

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	1/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
M.I. Alba Beatriz Vázquez González M.E. Natasha Carime Villaseñor Hernández M.I. José Luis Sánchez Galarza Esp. Mario Alberto Arellano Ceciliano Esp. Marco Antonio Luque García Esp. Bruno Rufino Hernández	M.E. Natasha Carime Villaseñor Hernández M.I. José Luis Sánchez Galarza M.I. Alba Beatriz Vázquez González	Dr. Enrique César Valdez	10 de febrero de 2023

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	2/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Índice de Prácticas

		Página
Práctica # 1	Características físicas y químicas	3
Práctica # 2	Características microbiológicas	20
Práctica # 3	Procesos de Coagulación-Floculación	28

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	3/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 01

Características físicas y químicas



Tomado de: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTg6VBNYgkcjg_1kP1B6Eot0rkYbRankXxFLg&usqp=CAU
 Tomado de https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSE6Jj_pgSOaHQekLTXNIemz3GbDgaML_KWxg&usqp=CAU

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	4/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Espectrofotómetro	Tensión eléctrica

Equipo de protección personal, que deberá traer cada uno de los alumnos



2. Objetivos de aprendizaje

- a) Determinar los valores de pH, color y turbiedad para las muestras de agua proporcionadas por los alumnos.
- b) Determinar las concentraciones de algunos constituyentes químicos (hierro, cobre y cloro libre entre otros) de cada una de las muestras de agua.
- c) Determinar si los valores obtenidos en cada una de las muestras se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos por la normativa vigente a la fecha de la ejecución de la práctica, relativa al agua para uso y consumo humano (NOM-127-SSA1-2021).

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	5/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3. Introducción

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades relacionadas con el agua, para lo cual se requiere establecer y mantener actualizados los límites permisibles en cuanto a sus características físicas, químicas, microbiológicas, y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua que se entrega al consumidor por los sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados.

Color

Las causas más comunes del color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución; el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, plancton, etc., en diferentes estados de descomposición, y la presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales. El color natural en el agua existe principalmente por efecto de partículas coloidales cargadas negativamente; debido a esto, su remoción puede lograrse con ayuda de un coagulante de una sal de ion metálico trivalente como el Al^{+3} o el Fe^{+2}

Dos tipos de color se reconocen en el agua: el *verdadero*, o sea el color de la muestra una vez que su turbiedad ha sido removida, y el *aparente* que incluye no solamente el color de las sustancias en solución y coloidales sino también el debido al material suspendido. El color aparente se determina sobre la muestra original sin filtración o centrifugación previa.

En general, el término color se refiere al verdadero del agua y se acostumbra a medirlo en conjunto con el pH, pues la intensidad del color depende del pH. Normalmente el color aumenta con el pH.

La unidad de color es el color producido por un mg/l de Platino, en la forma de ion cloro-platinato; y se denominan *unidades de color* en la escala Platino-Cobalto (UC Pt-Co). La determinación del color se hace por comparación visual de la muestra con soluciones de concentración de color conocida o con discos de vidrio de colores adecuadamente calibrados. Antes de determinar el color verdadero es necesario remover la turbiedad; para ello, el método recomendado es la centrifugación de la muestra.

Una vez centrifugada la muestra, se determina su color por la comparación con una serie de estándares de color preparados a partir de una solución K_2PtCl_6 , la cual contiene 500 mg/l de Pt y 250 mg/l de cobalto para darle una tonalidad adecuada.

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	6/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Turbiedad

La turbidez o turbiedad es la expresión de la propiedad óptica de una muestra de agua que causa que los rayos de luz sean dispersados y absorbidos en lugar de ser transmitidos en línea recta a través de la muestra.

La turbiedad en el agua puede ser causada por la presencia de partículas suspendidas y disueltas de gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos, con un ámbito de tamaños desde el coloidal hasta partículas macroscópicas, dependiendo del grado de turbulencia. En lagos la turbiedad es debida a dispersiones extremadamente finas y coloidales, en los ríos, es debido a dispersiones normales. La eliminación de la turbiedad se lleva a cabo mediante procesos de coagulación, sedimentación y filtración.

La turbiedad, es un parámetro de calidad del agua útil para determinar el tipo de potabilización requerida, ya que comúnmente la turbiedad se utiliza para cuantificar la eficiencia en el proceso de coagulación – floculación.

