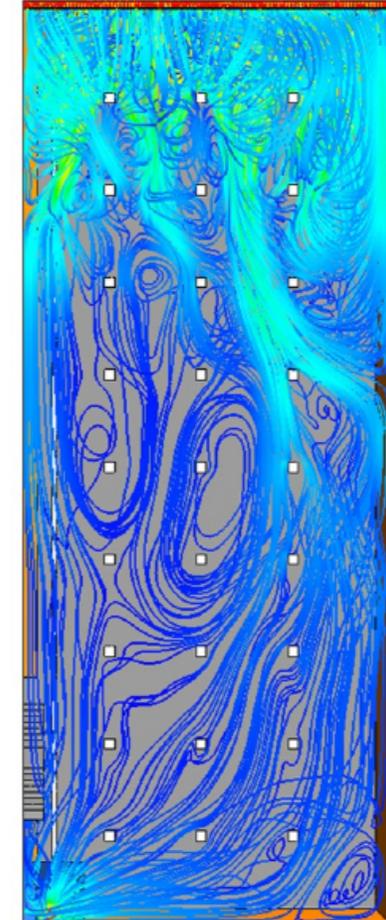


Fig. 4



7.2 El Plantío

Con el estudio de la alternativa de simulación, figura (2), en la cual se construyen los muros con forma de bóveda y orificios laterales, conseguimos aumentar el tiempo mínimo que lleva al flujo del agua a salir del depósito prácticamente al doble respecto de la situación actual correspondiente a la figura (1).

Además, observamos cómo se producen zonas de recirculación tras los giros de agua en las bóvedas en la figura (1). Sin embargo, en la alternativa de simulación, figura (2), existen dos zonas diferenciadas: una primera tranquilizadora del flujo de agua y otra, que corresponde a tres cuartas partes del total, con un flujo más uniforme.

Por tanto, los resultados muestran que conseguimos homogeneizar el flujo de agua prácticamente en casi todo el interior del depósito y, por lo tanto, mejorar la calidad del agua en el mismo.

