



SERVICIUDAD E.S.P.	Código STLABIN-09	Versión 01
Instructivo de Color SM:2120 A-C	Página 1 de 10	

1. OBJETIVO

Establecer el instructivo para la determinación de color en muestras de agua cruda y tratada en los laboratorios de las plantas de tratamiento de agua de Serviciudad ESP.

2. ALCANCE Y RESPONSABLES

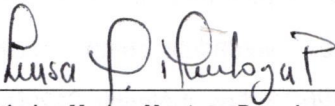
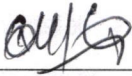
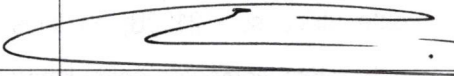
Este instructivo aplica para muestras de agua cruda y tratada de los Laboratorios de Agua de las Plantas de Tratamiento de Serviciudad ESP.

La administración y control de este documento es responsabilidad del Técnico de Calidad de Agua. Los ajustes del documento que surjan en el camino serán llevados a cabo por los laboratoristas químicos de agua, bajo la revisión del profesional de la planta de tratamiento. La ejecución de los ensayos será responsabilidad de los Laboratoristas Químicos de agua.

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES (No aplica)

4. GENERALIDADES

El color en las aguas superficiales y subterráneas resulta principalmente de la presencia de materia orgánica natural, particularmente materia húmica acuática. La materia húmica se compone de ácidos húmicos y fúlvicos; ambos causan un color amarillo-marrón. Los ácidos húmicos dan un color más

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
		
Luisa Marina Montoya Posada Técnico de Calidad de agua	Genny Marcela Hurtado Giraldo Profesional Planta de Tratamiento	Eduardo Andrés Brand Ruíz Subgerente Técnico y Operativo
Fecha: 2024-01-20	Fecha: 2024-01-25	Fecha: 2024-01-27



SERVICIUDAD E.S.P.	Código STLABIN-09	Versión 01
Instructivo de Color SM:2120 A-C	Página 2 de 10	

intenso, y la presencia de hierro intensifica el color a través de la formación de humatos férricos solubles. Las partículas suspendidas, especialmente partículas de tamaño coloidal, tales como arcillas, algas, hierro y óxidos de manganeso, darán paso a una aparición del color; que deben ser retirados antes de la medición. Las aguas residuales industriales pueden contener ligninas, taninos, colorantes y otros químicos orgánicos e inorgánicos que causan color. Materiales húmicos y el color causado por estos materiales se eliminan de los suministros de agua potable por razones estéticas y de salud porque son precursores en la formación de subproductos de infección. El color también se elimina para que el agua sea adecuada para aplicaciones industriales. Las aguas residuales industriales coloreadas pueden requerir la eliminación del color antes de descargarlas en los cursos de agua.

El término "color" se usa aquí para referirse al color verdadero, es decir, el color del agua de la que se ha eliminado la turbidez. Las partículas suspendidas coloidales y más grandes dispersan la luz interfiriendo con la determinación de las mediciones de color verdadero en el método 2120B y en el procedimiento espectrofotométrico del método 2120 C-F. El término "color aparente" incluye no solo el color debido a sustancias en solución, sino también a la materia en suspensión. El color aparente se determina sin filtración. En algunas aguas crudas y residuales, el color aparente es aportado principalmente por el material coloidal o en suspensión.

4.1. SELECCIÓN DEL MÉTODO

El método 2120B y C son aplicables a la medición del color causada principalmente por la materia orgánica natural. Las mediciones se aplican a todas las aguas superficiales y subterráneas; aguas residuales, tanto domésticas como industriales; y especialmente aguas potables. Si bien todos los métodos (2120B-F) son adecuados para mediciones de color verdadero, para mediciones de color aparente utilice solo 2120B; en tales casos, determine tanto el color verdadero como el color aparente. Para comparar entre laboratorios, calibre 2120B con 2120C. Los métodos 2120D-F permiten medir el color de cualquier sustancia química disuelta que dé la apariencia de color en el rango de longitud de onda de la luz visible. Son especialmente aplicables a aguas coloreadas y



SERVICIUDAD E.S.P.	Código STLABIN-09	Versión 01
Instructivo de Color SM:2120 A-C	Página 3 de 10	

aguas residuales que tienen características de color diferentes, pero no excluyentes, de los estándares de platinum-cobalto.

