



Proyecto de validación tecnológica para mejorar la eficiencia de la decantación lamelar en Canal de Isabel II

La decantación es una de las principales operaciones unitarias en el tratamiento de agua potable. Entre las diferentes tecnologías de decantación que existen está muy extendida la decantación lamelar. Sin embargo, muchos de los decantadores lamelares instalados en la actualidad, por distintos factores, presentan pérdidas de eficiencia significativas que afectan e impiden tratar el caudal para el que fueron diseñados. El objetivo de este estudio para Canal de Isabel II (en adelante Canal) ha sido validar la mejora en la eficiencia de funcionamiento y rendimiento que puede ofrecer un nuevo modelo de lamelas recientemente patentado, así como su capacidad de implantación en las estaciones de tratamiento de agua potable (ETAP) y procesos de tratamientos de agua de Canal. Para la validación realizada se ha llevado a cabo un seguimiento continuo del caudal tratado por los decantadores de la ETAP de Majadahonda, turbidez y materia orgánica total (TOC) retenida a la salida de cada uno de ellos. Los resultados obtenidos hasta la fecha se encuentran descritos en el artículo.

Palabras clave

Decantación, lamelas, ETAP, turbidez, TOC, velocidad ascensional, homogeneizador.

TECHNOLOGICAL VALIDATION PROJECT TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF LAMELLAR DECANTATION IN CANAL DE ISABEL II

Decantation is one of the main unit operations in the treatment of drinking water. Lamellae decantation is widespread among the existing technologies. However, due to different factors, many of the currently installed lamellar decanters have significant efficiency losses that affect and prevent them from treating the flow rate they were designed for. The goal of this study for Canal de Isabel II (hereinafter Canal), has been to validate the improvement in operating efficiency and performance that a new model of recently patented lamellae can offer, as well as its capacity for implementation in drinking water treatment plant (DWTP) and manufacturing processes. Canal water treatments. For the validation carried out, continuous monitoring has been carried out of the flow treated by the decanters of the Majadahonda DWTP, turbidity and total organic matter (TOC) retained at the outlet of each of them. The results obtained to date are described in the article.

Keywords

Decantation, lamellae, DWTP, turbidity, TOC, ascending speed, homogenizer.

Luis Eyre Rodríguez

jefe del Área de Tratamiento de Aguas Tajo-Alberche, Canal de Isabel II

Juan Jesús Alonso García

responsable de Información en el Área de Fomento de la Innovación, Canal de Isabel II

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se ha basado en ejecutar un proyecto de validación tecnológica, y analizar las mejoras que puede ofrecer a la decantación lamelar el nuevo modelo de lamelas WssDynamics, modelo recientemente patentado y aún sin probar a gran escala y sin verificar el producto en términos de eficiencia de funcionamiento y rendimiento, y también en cuanto a durabilidad, facilidad de montaje, y facilidad de operación y mantenimiento.

2. CARACTERÍSTICAS DE INNOVACIÓN DEL MODELO VALIDADO

A continuación, se señalan las características principales de este nuevo producto (Figura 1).

2.1. MÓDULOS DE LAMELAS

Los módulos están fabricados en polipropileno homopolímero virgen apto para el contacto con el agua de consumo. Sus características de fabricación son:

- Altura lamelar: 1.200 mm.
- Inclinação de lamelas de 60°.
- Separación entre lamelas 40 mm.

- Superficie proyectada por módulo: 15 m²/m³.
- Superficie con acabado superficial pulido 'espejo' sin rebabas ni rugosidades.
- Geometría que incorpora sistema de homogeneización del caudal ascensional.

Y las características de innovación de los módulos de lamelas son:

- Producción por inyección, frente a producción por extrusión tradicional, permite: acabado pulido y ausencia de remaches y elementos de conformidad o sellado entre lamelas, minimizado ensuciamiento y mejorando evacuación del fango.
- Sistema de homogeneización: incorporado en la geometría de salida, genera una pérdida de carga de aproximadamente 3 mm de columna de agua, que permite el equilibrio de velocidades ascensionales a lo largo y ancho del paquete lamelar, independientemente de la configuración o geometría del decantador y de la aportación del agua bruta y del diseño del sistema de evacuación del agua tratada.