Fig. 1

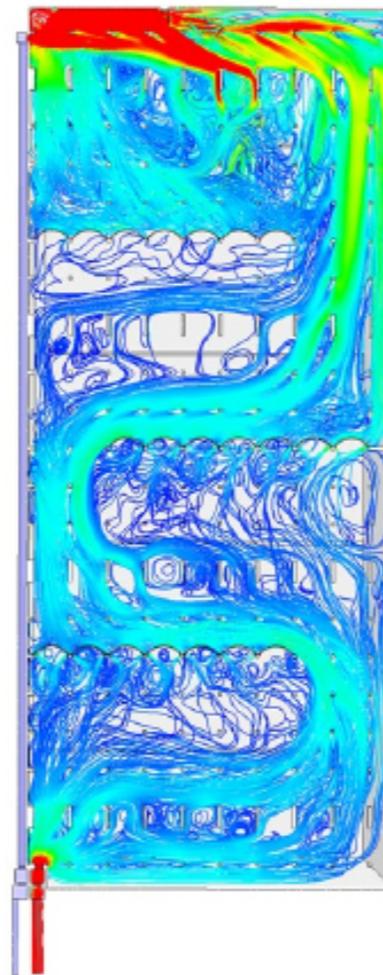


Fig. 1.1

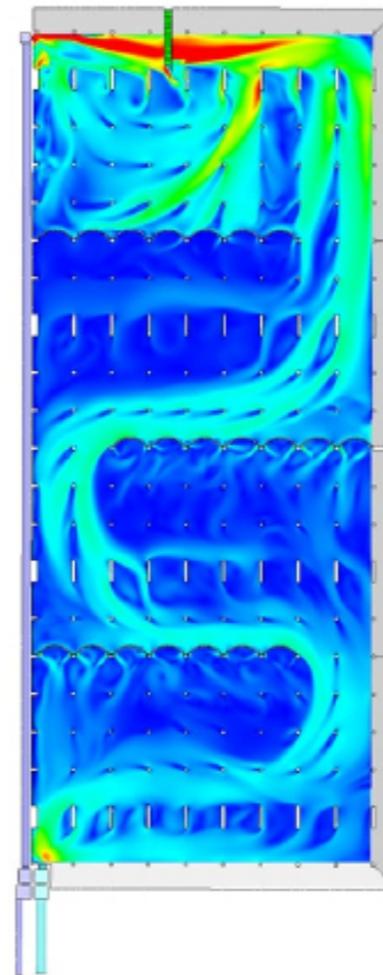


Fig. 2

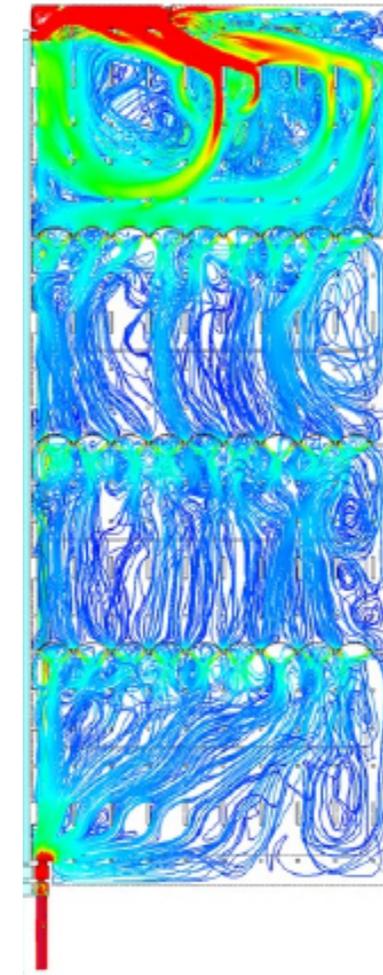
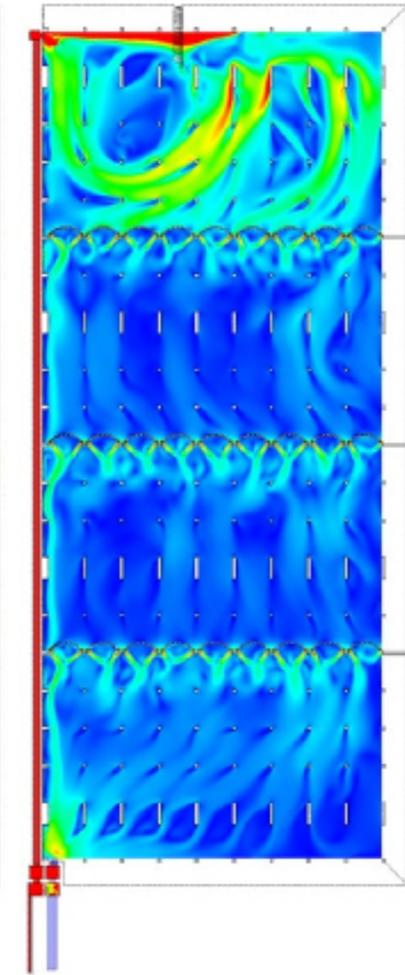


Fig. 2.2



7.3 Hortaleza

Con la simulación de diferentes alternativas, conseguimos aumentar el tiempo mínimo que requiere el flujo de agua para salir del depósito, disminuyendo el triple con respecto a la situación inicial (1) en las tres simulaciones: con paneles interiores (2), con bóvedas y orificios laterales (3) y con muros y orificios (4).

Además, se reduce el tamaño de las zonas de recirculación en la simulación con paneles interiores (2) y en las simulaciones (3) y (4) conseguimos una velocidad más uniforme en tres cuartas partes del depósito respecto de la situación actual (1).

Por tanto, conseguimos homogeneizar el flujo de agua en el interior del depósito en las alternativas de simulación y, de esta manera, también mejoramos la calidad del agua respecto de la situación inicial.

