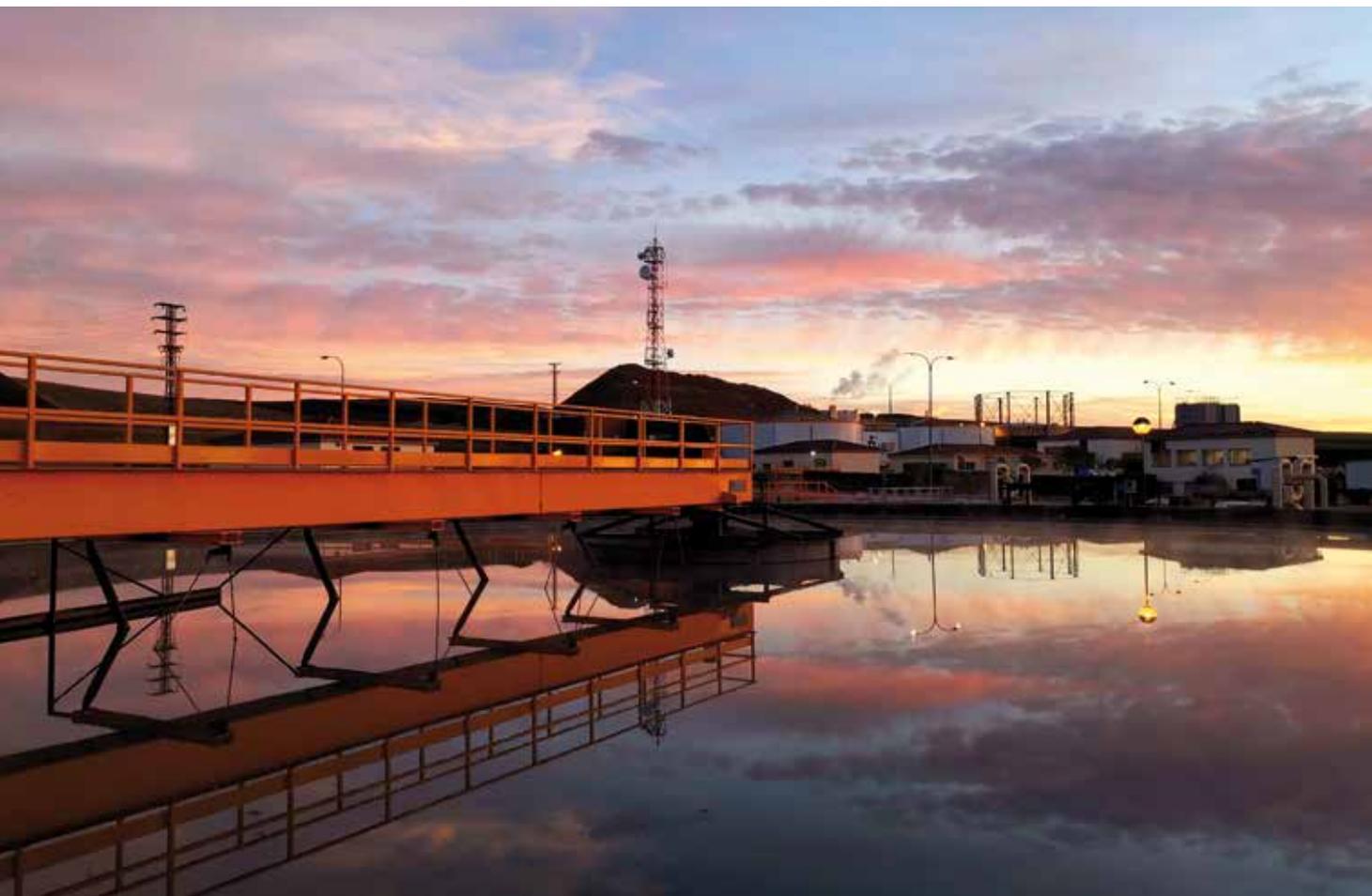


¿Qué tienen que ver las matemáticas con el agua del Canal de Isabel II?

Redacción Tecnoaqua



Canal de Isabel II (www.canaldeisabelsegunda.es), empresa pública que gestiona el agua de la Comunidad de Madrid, emplea modelos matemáticos con fines predictivos para diseñar la red y dimensionar sus infraestructuras. Estos modelos actúan como gemelos digitales que permiten ensayar el funcionamiento de las infraestructuras antes de aplicar las modificaciones físicamente. En este reportaje la compañía detalla su 'modelo matemático' de gestión del ciclo integral del agua para concienciar sobre el cuidado de este recurso. Como ejemplo, Canal de Isabel II ha publicado un estudio de I+D+i sobre la modelización en 3D de los depósitos de agua, con la que se consigue una mejora en la calidad del líquido que se suministra a los usuarios.