El método que se seleccionó para la determinación de color en el laboratorio de calidad de la planta de villa santana es el SM: 2120 C Método espectrofotométrico de longitud de onda única debido a condiciones de operación y equipo.

4.2. TOMA, PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Recoger muestras en botellas de vidrio ámbar lavado con ácido o botellas de plástico cubiertas para mantener fuera la luz. Enjuague las botellas una vez con la muestra antes de llenar la botella con la muestra. Tome una muestra de al menos 100 mL. Analizar la muestra dentro de 24 h de la recolección. Mantenga las muestras refrigeradas $\leq 6^{\circ}\text{C}$ hasta el análisis y llevar a temperatura ambiente antes de la medición.

4.3. PRINCIPIO DEL MÉTODO

El color se determina espectrofotométricamente a una longitud de onda entre 450 y 465 nm, con soluciones de platino-cobalto como patrones. El color verdadero de las muestras reales y los estándares de platino-cobalto siguen la Ley de Beer.

4.4. INTERFERENCIAS

La principal interferencia es de la presencia de partículas coloidales y suspendidas que absorben o dispersan la luz en la longitud de onda del método espectrofotométrico. Mientras que en Método de comparación visual se pueden realizar la medición de color sin eliminar partículas, siempre que se indiquen como "UC aparente", el método de longitud de onda única requiere la eliminación de partículas antes de determinar el color.

La absorbancia ligera de la materia orgánica depende del pH; sin embargo, la variación en la absorbancia es pequeña para el rango de pH de la mayoría de las aguas. Debido a que las



SERVICIUDAD E.S.P.	Código STLABIN-09	Versión 01
Instructivo de Color SM:2120 A-C	Página 4 de 10	

mediciones de color se realizan por razones estéticas, preferiblemente no ajuste el pH de la muestra siempre que esté entre 4,00 y 10,00. Si el pH está ajustado, ajústelo a 7,00 y observe. Además, el pH puede afectar la solubilidad de las sustancias, que pueden interferir con la medición del color si se forman partículas.

4.5. DETECCIÓN DEL MÉTODO

El color mínimo detectable depende de la longitud onda de la celda. Elija un tamaño de celda que proporcione una absorbancia dentro del rango que resulte en una buena precisión y linealidad de respuesta. Este rango depende de la calidad del espectrofotómetro. Si se usa una celda de 50 mm en el rango de longitud de onda de 450 a 465 nm, entonces una absorbancia de 0.005 produce un color mínimo detectable de 1 UC. Con los espectrofotómetros más nuevos, se puede obtener un nivel de detección de método de 2 CU con una longitud de trayectoria de 25 mm. Diluya las muestras con alto color para que queden dentro del rango de la curva estándar. Las lecturas de la absorción deben estar dentro del rango de 0.005 a 0.8.

4.6. CONTROLES DE CALIDAD

Verificación de la calibración: Verifique la calibración analizando periódicamente un patrón de calibración de segunda fuente y un blanco de calibración durante la ejecución del ensayo, después de cada lote de diez muestras y al final de la ejecución. El analito o la concentración del parámetro del estándar de verificación de calibración se debe variar en el rango de calibración para determinar la respuesta del detector (15, 30 y 100).

Para que la verificación de calibración sea válida, compruebe que los resultados estándar no superen el $\pm 2\sigma$ y $\pm 3\sigma$, y los resultados del blanco de calibración no deben ser mayores que la mitad del nivel de reporte. Se debe registrar el valor en el formato STLABFO-016 Gráficos de control, verificando los límites de alerta establecidos.



SERVICIUDAD E.S.P.	Código STLABIN-09	Versión 01
Instructivo de Color SM:2120 A-C	Página 5 de 10	

Límite de Detección del Método: Antes de analizar las muestras, determinar el nivel de detección del método (MDL). Determine el nivel de detección del método (MDL) al menos una vez al año.

Como punto de partida para la selección de la concentración a utilizar a la hora de determinar el nivel de detección del método (MDL), utilice una estimación de cinco veces la estimación de cierto nivel de detección.

