



Tecnología para la medición de la turbidez en agua potable: experiencia en la Unión Europea

Departamento técnico de Hach

1. INTRODUCCIÓN

La cantidad de materia no soluble presente en el agua potable es un indicador esencial de su calidad. El limo, la arena, las bacterias, las esporas y los precipitados químicos contribuyen a la turbidez del agua. Si el agua tiene turbidez alta puede tener mal sabor y ser poco segura. El consumo de bacterias y otros microorganismos, incluso en concentraciones muy bajas, puede provocar graves efectos en la salud. Por tanto, una medición exacta y sensible de la turbidez resulta esencial para asegurar que el agua potable no contenga estas sustancias contaminantes.

Los organismos de seguridad y salud pública de todo el mundo reconocen la importancia de medir la calidad del agua potable mediante la turbidez. La Directiva de la Unión Europea (UE) sobre calidad del agua potable identifica la turbidez como uno de los nueve parámetros fijos de control que se deben medir para todas las aguas destinadas al consumo humano [1]. La Agencia de Protección Medioambiental estadounidense (EPA) exige controlar la turbidez de toda el agua potable que se produzca [2]. Y la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda el control de la turbidez de manera frecuente y en distintos puntos a lo largo de



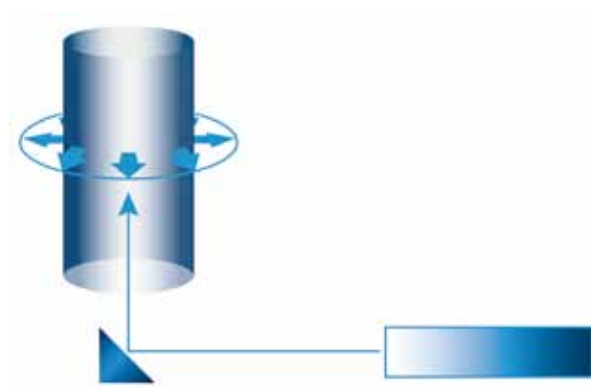
todo el proceso de tratamiento [3]. Aunque los límites de la normativa varían entre los distintos países, existe un acuerdo generalizado de que un control fiable de la turbidez es un elemento esencial durante la producción de agua potable.

La turbidez se puede medir con instrumentos en continuo, de sobremesa o de campo. La medición en continuo permite a los productores de agua potable controlar constantemente sus operaciones para garantizar que la producción funciona correctamente. Con frecuencia se usan instrumentos de sobremesa para laboratorio con el fin de documentar los procesos según la norma y poder verificar los resultados de los instrumentos de proceso. En ambas plataformas de instrumentos se debería dar la misma exactitud en los resultados. Asimismo, la medición óptima de la turbidez de proceso debe ser rápida. Una rápida respuesta garantiza una acción rápida ante una rotura del filtro o cualquier otro evento relacionado con la turbidez.

2. NUEVA TECNOLOGÍA

Hach ha desarrollado una nueva tecnología para la turbidez con el objeto de cumplir estos requisitos. Los turbidímetros de la serie TU5000 utilizan un sistema de medición de $360^\circ \times 90^\circ$ (Figura 1) para proporcionar las mediciones de turbidez más rápidas y exactas posibles. En lugar de medir la dispersión de un único haz de luz a 90° , los nuevos turbidímetros recopilan un conjunto de mediciones a 90° de los 360° alrededor de la cubeta de muestra. Recoger la luz dispersada en todo el círculo permite incrementar de manera significativa la relación señal-ruido (S/R), que supone el fundamento de una mayor precisión de la medición de la turbidez, especialmente en el extremo inferior del rango de medición.

FIGURA 1. Sistema de medición de $360^\circ \times 90^\circ$.



Al mismo tiempo, los turbidímetros de la serie TU5 emplean una cubeta de medición pequeña de 10 mL. Esta pequeña cubeta reduce el tiempo de permanencia de la muestra para los analizadores de proceso. Un menor tiempo de permanencia da como resultado un descenso significativo en el tiempo de detección de eventos, lo que elimina el retraso de algunos minutos en el tiempo de respuesta. Los sistemas de medición son los mismos tanto para el instrumento de proceso como para el de laboratorio. Este diseño maximiza la homogeneidad entre ambos instrumentos. Tanto los turbidímetros de proceso como los de laboratorio incorporan también un sistema RFID opcional para facilitar la trazabilidad fiable de las muestras y la comparación de datos.

3. TEST DE RESPUESTA

El turbidímetro de proceso TU5400 se ha probado frente al nefelómetro láser FT660 de extremada sensibilidad para medir el tiempo de respuesta de ambos instrumentos en un pico de turbidez como el que se podría dar durante un evento de rotura del filtro. En la Figura 2 se ilustra el rendimiento de estos dos turbidímetros de proceso en esta aplicación.