En los últimos años ha habido una tendencia creciente en el uso de modelos matemáticos vinculados a los procesos de gestión urbana del agua. Canal de Isabel II es una de las empresas que aplica estos modelos en todas las fases del ciclo, desde la captación del agua bruta y su transformación en agua potable, hasta el saneamiento de las aguas residuales, pasando por la gestión de las redes de abastecimiento y alcantarillado. Aunque las ecuaciones que sustentan estos modelos son complejas, el motivo de su uso es bastante más simple: las matemáticas ayudan a Canal a tomar mejores decisiones y a adaptar su estrategia a los diferentes escenarios de futuro, como los propiciados por el cambio climático.

"Canal de Isabel II apuesta por la innovación en todas las fases del ciclo del agua. Gestionar este recurso combinando nuestros 170 años de experiencia con las técnicas más innovadoras es una de las claves del éxito de un modelo de gestión que mira siempre al futuro. Gracias a técnicas como la modelización matemática, buscamos la excelencia tanto en la gestión como en la planificación de infraestructuras resilientes, sostenibles y eficientes", expone Paloma Martín, presidenta de la compañía.

Canal usa los modelos matemáticos con fines predictivos, para diseñar la red y dimensionar infraestructuras, así como para ampliar el conocimiento de las aguas y de sus parámetros de contaminación. Cada modelo actúa como un gemelo digital. Esto es, como una copia virtual del proceso que permite ensayar y modificar las infraestructuras y analizar cómo cambian sus condicio-

nes de una manera intensiva, precisa y rigurosa. La alternativa, en caso de no tener modelos matemáticos, sería construir nuevas infraestructuras e ir 'probando' su funcionamiento en un escenario real, lo que no resultaría razonable ni desde el punto de vista medioambiental ni desde el económico.

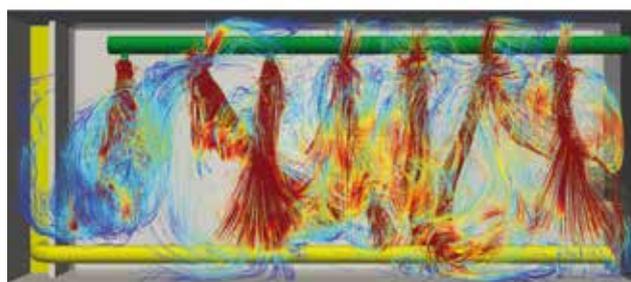
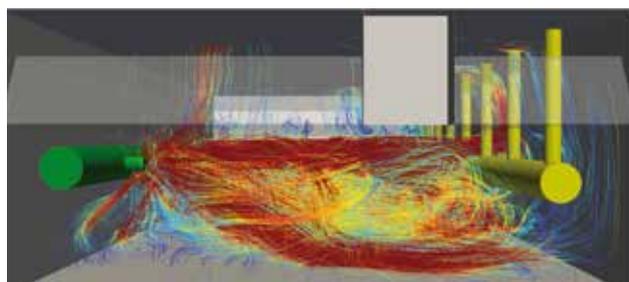
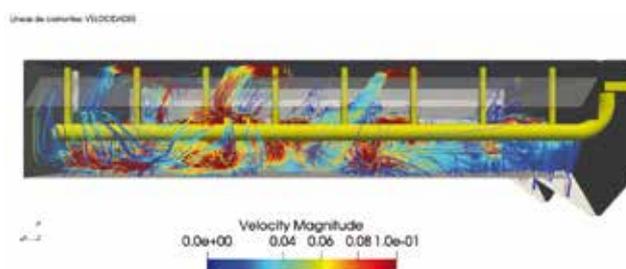
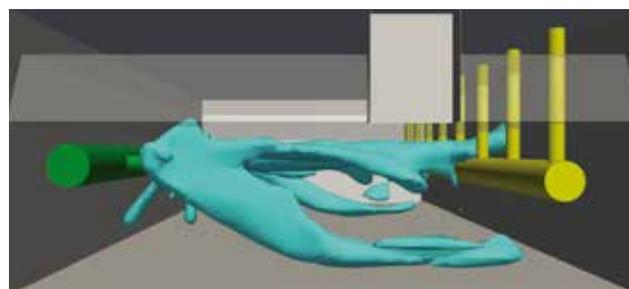
ECUACIONES PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DEL AGUA

Para poder analizar y anticipar problemas de calidad en el agua de sus embalses, Canal de Isabel II realiza modelos matemáticos en dos dimensiones de toda la cuenca. Con ellos, simula las condiciones de lluvia, los vertidos y el aporte de contaminantes. Así, puede realizar tareas de mejora y anticiparse ante posibles problemas de calidad que complicarían y encarecerían el proceso de tratamiento.

