

 <b>UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS</b>	<b>PROCESO DE GESTIÓN DE APOYO A LA ACADEMIA</b>			
	<b>INSTRUCTIVO PARA DETERMINAR TURBIEDAD EN AGUAS</b>			
	<b>Código:</b> IN-GAA-119	<b>Versión:</b> 04	<b>Fecha de aprobación:</b> 03/08/2022	<b>Página:</b> 1 de 4

## 1. Objeto

Determinar la turbiedad de una muestra de agua para relacionarla con su contenido de sólidos suspendidos, según la norma SM 2130B, asegurando la entrega oportuna de resultados confiables a nuestros clientes y su satisfacción en la prestación del servicio.

## 2. Alcance

Este instructivo aplica para la determinación de turbiedad en muestras de aguas residuales no domésticas, aguas residuales domésticas, aguas subterráneas y aguas superficiales. La metodología desarrollada comprende desde la toma de muestra hasta el respectivo análisis por el método nefelométrico y lectura directa en el turbidímetro.

## 3. Referencias Normativas

- American Public Health Association, American Water Works Association & Water Environment Federation. STANDARD METHODS: For the Examination of Water and Wastewater, 23<sup>RD</sup> Edition, American Public Health Association 800 I Street, NW. Washington D.C., 2017. ISBN 978-087553-287-5.
- Basic User Manual. Turbidimeter TL2300 HACH.
- Instructivo para determinar turbiedad en aguas. Gestión de Tecnología de Negocio. Centro de Innovación y Tecnología. Departamento de Servicio Técnico de Laboratorio de Transporte y Transversales. Laboratorio de Aguas y Suelos. Instituto Colombiano de Petróleo.

## 4. Definiciones

- **Analito:** especie química que se analiza.
- **Blanco:** agua reactiva o matriz equivalente que no contiene, por adición deliberada, la presencia de ningún analito o sustancia por determinar, pero que contiene los mismos disolventes, reactivos y se somete al mismo procedimiento analítico que la muestra problema.
- **Calibración:** proceso mediante el cual se establece la relación entre la indicación de un instrumento o sistema y el valor establecido para un patrón de medición.
- **Celda:** recipiente recomendado por la US EPA (The United States Environmental Protection Agency) para ser usado en la calibración del turbidímetro y/o medición de la muestra.
- **Material de referencia certificado:** material de referencia acompañado de un certificado, en el que una o más de sus propiedades está certificada por un procedimiento que establece trazabilidad a una realización exacta de la unidad en la que se expresa dicha propiedad, y para el que cada valor certificado está asociado a una incertidumbre con un nivel de confianza determinado.
- **Muestra:** parte representativa de la materia objeto del análisis.
- **Nefelómetro:** turbidímetro TL2300 HACH.
- **NIST:** Instituto Nacional para Estándares y Tecnología.
- **NTU:** Unidad Nefelométrica de Turbiedad.
- **Patrón:** medida materializada, instrumento de medición, material de referencia o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o más valores de una magnitud para servir de referencia.
- **SM:** Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater.
- **Solución de referencia:** solución preparada a partir de un reactivo grado analítico que contiene el analito a determinar. Solo deben ser empleados para realizar calibraciones y blanco fortificado, ya que no se encuentran presentes los componentes de la matriz que acompañan al analito en las muestras.

## 5. Condiciones Generales

La turbiedad del agua es causada por la materia suspendida, como limos, sedimentos, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, compuestos orgánicos coloreados solubles y algunos microorganismos. La turbiedad es una expresión de una propiedad óptica que causa que la luz sea dispersada, más que

 <b>UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS</b>	<b>PROCESO DE GESTIÓN DE APOYO A LA ACADEMIA</b>			
	<b>INSTRUCTIVO PARA DETERMINAR TURBIEDAD EN AGUAS</b>			
	<b>Código:</b> IN-GAA-119	<b>Versión:</b> 04	<b>Fecha de aprobación:</b> 03/08/2022	<b>Página:</b> 2 de 4

transmitida en línea recta a través de la muestra. La correlación de la turbiedad con la concentración en peso de la materia suspendida es difícil, ya que el tamaño, forma y el índice de refracción de las partículas también afectan sus propiedades de dispersión de la luz. Partículas de color negro, pueden absorber luz e incrementar las lecturas de turbidez.