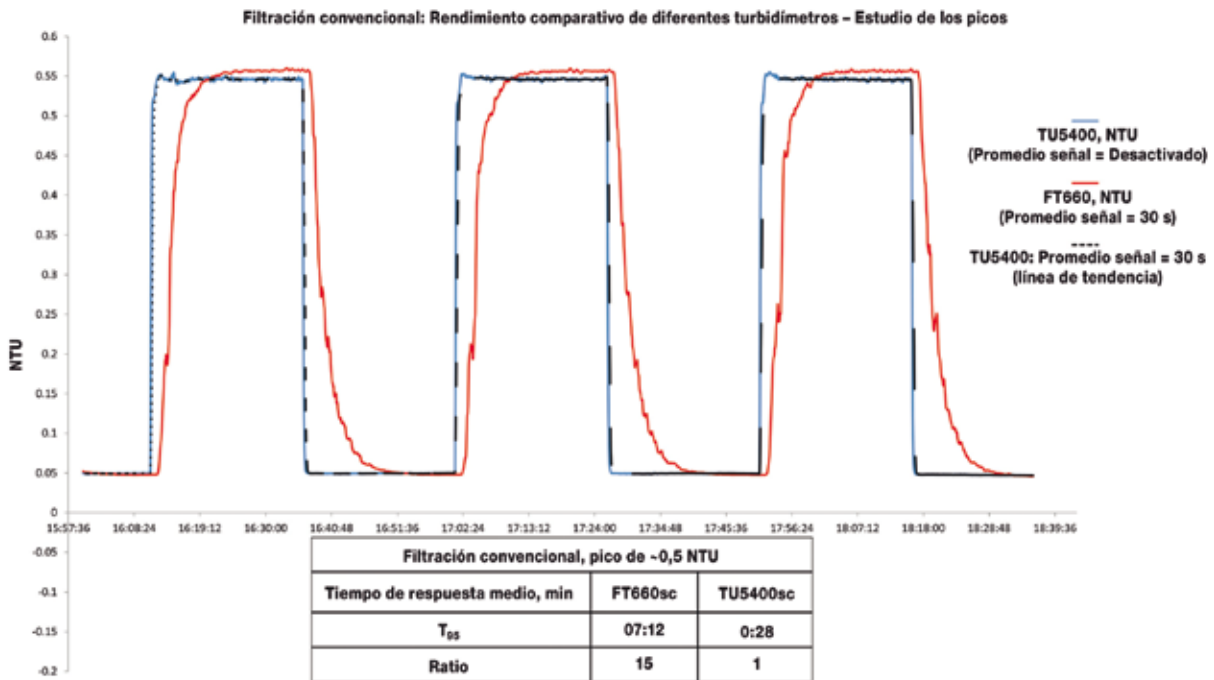
Se añadió una cantidad exacta de patrón de formicina al caudal de efluente del filtro en ambos instrumentos. Se controlaron muy de cerca las velocidades de caudal en los dos instrumentos. Los intervalos de registro de los datos se establecieron en 5 s.

El TU5400 alcanzó la altura máxima de pico a los 28 s y el FT660 la alcanzó gradualmente tras 7:12 min. Después de cada pico, el TU5400 también volvió al valor inicial con mucha más rapidez. El tiempo de respuesta tan reducido, 15 veces más rápido, permite a los operarios responder con mayor antelación a eventos de turbidez como la rotura del filtro.

4. TEST EN CAMPO

Se instalaron y probaron distintos turbidímetros de proceso TU5400 y TU5300 y de laboratorio TU5200 en cinco plantas de tratamiento de agua potable de Francia, Alemania y el Reino Unido. Cada planta empleó los nuevos instrumentos para controlar la turbidez en agua potable procesada de posfiltrado. Se tomaron mediciones en continuo simultáneamente con el TU5400 o el TU5300 y el analizador que se usaba en cada sitio en ese momento. Se midieron muestras manuales con el TU5200. Se realizaron calibraciones con los patrones de 20 y 600 NTU. Las cubetas se limpiaron manualmente con un cepillo especial.

FIGURA 2. Respuesta del TU5400 frente al FT660 al añadir 0,5 FNU de formacina.



Se realizaron tests para evaluar la capacidad de los nuevos instrumentos a la hora de afrontar varias de las áreas de mejora conocidas relacionadas con la medición de la turbidez. Concretamente, los tests se diseñaron para evaluar la homogeneidad entre las mediciones de proceso y las de laboratorio, la velocidad de respuesta y el tiempo de mantenimiento. Los instrumentos de

proceso y de laboratorio también utilizan un sistema de identificación de muestras RFID. Este sistema y el *software* de comparación de datos asociado también fueron evaluados.

En la **Figura 3** se muestra una instalación del TU5400 típica. El analizador TU5400 en continuo se instaló junto a un Hach Ultraturb plus sc existente. El caudal del TU5400 se controló con el regulador de caudal del instrumento y se monitorizó con un sensor de caudal inte-

FIGURA 3. SU5400 con instalación de SC200 en una planta de Alemania.