2.2. SISTEMA DE SOPORTACIÓN, ENSAMBLADO DE MÓDULOS LAMELARES Y ANTIFLOTACIÓN

La perfilera transversal principal está compuesta de vigas en H de PRFV que, a su vez, apoyan en una viga inferior de acero inoxidable con dos tornapuntas. La perfilera longitudinal de apoyo sobre la transversal también es en PRFV en forma de T invertida sobre la que apoyan y se anclan los módulos lamelares. Este tipo de estructura mallada aumenta la capacidad portante y permite un alineamiento máximo de los módulos instalados.

El ensamblado de lamelas se lleva a cabo con un bastidor interno atornillado y separación por piezas fabricadas en polipropileno homopolímero virgen que elimina los puntos de soldadura, guías, grapas o cualquier otro elemento que facilite la retención de fango. El sistema antiflotación se resuelve con el enganche de los módulos a la perfilera longitudinal mediante remaches que evitan la flotabilidad de las lamelas, este sistema mejora la evacuación del fango y reduce el ensuciamiento al evitar zonas de apoyo, maximizando la superficie de decantación disponible (Figura 2).

FIGURA 1. Módulo de lamelas ensambladas y forma superior del módulo ensamblado.



2.3. EQUIPO DE LIMPIEZA AUTOMÁTICO

Permite una limpieza completa y efectiva de los canales lamelares. La limpieza se realiza mediante la inyección de parte del propio efluente que a través de una bomba es aspirado y proyectado por unas boquillas que están orientadas hacia cada uno de los canales, generando velocidad y turbulencia en los canales para desprender los sólidos adheridos a las caras que forman el canal, facilitando la limpieza periódica, reduciendo los costes de mantenimiento, evitando paradas para su limpieza y permitiendo una limpieza continua del decantador, mejorando el rendimiento.

Como se puede comprobar en la **Figura 3**, el equipo de limpieza incluido en el modelo de lamelas WssDynamics permite el funcionamiento del decantador sin necesidad de parada para su limpieza.

3. ANTECEDENTES DEL PROYECTO DE VALIDACIÓN. PRUEBAS PREVIAS

La tecnología preexistente de decantación lamelar en la ETAP Majadahonda, común a tecnologías

FIGURA 2. Vista inferior de nuevos módulos lamelares y soportes.



similares en otras ETAP, presentaba limitaciones de eficacia tanto en capacidad de reparto hidráulico en los decantadores lamelares como de ensuciamiento excesivo a caudales elevados. Así mismo, las limitaciones de superficie disponible, y la mayor prevalencia de eventos climáticos extremos, hacían necesaria la búsqueda y validación de tecnologías y soluciones más avanzadas que permitieran mejorar significativamente el rendimiento y eficacia del proceso

de decantación. De esta búsqueda se localizó el modelo de lamelas WssDynamics.

El primer paso que se realizó, previo a la ejecución de la prueba objeto de este estudio, fue un análisis de causas y de aspectos o capacidades de mejora en la decantación lamelar en la ETAP. Posteriormente se realizó una modelización matemática con capacidad de generar diferentes simulaciones digitales que permitieron ensayar el funcionamiento hidráulico de la instalación de forma fiable antes de acometer su ejecución física.

Según la orientación ofrecida en la modelización, se seleccionó un decantador de la ETAP, de 46 m de largo por 9 m de ancho, del que se retiró una superficie de 16 m de largo por 9 m de ancho de las antiguas lamelas tubulares, que se reemplazaron por los correspondientes módulos de lamelas de un modelo similar pero previo en su concepción al validado finalmente, lo que constituía un piloto a escala suficiente, y por lo tanto muy fiable a la hora de estudiar su comportamiento global.

Estos módulos se mantuvieron en funcionamiento durante dos años (2020-2021) en los que se llevaron a cabo ensayos continuos de caudales de tratamiento, eficiencia, test de turbidez, eliminación de materia orgánica y comportamiento de los filtros de arena. Los resultados de estos ensayos concluyeron con la cuantificación de mejoras muy apreciables en la operativa del decantador, en general, y de la tecnología del nuevo modelo de lamelas en particular.