### 5.1 Método nefelométrico

Este método está basado en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por la muestra bajo condiciones definidas, con la intensidad de la luz dispersada por una suspensión estándar. Una alta intensidad de luz dispersada implica una alta turbiedad.

El polímero de formazina, es usado como una suspensión de referencia estándar, este es fácil de preparar y es reproducible en sus propiedades de dispersión de la luz. La turbiedad de una concentración específica de formazina en suspensión es definida como 4000 NTU.

### 5.2 Interferencias del método

La turbiedad puede ser determinada para cualquier agua que esté libre de residuos y sedimentos gruesos rápidamente precipitables.

El material de vidrio sucio, la presencia de burbujas de aire y los efectos de vibraciones que modifiquen la superficie de la muestra, originan también falsos resultados.

El color natural o el color del agua debido a las sustancias disueltas que absorben luz, causa medidas de turbiedades bajas, este efecto no es significativo en el caso de agua tratada.

Concentraciones significativas de sustancias que absorben la luz, tales como carbón activado, causan interferencia negativa.

### 5.3 Muestreo, preservación y almacenamiento

Tomar muestras representativas siguiendo las instrucciones dadas en el SM 1060. La muestra puede ser recolectada en recipiente de vidrio o plástico y puede ser puntual o compuesta, se recomienda analizar tan pronto sea posible o antes de las 48 horas siguientes a la toma de muestra.

En caso de no ser posible el análisis inmediatamente, refrigerar para minimizar la descomposición microbiana de los sólidos. Antes del análisis agitar vigorosamente la muestra para asegurar una medida representativa. Analizar la muestra cuando esta se encuentre a temperatura del laboratorio.

Para lograr mejores resultados, la medición de la turbiedad se debe hacer sin alterar las condiciones de la muestra original (tales como pH o temperatura).

### 5.4 Reactivos, materiales y equipos

#### 5.4.1 Reactivos

- Agua libre de turbiedad: agua tipo II y/o destilada filtrada por membrana de 0.1 µm.
- Suspensión estándar de turbiedad: stock de formazina de 4000 NTU.
- Solución stock de referencia de 4000 NTU. Si no se dispone de la solución estándar, prepararla a partir de reactivos grado analítico, como se indica:
  - Solución I: disolver 0.5 g de sulfato de hidrazina (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en agua tipo II y/o destilada y diluir a 50 mL. Precaución: el sulfato de hidrazina es cancerígeno, por lo tanto, se deben utilizar elementos de protección personal; evitar la inhalación, ingestión y el contacto con la piel.

 <b>UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS</b>	<b>PROCESO DE GESTIÓN DE APOYO A LA ACADEMIA</b>			
	<b>INSTRUCTIVO PARA DETERMINAR TURBIEDAD EN AGUAS</b>			
	<b>Código:</b> IN-GAA-119	<b>Versión:</b> 04	<b>Fecha de aprobación:</b> 03/08/2022	<b>Página:</b> 3 de 4

- Solución II: disolver 5.0 g de hexametilentetramina (CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub>N<sub>4</sub> en agua tipo II y/o destilada y diluir a 50mL.
- Mezclar 50 mL de la solución I y 50 mL de la solución II, dejar en reposo por 24 horas a 25°C ± 3°C, la turbiedad de esta suspensión es de 4000 NTU. Guardar la suspensión en recipiente ámbar, u otra botella que proteja de la luz UV y almacenar. Esta solución es estable por un año cuando se almacena adecuadamente.

**Nota 1:** en caso de no disponer de las soluciones estándares para la calibración del equipo, de conformidad con lo requerido por el fabricante del equipo, se pueden preparar soluciones de referencia a partir de reactivos grado analítico.

#### 5.4.2 Materiales

- Pipetas volumétricas de 1, 10 y 25 mL.
- Balones aforados de 50, 100 y 500 mL.

#### 5.4.3 Equipos

- Turbidímetro TL2300 HACH (Ver manual de instrucciones del equipo disponible en el laboratorio)
- Celdas para el turbidímetro.

**Limpieza de las celdas:** lavar a fondo con jabón extrán por dentro y por fuera, seguido de enjuagues múltiples con agua destilada; dejar que las celdas se sequen. Manipule las celdas solo por la parte superior para evitar la suciedad y las huellas dactilares dentro del paso del haz de luz. Las celdas pueden estar recubiertas en el exterior con una capa delgada de aceite de silicona para enmascarar imperfecciones y rasguños que pueden contribuir a la luz dispersa. Utilizar aceite de silicona con el mismo vidrio de refracción, evitando el exceso porque puede atraer la suciedad y rayar el compartimiento de muestra del instrumento. Se debe usar un paño suave y sin pelusas. La celda debe parecer casi seca, con ningún aceite visible.