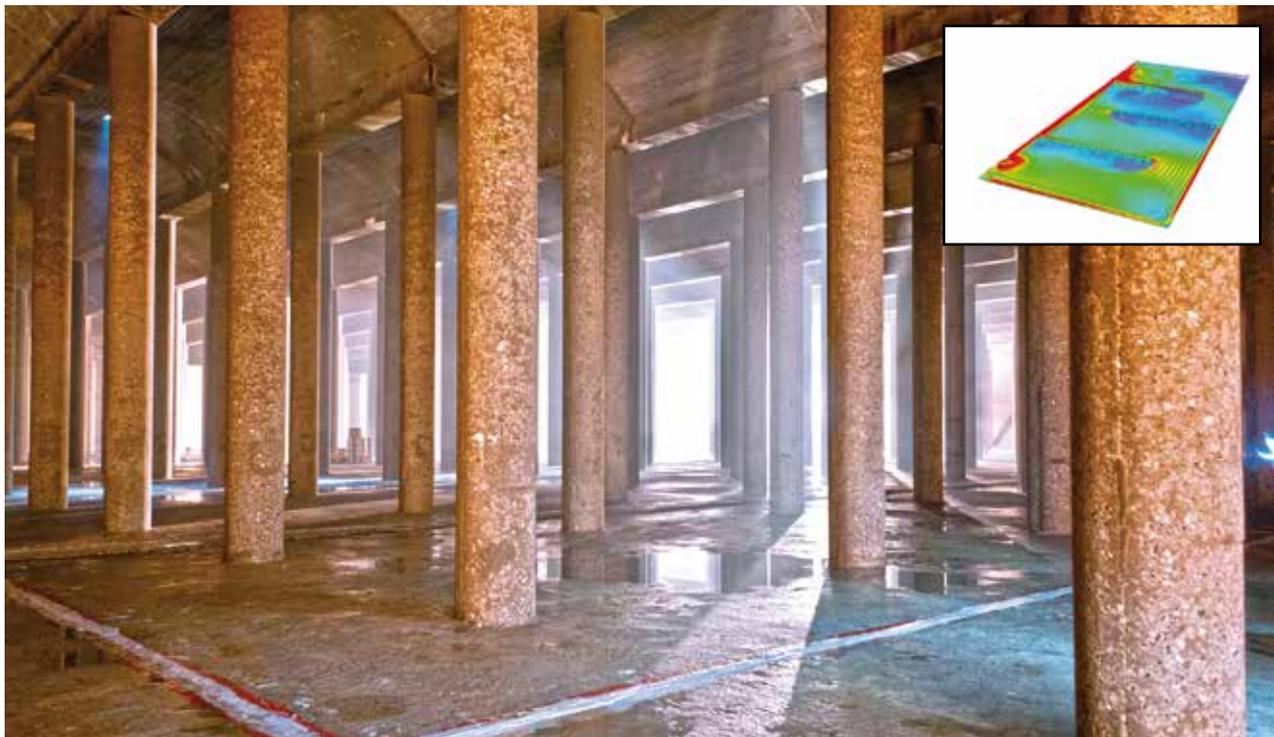
En el propio proceso de tratamiento también entran en juego las matemáticas. El comportamiento de los decantadores de las estaciones de tratamiento de agua potable (ETAP) se analiza a través de modelos tridimensionales. En concreto, la compañía aplica las ecuaciones completas de Navier-Stokes para analizar qué camino sigue el agua en el decantador, dónde se queda la contaminación y qué calidad es esperable en el efluente.

Al margen de las estaciones de potabilización, otras infraestructuras que influyen decisivamente en la calidad del agua de consumo son los depósitos, donde se almacena el líquido antes de ser distribuido a las acometidas de los usuarios. En estas instalaciones se

Uso de modelos tridimensionales para analizar el comportamiento de los decantadores de las ETAP.