Fig. 1

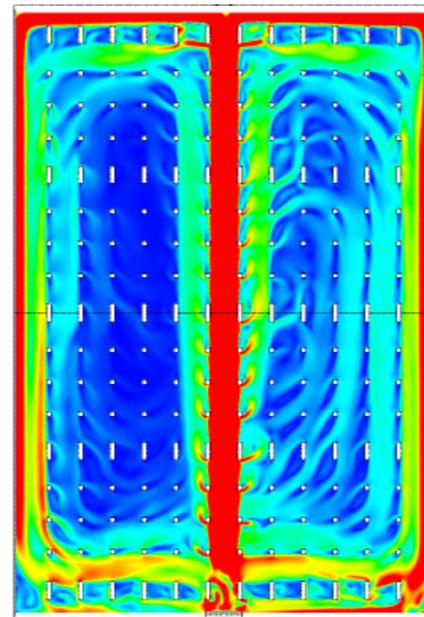


Fig. 2

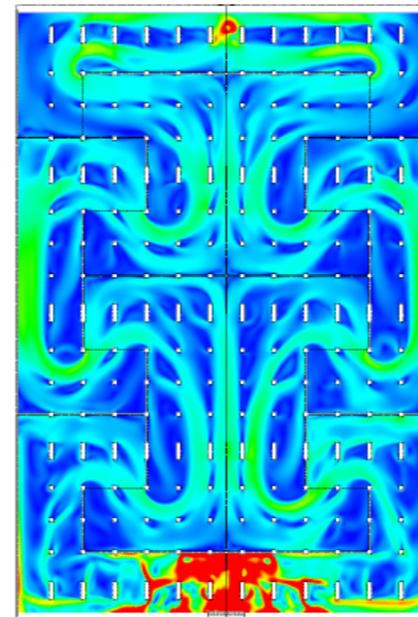


Fig. 3

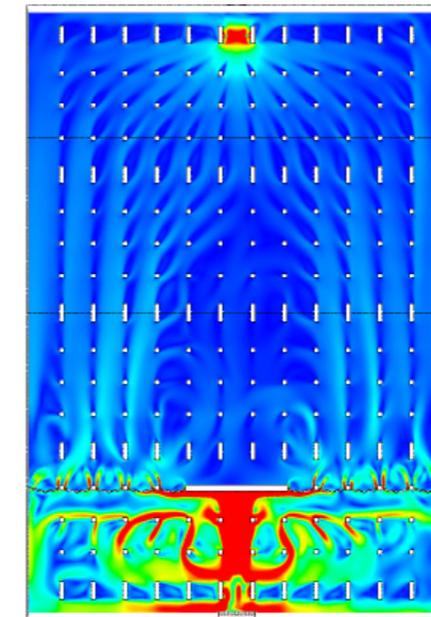
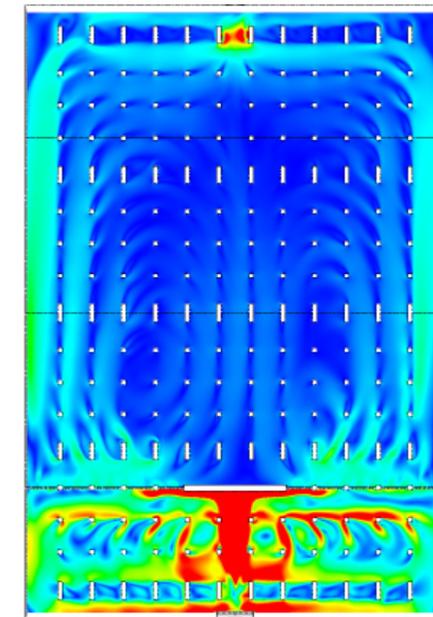


Fig. 4



7.4 Majadahonda

Con la simulación de diferentes alternativas, conseguimos aumentar el tiempo mínimo que lleva al flujo del agua a salir del depósito. En la situación actual, figura (1), se produce un cortocircuito siendo el tiempo mínimo 3 minutos, sin embargo, colocando unos paneles en el interior del depósito, conseguimos que este tiempo mínimo aumente entre 90 y 120 minutos.

Además, se reduce el tamaño de la gran zona de recirculación de la situación actual (figura 1), en las 3 alternativas de simulación con tabiques internos (figuras 2, 3 y 4)

Por tanto, conseguimos homogeneizar el flujo de agua en el interior del depósito en las 3 alternativas respecto de la situación inicial y, de esta manera, mejorar la calidad del agua en el mismo.