Se observó una mejora de la turbidez media del decantador de aproximadamente un 23%, con respecto a la turbidez media de otros decantadores, y un aumento en la capacidad de tratamiento de aproximadamente un 15%.

Los resultados positivos de este estudio motivaron que Canal decidiese avanzar en esta línea, planteando un proyecto de escalado real que permitiese la validación de la tecnología, dando lugar al proyecto que es el objeto de este artículo.

4. VALIDACIÓN DEL NUEVO MODELO DE LAMELAS A ESCALA REAL. DESARROLLO

A partir de los resultados comentados anteriormente en el pilotaje previo se inicia un proyecto de validación tecnológica a escala real. El objeto del proyecto es ejecutar una validación técnica de funcionamiento y evaluación de eficiencia de producto, realizando un escalado del proyecto para su validación completa en al menos durante un año inicialmente en un decantador en operación en la ETAP Majadahonda.

El decantador tiene unas dimensiones de 46 m de largo por 9 m de ancho, implementándose los nuevos módulos, soportes y equipo de limpieza en todo el decantador y manteniendo la entrada de agua bruta

FIGURA 4. Vista aérea de los cuatro decantadores de la ETAP de Majadahonda. El decantador D es el modelo de lamelas WssDynamics instalado.



longitudinalmente al decantador, de acuerdo con la modificación incorporada previamente. En la planta existen otros tres decantadores de las mismas dimensiones, los cuales se mantuvieron con el modelo de lamelas tubular preexistente y con la entrada de agua bruta transversalmente (**Figura 4**).

Los reactivos que se utilizan para el tratamiento de agua en la ETAP de Majadahonda consisten en una coagulación con sulfato de alúmina entre 30 y 40 ppm y como floculante Polidamac a una dosis de 1,5 ppm o, en ocasiones, sílice activada a una dosis de 1,5 ppm.

Para el seguimiento del proyecto se ejecuta un plan de muestreo en operación y distintas comprobaciones durante el proyecto de validación. Las principales variables medidas de forma continuada han sido:

- Caudal tratado por el decantador.
- Ensuciamiento y efectividad del equipo de limpieza
- Tiempos de parada para su mantenimiento.
- Análisis de turbidez de agua decantada.
- Análisis de carbono orgánico total (TOC).

Los análisis de turbidez y TOC se han realizado en el laboratorio de la ETAP mediante toma periódica de muestras compuestas de la salida de cada una de las canaletas de vertido de los decantadores para cada uno de los decantadores de la ETAP. Los rendimientos se han analizado tanto por reducción como por comparación con decantadores en paralelo en la ETAP.

El montaje del modelo de lamelas, desde el inicio de montaje de la estructura de soporte hasta su puesta en funcionamiento, se llevó a cabo en un plazo de 25 días hábiles. En este plazo se instalaron soportes transversales, soportes longitudinales, se ensamblaron los módulos de lamelas en el exterior y se colocaron en el decantador. En total se instalaron 392 módulos de lamelas.

La puesta en servicio con el nuevo modelo de lamelas WssDynamics a validar se realiza en mayo de 2022, momento en el que se inició el seguimiento de funcionamiento del decantador (**Figura 5**).

Durante el seguimiento del proyecto se han llevado a cabo aproximadamente 2.700 tomas de muestras y se han realizado un total de 30 análisis compuestos.

FIGURA 3. Decantador con lamelas antiguas y decantador D con lamelas WssDynamics y equipo de limpieza.



FIGURA 5. Nuevo modelo de lamelas instaladas en el decantador D en funcionamiento.



En mayo de 2023, después de un año de validación, fue necesario renovar en la ETAP los paquetes lamelares del decantador A. Por los buenos resultados experimentados en el decantador D, se decidió implementar este nuevo modelo de lamelas y ampliar la validación.