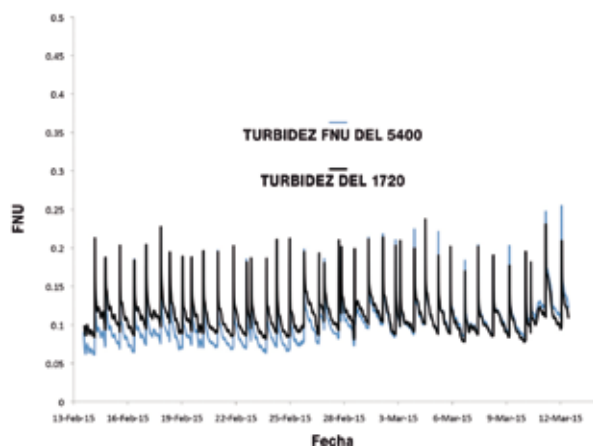


FIGURA 4. Instalación de TU5200 en una planta de tratamiento de agua potable de Francia.





FIGURA 5. Tendencia de datos de TU5400-1720E en una planta de tratamiento de agua potable del Reino Unido.



grado. El instrumento se montó atornillado al panel del instrumento y se realizaron instalaciones parecidas en cada planta. El TU5400 se controló con un controlador SC200 o un SC1000. Con el TU5200 se trabajó en el banco de laboratorio.

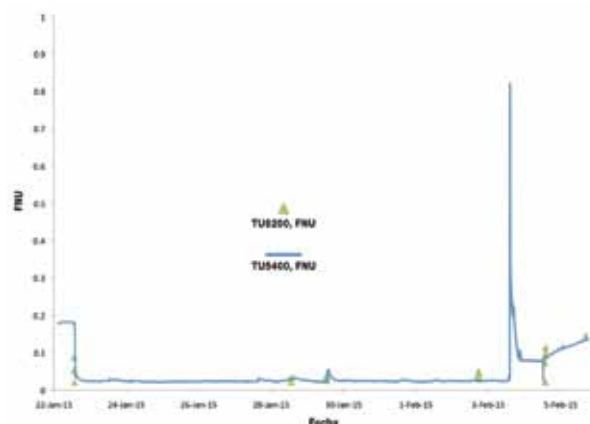
En la **Figura 4** se muestra el tamaño representativo del instrumento de sobremesa. En una comparación de los instrumentos de proceso se ilustra una excelente correspondencia entre el turbidímetro existente y el TU5400.

En la **Figura 5** se muestra una tendencia de datos mensual para el TU5400 y un turbidímetro Hach 1720E. Los eventos de turbidez se correspondían exactamente entre los instrumentos de proceso. Las diferencias entre los valores de turbidez de proceso se encontraban dentro de las especificaciones de exactitud de ambos instrumentos.

En una comparación de los datos de proceso del TU5400 con los datos de la muestra manual del TU5200 también se observó una excelente correspondencia. En la **Figura 6** se muestran datos de la muestra manual periódica con relación a la tendencia de datos de proceso. Los valores coincidían en los valores iniciales y durante los eventos de turbidez.

El sistema RFID de la muestra proporcionó los datos comparativos de proceso con los de laboratorio. Se escaneó una etiqueta RFID de la muestra en ambos instrumentos: en el TU5400, donde se obtuvo la muestra y, a continuación, en la unidad de sobremesa TU5200. El valor de proceso se cargó automáticamente en el instrumento de laboratorio y, tras la medición en el laboratorio, se compararon los valores en el *soft-*

FIGURA 6. Tendencia de datos de proceso frente a datos de laboratorio de TU5400-TU5200 en una planta de tratamiento de agua potable de Francia.



ware TU5200. Se generaron registros de datos con cada medición para facilitar el control de calidad. La herramienta de comparación de datos indicaba si se correspondían los valores y sugería la limpieza cuando la cubeta estaba sucia. La limpieza se llevó a cabo con un simple cepillo.

5. CONCLUSIONES

Los turbidímetros de la serie TU5000 mostraron significativos avances en la medición de la turbidez. El sistema de medición de $360^\circ \times 90^\circ$ genera una relación S/R extremadamente elevada, con lo que se mejora la precisión y la exactitud. También mejora sustancialmente la homogeneidad de los datos entre los instrumentos de proceso y los de laboratorio. Además, la trazabilidad y la comparación de estos datos se automatiza con la opción de RFID.

Los analizadores de proceso mostraron una respuesta a los eventos de turbidez significativamente más rápida. Con este novedoso sistema de 360° , la cubeta de 10 mL y la tecnología RFID, los turbidímetros Hach TU5000 ofrecen las mediciones de turbidez con mayor correspondencia, más sensibles y rápidas que hay disponibles.

Bibliografía

- [1] Directiva de la UE sobre calidad del agua potable (1998). Directiva 98/83/CE del Consejo de 3 de noviembre de 1998 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano. OJ L330.
- [2] Environmental Protection Agency (2009). National Primary Drinking Water Regulations (Reglamentos nacionales primarios de agua potable). Publicación de la EPA, núm. 816-F-09-004, Rockville, MD.
- [3] Organización Mundial de la Salud (2011). Guías para la calidad del agua potable. 4ª edición, Ginebra (Suiza).