Canal ha analizado el comportamiento hidráulico de más de 30 depósitos en la Comunidad de Madrid, incluido El Goloso, que es el mayor de todos los que gestiona y que tiene una capacidad de almacenamiento superior a los 500.000 m³.



deben eliminar las zonas muertas, pues están directamente relacionadas con el decaimiento del desinfectante. En este sentido, el propósito es mejorar la calidad del agua homogeneizando el flujo en el interior del depósito y reduciendo sus tiempos de estancia. Canal lo lleva a la práctica modelando en 3D los propios depósitos.

Para ello, la empresa pública ha analizado el comportamiento hidráulico de más de 30 depósitos en la Comunidad de Madrid (incluido El Goloso, el mayor de todos los que gestiona y que tiene una capacidad de almacenamiento superior a los 500.000 m³), y ha estudiado el movimiento que sigue el agua tanto en la situación inicial de operación como en las diferentes alternativas de mejora. Con este estudio, Canal de Isabel II ha conseguido uniformizar el flujo de agua y disminuir su tiempo de retención en el interior de los depósitos gracias a pequeños cambios constructivos que fueron aplicados previamente en los modelos matemáticos.

LAS AGUAS RESIDUALES Y DE LLUVIA TAMBIÉN SABEN MATEMÁTICAS

Dejando a un lado las infraestructuras y procesos de abastecimiento, las matemáticas avanzadas también juegan un interesante papel en el drenaje y la depuración del agua.

Los escenarios de fuertes precipitaciones son uno de los mejores ejemplos. Cuando llueve mucho, puede darse el caso de que las infraestructuras de drenaje urbano no tengan capacidad suficiente y se vean obligadas a evacuar al río el volumen de agua que no pueden asumir. Para evitar estas situaciones, se construyen diversas infraestructuras como los tanques de tormenta. Aun así, es imprescindible realizar modelos matemáticos previos que sirvan para predecir cómo se van a comportar los aliviaderos. Para modelizar estos fenómenos, Canal acude a la física de partículas. Y mediante ecuaciones de Lattice-Boltzmann, analiza este complejo proceso a través de simulaciones dinámicas, dado que las olas de propagación de avenidas se producen en un tiempo muy reducido.

» Canal de Isabel II emplea modelos matemáticos con fines predictivos para diseñar la red y dimensionar sus infraestructuras. Estos modelos actúan como gemelos digitales que permiten ensayar el funcionamiento de las instalaciones antes de aplicar las modificaciones físicamente



Canal también modeliza los tanque de tormentas y la red de alcantarillado, minimizando el impacto de una posible inundación.



Pero las tormentas y lluvias intensas no solo pueden complicar la operación en el subsuelo, también pueden generar efectos negativos en la superficie. Así, en tanto que las inundaciones son también un grave problema para las ciudades, estas tampoco han escapado del análisis matemático. En el caso de las inundaciones, su estudio no puede ser pasivo; no se trata de esperar a que llueva mucho para observar los daños y luego mejorar la red de alcantarillado, sino que se ha de modelizar antes de que se produzca el suceso. Estos modelos le permiten a Canal de Isabel II analizar diferentes lluvias para ver cuáles son las zonas que se inundarían y comprobar las velocidades y callados producidos. De esta manera, la empresa puede proyectar nuevas infraestructuras o modificar la gestión de las actuales para minimizar el impacto de una posible inundación o, en su caso, eliminar el riesgo completamente.

Finalmente, si los modelos matemáticos pueden aplicarse sobre embalses, potabilizadoras, depósitos y redes de drenaje, las depuradoras no iban a constituir una

excepción. Eso sí, en estas plantas, dada su naturaleza, la aplicación de las 'mates' se vuelve bastante más sofisticada, si cabe. Es así puesto que en una EDAR hay que lidiar también con aire, elementos móviles, fango e incluso diferentes densidades de agua. Por este motivo, además de las ecuaciones completas de Navier-Stokes complementadas con modelos locales a base de las ecuaciones de Laticce-Boltzmann, los especialistas de Canal también incluyen otros medios de cálculo.

Pese a la complejidad de su aplicación, los modelos matemáticos son, en realidad, especialmente útiles en este campo de la depuración. Estos permiten variar las condiciones del proceso y sus infraestructuras en un escenario virtual, donde se estudian cuáles serían los cambios de comportamiento sin poner en peligro el correcto saneamiento de las aguas residuales; sin duda un avance colosal para optimizar un proceso tan importante para el medio ambiente. Y todo gracias a las matemáticas, que se han convertido en un gran aliado para lograr una mejor gestión del ciclo integral del agua. 🌱

Pese a la complejidad de su aplicación, los modelos matemáticos son muy útiles en depuración.