Fig. 1

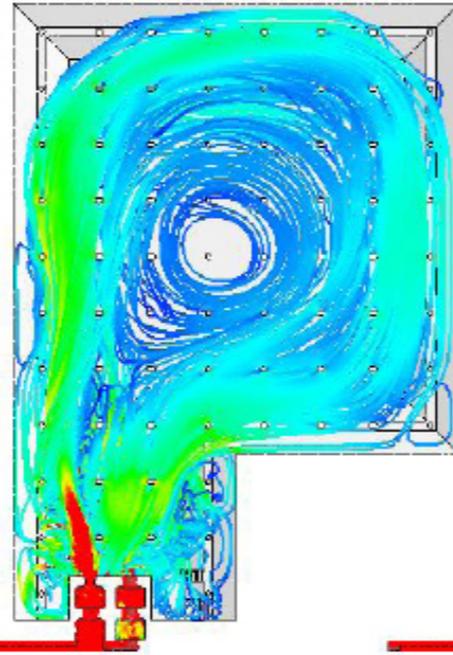


Fig. 2

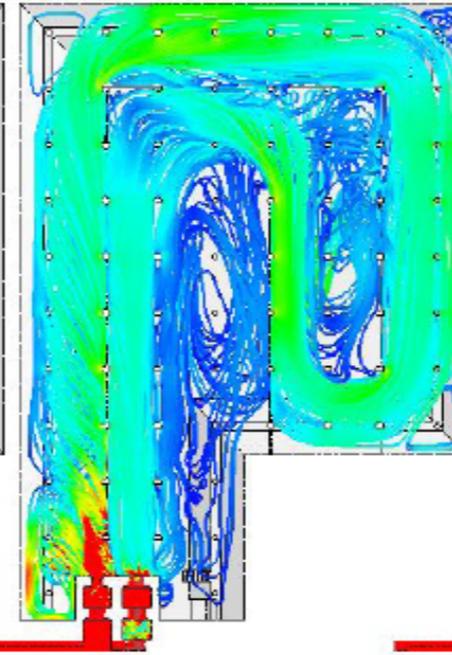


Fig. 3

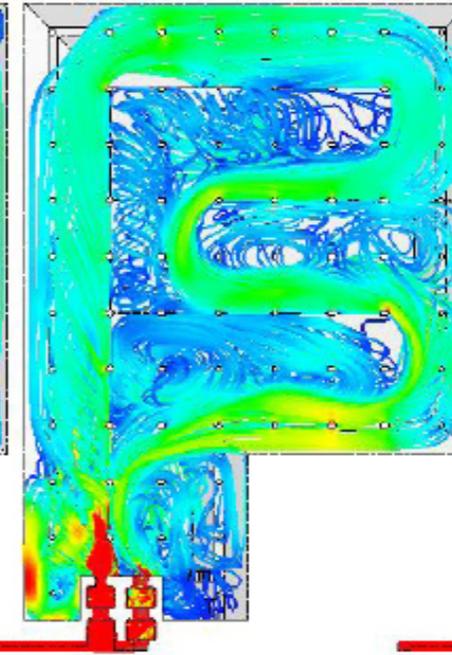
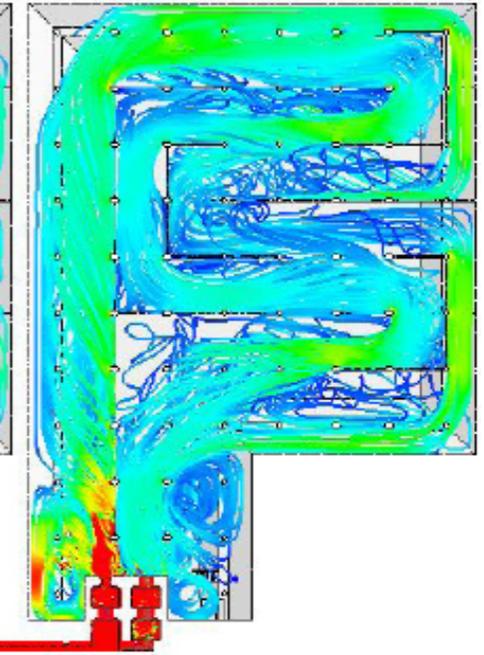


Fig. 4



CONCLUSIONES

Este estudio ha conseguido:

- 1 Uniformizar el flujo en el interior de los depósitos.
- 2 Disminuir el tiempo de retención del agua en el depósito.
- 3 Lograr una gran mejoría en la calidad del suministro de agua potable a través de pequeños cambios constructivos.
- 4 Descubrir diseños constructivos eficientes para nuevos depósitos.
- 5 Mejorar notablemente la calidad del agua en base a cambios estandarizados y fáciles de realizar.





Director del proyecto:

Antonio Lastra

Autores del proyecto:

Alejandro Pinilla

Jaime Botello

Mónica Ortega

Celia Ortega

Agradecimientos:

Sergio de Rico y Rubén Estábles



Canal de Isabel II

www.canaldeisabelsegunda.es