Los decantadores A y D son simétricos y tienen las mismas dimensiones (**Figura 6**), pero existen una serie de diferencias a comentar:

- La entrada de agua bruta en el decantador A se mantuvo transversalmente por los orificios existentes de diámetro 300 mm, frente a la del decantador D objeto de este proyecto, que era longitudinal.
- En el decantador A se ejecuta sin canaletas de vertido y se montan vertederos en las salidas existentes para los canales retirados.

Estas variaciones han permitido poder comparar el funcionamiento y rendimiento de dos decantadores simétricos a caudal nominal con el nuevo producto y con diferentes configuraciones hidráulicas de entrada y salida, así como estudiar el

funcionamiento de un decantador lamelar sin canales de recogida de agua decantada.

Desde junio de 2023 se continuó con el seguimiento de los cuatro decantadores hasta la fecha dos de ellos con el modelo de lamelas WssDynamics y los otros dos con el modelo tubular existente.

5. RESULTADOS

A continuación se indican los resultados de los ensayos y análisis realizados durante más de un año de seguimiento.

FIGURA 6. Decantadores D y A con lamelas WssDynamics.



5.1. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN. CAUDAL TRATADO Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO EFECTUADAS

El proyecto de validación se inicia en mayo de 2022 en el decantador D de la ETAP. Desde su puesta en servicio hasta diciembre de 2023 ha tratado más de 35 hm³ de agua.

En la primera fase del proceso de validación se mantuvieron los cuatro decantadores con el mismo caudal, comparando así las capacidades del nuevo decantador frente a los preexistentes. Transcurridos unos meses desde la instalación del modelo de lamelas WssDynamics se aumentó el caudal en estos decantadores y se trabaja permanentemente en caudales próximo a la capacidad nominal de diseño. El caudal medio tratado por los otros dos decantadores (decantadores B y C) no han superado en ningún caso valores de 800 L/s, siendo puntuales estos valores. Según experiencia previa en la ETAP, si se someten a estos decantadores caudales superiores a 600-700 L/s se produce una pérdida de eficacia en la decantación, con el correspondiente arrastre y pérdida masiva de flóculo, tal y como reflejan las

Figuras 7 y 8.

FIGURA 7. Comparación de la turbidez media en los decantadores B y C con el decantador A y decantador.

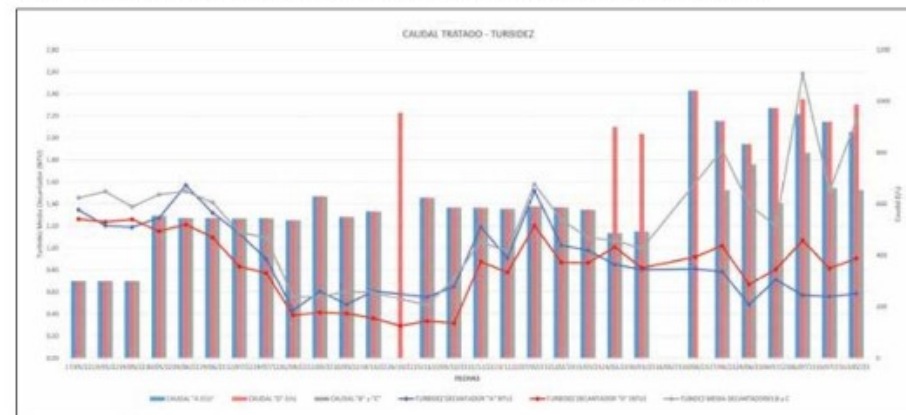


FIGURA 8. Flóculos escapando del decantador.



El decantador D, desde su puesta en servicio, no ha sufrido paradas no previstas y no programadas.

La validación en el decantador A se inicia en junio de 2023: hasta la fecha se mantiene trabajando permanentemente próximo a su caudal nominal de diseño 1 m³/s. Desde su puesta en servicio con los nuevos módulos lamelares, en junio de 2023, hasta diciembre de 2023, el decantador A ha tratado más de 13 hm³, con una media de aproximadamente 81.500 m³/d, lo que supone un caudal tratado de 0,94 m³/s.