Debido a que las pequeñas diferencias entre las celdas de la muestra tienen un impacto significativo en la medición, use pares de celdas iguales o la misma celda para la estandarización y la medición de la muestra.

## 6. Contenido

### 6.1 Calibración del turbidímetro TL2300 HACH

- Encender el turbidímetro TL2300 HACH. El instrumento está listo para la calibración 60 minutos después de encenderse.
- Calibrar el turbidímetro con los estándares suministrados por el fabricante. (ver Manual del equipo y especificaciones de operación del equipo).
- Calibrar el turbidímetro al menos cada 3 meses.

**Nota 2:** verificar la calibración del equipo cuando se trabaja por periodos largos

### 6.2 Cálculos

Calcular la turbiedad según la siguiente fórmula:

$$\text{Turbiedad (NTU)} = A \times \text{FD}$$

Dónde:

NTU= Unidades Nefelométricas de Turbiedad  
A= Turbiedad medida en la muestra diluida,  
en NTU FD= Factor de Dilución

### 6.3 Control de Calidad

Llevar a cabo el control de calidad según la norma SM 2130B:

 <b>UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS</b>	<b>PROCESO DE GESTIÓN DE APOYO A LA ACADEMIA</b>			
	<b>INSTRUCTIVO PARA DETERMINAR TURBIEDAD EN AGUAS</b>			
	<b>Código:</b> IN-GAA-119	<b>Versión:</b> 04	<b>Fecha de aprobación:</b> 03/08/2022	<b>Página:</b> 4 de 4

- Monitoreo continuo de la calibración: calibre el instrumento de acuerdo con las instrucciones del fabricante con el estándar primario de formazina o el estándar secundario apropiado.
- Chequee de la calibración con un estándar de control: analizar una solución de referencia o un patrón estándar primario de concentración definida para chequeo y control.
- Determinación de la Mínima Concentración Detectable una vez al año.
- Verificación de la Mínima Concentración Cuantificable (Mínimo Nivel de Reporte) una vez al año.

Evaluar estos controles de calidad según lo estipulado en el instructivo “Aseguramiento de la validez de los resultados”.

#### 6.4 Incertidumbre

La estimación de la incertidumbre para el análisis de análisis de turbiedad en aguas fue desarrollada de acuerdo con el instructivo general “Estimación de incertidumbre”.

#### 6.5 Reporte de resultados

Una vez realizados los cálculos y la revisión, para asegurar la calidad y confiabilidad de los mismos, el valor obtenido debe ser reportado, teniendo en cuenta el instructivo general “Manejo de cifras significativas”.

Si durante la ejecución del análisis se presenta una situación anómala y/o se tiene información relevante que facilite la interpretación del resultado, se debe realizar la nota aclaratoria en el sistema y en la bitácora de análisis.

#### 7. Flujograma

No aplica.

#### 8. Documentos de Referencia

- Bitácora del análisis
- Formato de uso de equipo
- Carta de control

#### 9. Historial de cambios.

<b>Versión</b>	<b>Fecha</b>	<b>Cambios</b>	<b>Elaboró / Modificó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
01	22/02/2019	Documento Nuevo	Laura Estupiñán. <i>Prof. de Calidad.</i>		Marco A. Torres <i>Director ICAOC</i>
02	13/03/2019	Correcciones de redacción.	Mario Gutiérrez <i>Prof. de Calidad</i>	Karen Mendoza <i>Responsable unidad</i>	Mario Gutiérrez <i>Prof. de Calidad</i>
03	13/08/2021	Ajuste de referencia de equipo y de redacción	Laurentino Matta <i>Analista Lab.</i>	Joan Patiño <i>Responsable unidad</i>	Juan M Trujillo <i>Director CCA</i>
04	03/08/2022	Ajuste del alcance y de la nomenclatura del blanco fortificado	Eliana Quiñones <i>Asistente lab.</i>	Karen Mendoza <i>Prof. Calidad CCA</i>	Juan M Trujillo <i>Director CCA</i>