Preparar y analizar por lo menos siete porciones de esta solución durante un período de 3 días para asegurarse de que el nivel de detección del método (MDL) es más representativo en las mediciones rutinarias que se realizan en el laboratorio. Al repetir las mediciones deben estar en el rango de uno a cinco veces el número estimado del nivel de detección del método (MDL).

Muestra de control de calidad (QCS): Analice una muestra de control de calidad (QCS) ciega (concentración desconocida) generada de manera externa al menos una vez al año (preferiblemente semestral o trimestralmente). Obtenga esta muestra de una fuente externa al laboratorio y compare los resultados con los resultados de aceptación de ese laboratorio. Si los resultados de la prueba no pasan los criterios de aceptación, investigue por qué, tome acción correctiva, y analizar un nuevo QCS. Repita este proceso hasta que los resultados cumplan con los criterios de aceptación.

Como criterio de aceptación se emplea el valor de desempeño del z-score de ± 2 , se evalúan los resultados obtenidos durante las participaciones para evaluar la tendencia de los datos.

Duplicado: Se deberán leer todas las muestras por duplicado. Promediar el resultado y calcular el %RPD.

Precisión: Se debe evaluar periódicamente que el instrumento tenga la capacidad de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones o de dar el resultado deseado con exactitud.



SERVICIUDAD E.S.P.	Código STLABIN-09	Versión 01
Instructivo de Color SM:2120 A-C	Página 6 de 10	

4.7. SEGURIDAD LABORAL

Utilizar los implementos de seguridad, de acuerdo con lo señalado en el Manual de Higiene y Seguridad Laboral STMH-01 (Bata, pantalón, zapatos antideslizantes, gafas de seguridad, máscara con filtro mixto de vapores ácidos y orgánicos, guantes de caucho) de acuerdo a la actividad realizada. Se realiza recolección de residuos en recipiente plástico y se rotula para recolección y disposición final con empresa externa.

4.8. EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

4.8.1. EQUIPOS

Espectrofotómetro: Elija una longitud de onda entre 450 y 465 nm. Utilice celdas de vidrio combinadas que proporcionen una trayectoria de luz de al menos de 25 mm. Se pueden usar celdas con longitudes de recorrido de 40, 50 o 100 mm. La Ley de Beer permite flexibilidad en la selección de la longitud de la celda.

Sistema de filtración

4.8.2. REACTIVOS

Agua libre de orgánicos: agua de reactivo de tipo I o agua equivalente. Debe ser usada para todas las preparaciones estándar y otros procedimientos.

- Cloroplatinato de potasio (K_2PtCl_6), grado analítico.
- Cloruro cobaltoso ($CoCl_2 \cdot 6H_2O$), grado analítico.
- Ácido clorhídrico (HCl), grado analítico.
- Hidróxido de sodio (NaOH), grado analítico.

Solución Madre de 500 UC a partir del sólido: Disolver 1,246 g de hexacloroplatino* (IV) de potasio y 1,00 g de cloruro de cobalto alto en agua con 100 ml de HCl y diluir en 1000 ml. Esta



SERVICIUDAD E.S.P.	Código STLABIN-09	Versión 01
	Página 7 de 10	

solución de stock tiene un color de 500 unidades de color (UC). Los estándares de platino y cobalto de 500 UC están disponibles comercialmente y son adecuados para su uso como estándar principal.

Curvas de Calibración: A partir de la solución de 500 UC, prepare estándares que tengan UC de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 y 100 mediante la dilución con agua destilada de 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 8.0, 10.0, y 20.0 mL de color de stock estándar completando a 100 mL como se muestra en la tabla 1. Transfiera a tubos Nessler o a un recipiente limpio para su uso como estándares. Proteja los estándares contra la evaporación y la contaminación cuando no esté en uso. Mantener en la oscuridad cuando no esté en uso, y mantener sólo durante 1 mes.

Tabla 1. Estándares para la curva de calibración

Estándar No.	Volumen del estándar de 500 UC (mL)	Volumen Final (mL)	Concentración Final en UC
1	1	100	5
2	2		10
3	3		15
4	4		20
5	5		25
6	6		30
7	8		40
8	10		50
9	20		100

Estándar de 15 UC: Tomar 2 mL de la solución de color de 500 UC y aforar con agua destilada a 100 mL. Prepare esta solución cada mes.