En la **Figura 7** se puede observar cómo ha variado la capacidad de tratamiento (caudal) y la turbidez (NTU) de los decantadores A y D comparado con la media de los decantadores B y C durante todo el estudio. Como se puede observar, desde marzo de 2023 se han mantenido los decantadores A y D con un caudal próximo al nominal sin observarse alteraciones en el rendimiento de la planta ni en las carreras de filtración.

Se puede confirmar a partir de los datos anteriores, con diferentes calidades de agua de entrada, que los

decantadores con lamelas WssDynamics han sido capaces de tratar como mínimo un 30-40% más de caudal en la misma superficie de decantación que los decantadores preexistentes, sin verse alterado el buen funcionamiento de la planta y sin necesidades de parada para limpieza de lamelas.

5.2. OPERACIÓN. REDUCCIÓN DE ENSUCIAMIENTO Y MANTENIMIENTO POR LIMPIEZA DE LAMELAS

En los dos decantadores con el modelo de lamelas WssDynamics se ha instalado el equipo de limpieza correspondiente, lo que permite su limpieza automática según los requerimientos de explotación.

En el caso del decantador D, estuvo funcionando sin equipo de limpieza durante aproximadamente 6 meses hasta que pudo ser instalado, en el caso del decantador A durante 3 meses. En esos periodos no se observaron alteraciones en la calidad del agua producida, y el nivel de ensuciamiento se mantuvo bajo, aunque al final de ambos periodos la instalación comenzaba a dar mues-

FIGURA 9. Estado decantadores C y D a fecha 21 de octubre de 2022.

tras de la necesidad de realizar una limpieza (**Figura 9**).

Desde la puesta en funcionamiento del equipo de limpieza en ambos decantadores no se ha necesitado ningún tipo de parada para su mantenimiento o limpieza.

5.3. CALIDAD DEL AGUA PRODUCIDA. REDUCCIÓN DE TURBIDEZ Y TOC EN AGUA DECANADA

Las variables de control definidas en la validación para el control del rendimiento de la calidad el agua decantada han sido turbidez y TOC, tanto por la facilidad de muestreo y ensayo como por la capacidad de recurrencia en el mismo y la posibilidad de ejecutar estos ensayos *in situ* el en el propio laboratorio de la ETAP.

5.3.1. Análisis de turbidez

En la **Figura 10** se pueden observar los valores de caudal y turbidez del decantador D y de los otros tres decantadores, así como la media hasta mayo de 2023, fecha en la que se incorporó a la validación el decantador A. Hasta el momento, el caudal de entrada es similar en los cuatro decantadores, y con las mismas

condiciones y dosis de reactivos de coagulación-floculación.

También se puede observar que, para condiciones similares de funcionamiento en los cuatro decantadores, la turbidez del decantador D ha sido menor en el 97% de las muestras tomadas: únicamente en 2 muestras los valores de algún otro decantador han dado mejores resultados. Asimismo, el decantador D contra la media de los 3 decantado-

res analizados ofrece mejores resultados en el 100 % de las medidas.

La turbidez de salida del decantador D ha sido de media un 20% inferior a la media de los otros tres decantadores tratando un caudal similar, incluso a bajos regímenes de velocidad entorno al 50% del caudal nominal. La comparación se ha realizado a caudales en torno al 50% de la capacidad nominal, entre 300 y 600 L por decantador.

FIGURA 11. Estado del decantador cuando se produce pérdida de eficacia por caudales elevados.**FIGURA 10.** Comparación de la turbidez a igual caudal (decantador D con lamelas WssDynamics) y comparación de la turbidez media de los decantadores A, B y C con el decantador D a igual caudal.

A caudales más elevados, los decantadores A, B y C pierden eficacia, elevándose significativamente el ensuciamiento y la expulsión de sólidos (**Figura 11**). Por razones operativas no se ha podido trabajar largos periodos en comparativas a mayor cau-

dal, donde la diferencias en calidad producida serían mayores.

Además, se puede observar un momento en las que las barras de caudal representan un mayor caudal para el decantador D, con valores muy próximos a 1 m³/s. En concre-

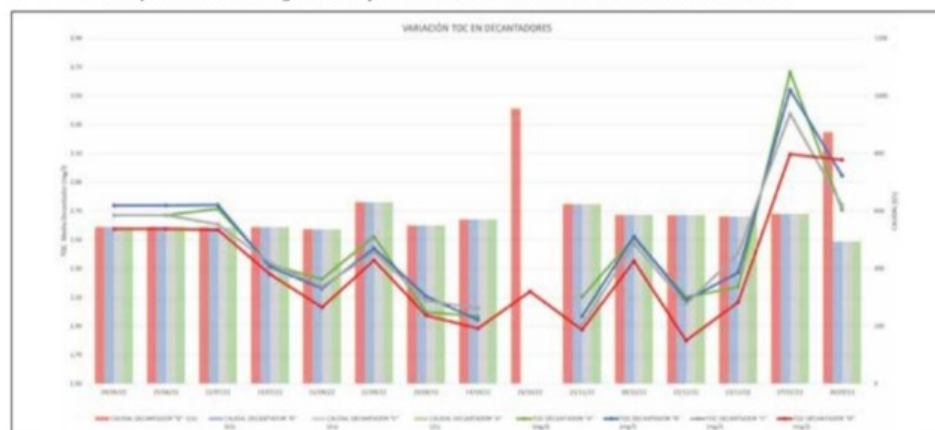
to el 26/10/2022, fecha en la que se realizaron las primeras pruebas durante unas horas a caudal nominal del decantador: en este punto los valores de turbidez de salida del decantador D no se vieron alterados por la subida de caudal.

» Las variables de control definidas en la validación para el control del rendimiento de la calidad el agua decantada han sido turbidez y TOC, tanto por la facilidad de muestreo y ensayo como por la capacidad de recurrencia en el mismo y la posibilidad de ejecutar estos ensayos *in situ* el en el propio laboratorio de la ETAP

FIGURA 12. Comparación de la turbidez de los decantadores con el decantador D a caudal nominal en las últimas analíticas y media de los decantadores A, B y C con el decantador D.



FIGURA 13. Comparación del TOC a igual caudal y con decantador D a caudal nominal en la última analítica.



A partir de marzo de 2023, el decantador D se valida aumentando su caudal hasta prácticamente su nominal para verificar su comportamiento en valores de calidad homogéneos en comparación con los otros tres decantadores no intervenidos en esa fecha. El decantador D es capaz de tratar un caudal continuo próximo a 1 m³/s, aunque sí se observa un pequeño incremento de turbidez inicialmente frente a los valores previos del mismo decantador a menor caudal, no siendo este aumento proporcional al aumento de caudal.

Como resultado de la verificación realizada, el decantador D aporta unos resultados similares a los del resto de decantadores en cuanto a calidad de agua producida, pero tratando los decantadores A, B y C un 45 % menos de caudal que este decantador (ver **Figura 12**).

5.3.2. Análisis de TOC

El TOC es otro parámetro utilizado mediante el cual se ha verificado el funcionamiento del decantador a validar en términos de rendimiento de calidad de agua producida.

En la **Figura 13** se observan los valores de las analíticas realizadas desde la instalación del modelo de lamelas WssDynamics en el decantador D hasta la instalación del mismo modelo en el decantador A.

Los valores de TOC han sido menores para el decantador D en el 100% de las muestras ensayadas a caudales semejantes. En las pruebas realizadas a diferentes caudales y calidades de salida homogéneas (último dato en la **Figura 13**), tratando los decantadores A, B y C un caudal un 40% inferior al decantador D.

FIGURA 14. Comparación de la turbidez de cada decantador y turbidez media entre decantadores A-D con decantadores B-C.