Si se usa un estándar primario de 15 UC en solución sirva 10 mL de la muestra en la celda y lea en la curva de calibración.

4.8.3. MATERIALES

- Beakers
- Pipetas volumétricas



SERVICIUDAD E.S.P.	Código STLABIN-09	Versión 01
Instructivo de Color SM:2120 A-C	Página 8 de 10	

- Celdas de vidrio de 10 mL

5. DESARROLLO

5.1. PREPARACIÓN CURVA DE CALIBRACIÓN

Deje que el espectrofotómetro se caliente de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Elija una longitud de onda entre 450 y 465 nm para desarrollar la curva estándar; una buena opción es 456 nm. La absorbancia de Pt-Co tiene una absorción máxima amplia dentro de este rango de longitud de onda. Utilice celdas espectrofotométricas coincidentes. Llene una celda con agua para poner en cero el equipo. Lea la absorbancia para cada estándar de color y prepare una curva estándar de UC frente a la absorbancia.

Las curvas de color preprogramadas están disponibles con algunos fotómetros. Las curvas se pueden verificar mediante el uso de los estándares.

5.2. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Compruebe el pH de la muestra. Si está fuera del rango de 4 a 10, preferiblemente ajustar la muestra a pH 7 y anotar el ajuste.

Si se desea medir el color verdadero, lave el filtro de membrana y el conjunto del filtro pasando al menos 50 ml de agua a través del filtro. Filtrar aproximadamente 25 ml de muestra y desechar el filtrado. Filtre una porción adicional de unos 50 ml a través del mismo filtro y retenga para el análisis. Filtrar siempre la muestra.

5.3. MEDICIÓN DE LAS MUESTRAS

Dejar que el espectrofotómetro se caliente de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Establezca la longitud de onda en el mismo ajuste utilizado para desarrollar la curva estándar; asegúrese de que la longitud de la ruta de celda es la misma que la utilizada para la curva estándar. Llene una celda del espectrofotómetro con agua destilada y lleve a cero el instrumento. Enjuague la



SERVICIUDAD E.S.P.	Código STLABIN-09	Versión 01
Instructivo de Color SM:2120 A-C	Página 9 de 10	

otra celda con la muestra y luego deposítela. Coloque la celda en el espectrofotómetro y lea la absorbancia. Repita el proceso para las muestras restantes. Determine el color de la muestra utilizando lecturas de absorbancia y curva estándar que relaciona la absorbancia y las unidades de color (UC). Para espectrofotómetros con curvas de calibración preprogramadas para color, instrumento cero y tomar medidas de muestra de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

5.4. CÁLCULOS Y EXPRESION RESULTADOS

Calcule las unidades de color (UC) por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Color (UC)} = \frac{A \times 50}{B}$$

Dónde:

A = color estimado de una muestra diluida

B = Son los mililitros de muestra tomada para la dilución

Las unidades correctas para el color verdadero son unidades de color (UC). Una UC es equivalente a una unidad Hazen y a una unidad Pt-Co. Si las muestras no son filtradas, los datos del informe se reportan como unidades de color aparente. Reportar el color con números enteros de la siguiente manera:

Tabla 2. Registro de resultados

Unidades de color (UC)	Registrar el valor más cercano
1-50	1
51-100	5
101-250	10
251-500	20

Reporte con el resultado el valor de pH en la muestra.

Registre el valor obtenido de la muestra en el formato de registro de operación diaria STFO-039 y en formato de Registro de Resultados Primarios STLABFO-029 con versión vigente.



SERVICIUDAD E.S.P.	Código STLABIN-09	Versión 01
Instructivo de Color SM:2120 A-C	Página 10 de 10	

6. REGISTRO

STFO-039 "Registro de Operaciones Diarias"

STLABFO-016 "Gráficos de control"

STLABFO-029 "Registro de Resultados Primarios"

7. ANEXOS

7.1. REFERENCIAS

- Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. Version vigente. Washington, DC.
- NTC-ISO/IEC 17025 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.