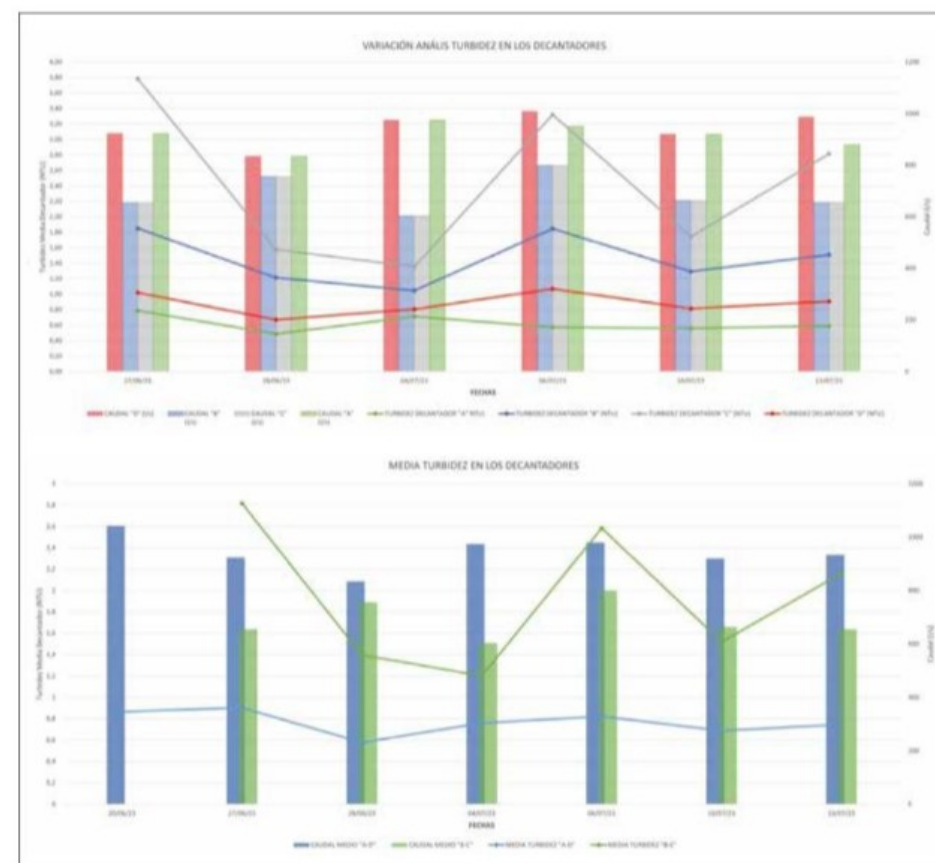
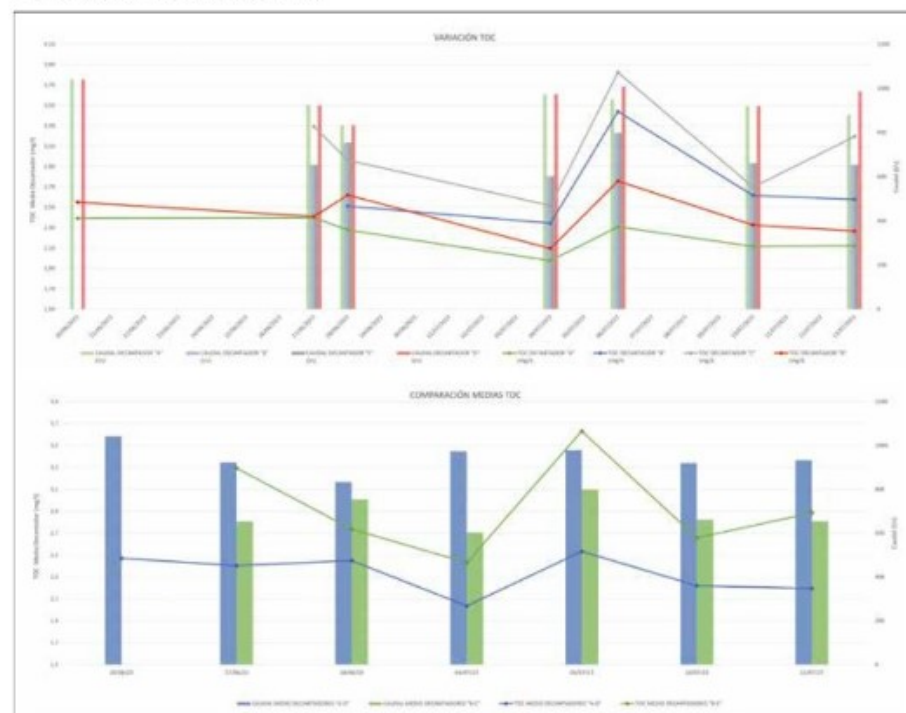


FIGURA 15. Valores de TOC en los cuatro decantadores y caudal tratado de marzo de 2023 a julio de 2023 y comparación de TOC en decantadores A-D con decantadores B-C.



5.4. INSTALACIÓN DEL MODELO DE LAMELAS WSSDYNAMICS EN EL DECANTADOR A

A partir del montaje de las lamelas WssDynamics en el decantador A, se inicia también un seguimiento específico de este decantador. En la **Figura 14**, se aprecian los valores de turbidez según las analíticas realizadas. Así, las analíticas muestran valores de turbidez para los decantadores D y A muy inferiores a los decantadores B y C, aun siendo el caudal tratado por los decantadores A y D un 35% superior de media.

Por su parte, la **Figura 15** muestra los valores de TOC a partir de la instalación del modelo de lamelas WssDynamics en el decantador A.

Como se puede observar, el valor de TOC en el agua producida por los decantadores que tienen instaladas las lamelas WssDynamics es inferior a los decantadores con el modelo

de lamelas instaladas previamente. En estas pruebas el caudal tratado por los decantadores con el nuevo modelo ha sido, de media, un 35% superior al resto (**Figura 16**).

FIGURA 16. Decantador A con lamelas WssDynamics.



» En términos generales se concluye que el nuevo modelo de lamelas WssDynamics es válido y eficaz como tecnología de decantación en el tratamiento de agua potable

» Según los resultados, el nuevo modelo de lamelas permite aumentar el caudal tratado por los decantadores un 40% sin que empeore la calidad del agua en términos de TOC y turbidez

Actualmente, se encuentra instalado en la ETAP de Griñón, como se puede ver en la **Figura 17**, y se encuentra en fase de montaje en los otros dos decantadores de la ETAP de Majadahonda.

6. CONCLUSIONES

Según las pruebas llevadas a cabo para la validación del modelo de lamelas WssDynamics en una ETAP de Canal, se puede concluir que:

- El nuevo modelo de lamelas ha permitido aumentar el caudal tratado por los decantadores A y D aproximadamente en un 40%, sin que se produzca empeoramiento en la calidad del agua producida medidos en términos de TOC o turbidez, frente a la tecnología de decantación lamelar preexistente en la ETAP.

- La turbidez de salida de los decantadores A y D no se ha visto alterada en ninguna de las siguientes situaciones:

- Variaciones de caudal puntuales.
- Caudales superiores a los que habitualmente trabajaban estos decantadores (próximos a 1 m³/s), manteniéndose las cargas de filtración en sus valores normales de funcionamiento.

- El nivel de ensuciamiento es bajo y la evacuación de fango es óptima, manteniéndose las lamelas sin ensuciamiento durante periodos altos aun a caudal nominal y sin equipo de limpieza. Además, una vez instalado, el equipo de limpieza consigue limpiar el decantador con una única limpieza diaria. De esta forma, se garantiza el funcionamiento del decantador en

continuo sin necesidad de realizar paradas por limpieza.

- Mejora el proceso de decantación en la ETAP sobre tecnologías análogas, reduciendo turbidez y TOC en similares condiciones operativas.

- El diseño de la lamela para conseguir homogenización de velocidades ascensionales es efectivo y evita flujos preferentes manteniendo velocidades ascensionales no superiores a las de diseño en ninguna zona del decantador, aun a sus caudales nominales e incluso en diferentes configuraciones de entrada y sin canaletas de vertido.

- Aunque falta continuar con las validaciones con diferentes calidades de agua de entrada, la instalación del modelo de lamelas WssDynamics ha permitido que los decantadores A y D tengan capacidad para tratar el caudal nominal de forma eficaz, e incluso mayor en momentos puntuales, manteniéndose en el tiempo sin verse sustancialmente alterada la calidad del agua decantada.

En términos generales, se puede concluir que el nuevo modelo de lamelas WssDynamics es válido y eficaz como tecnología de decantación en el tratamiento de agua potable.

FIGURA 17. Decantador con lamelas WssDynamics en la ETAP de Griñón.