La determinación de la turbiedad del agua debe realizarse el mismo día que fue muestreada. Si esto no es posible, las muestras se pueden conservar en la oscuridad hasta por 24 horas, refrigeradas a 4 °C. Para tiempos de almacenamientos más prolongados, la muestra se puede preservar con la adición de 1 g de cloruro mercuríco por litro (no es recomendable).

La turbiedad es de importante consideración en las aguas para abastecimiento público por tres razones:

Estética: Cualquier turbiedad en el agua para beber, produce en el consumidor un rechazo inmediato y pocos deseos de consumirla y utilizarla en sus alimentos.

Filtrabilidad: La filtración del agua se vuelve más difícil y aumenta su costo al aumentar la turbiedad.

Desinfección: Un valor alto de la turbiedad, es una indicación de la probable presencia de materia orgánica y microorganismos que van a aumentar la cantidad de cloro u ozono que se utilizan para la desinfección de las aguas para abastecimiento de agua potable.

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	7/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

La unidad de turbiedad fue definida como “la obstrucción óptica de la luz, causada por una parte por millón de sílice en agua destilada”,

$$1 \text{ unidad de turbiedad nefelométrica (UTN)} = 7.5 \text{ ppm de SiO}_2$$

Actualmente, la unidad utilizada es la UTN, unidad de turbiedad nefelométrica y que equivale a:

$$1 \text{ UTN} = 1 \text{ ppm de formazina estándar}$$

La turbiedad es una expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua; en otras palabras, la turbiedad es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz no sea transmitida.

La turbiedad en el agua puede ser causada por una gran variedad de materias en suspensión, que varían en tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otros; arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos, microorganismos, etc.

La figura 1.1 muestra la clasificación de las partículas de acuerdo con su tamaño.



Figura 1.1. Clasificación de las partículas
 Fuente: Modificado de Peavy y Tchobanoglous

Algunos de los instrumentos que miden la turbiedad dependen de comparaciones visuales, otros utilizan una celda fotoeléctrica que mide la luz dispersada a 90° de la trayectoria del rayo de luz en la muestra (nefelometría). Dichos aparatos son los que actualmente se están usando, por su mayor precisión.

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	8/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Los valores de turbiedad pueden variar desde cero hasta varios miles de unidades en aguas altamente turbias, consecuentemente no hay un método de determinaciones que abarque tan amplio intervalo.

Actualmente el método más usado para determinar la turbiedad es el método nefelométrico en el cual se mide la turbiedad mediante un nefelómetro y se expresan los resultados en unidades de turbiedad nefelométricas, UTN. Con este método se compara la intensidad de luz dispersada por la muestra con la intensidad de luz dispersada por una suspensión estándar de referencia, bajo las mismas condiciones de medida. Entre mayor sea la intensidad de luz dispersada mayor será la turbiedad.

La determinación de la turbiedad es de gran importancia en aguas para consumo humano, y en gran cantidad de industrias procesadoras de alimentos y bebidas.

Los grados de turbiedad sirven para determinar el grado de tratamiento requerido por una fuente de agua cruda, su filtrabilidad, consecuentemente, la tasa de filtración más adecuada, la efectividad de los procesos de coagulación, sedimentación y filtración, así como para la potabilidad del agua.

Potencial hidrógeno (pH)

El pH es una medida de la concentración de iones hidrógeno e hidróxido presentes en el agua, mientras mayor sea la concentración de iones hidrógeno mayor será la acidez, mientras que, a mayor cantidad de iones hidróxido se considera un medio básico. Se representa usando una escala numérica de 0 a 14.

Cobre

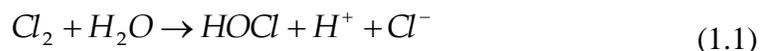
El cobre se puede encontrar presente después del tratamiento de las aguas como sulfato de cobre, para el control de plancton y de otras formas acuáticas. También el paso del agua en las tuberías y accesorios de cobre o bronce puede disolverlos. Se sabe de casos en los cuales pequeñas cantidades de cobre presentes en el agua han impartido manchas verdes a los recipientes de porcelana.

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	9/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Cloro libre

El cloro ha sido usado principalmente como desinfectante para el control de microorganismos en aguas de consumo, aguas residuales, piscinas, lodos, etc., así como oxidante para el hierro y manganeso; para el control de olores y sabores, oxidación de sulfuros, remoción de amoníaco y color, y oxidación de cianuros.

Tanto el cloro elemental gaseoso como el líquido reaccionan con el agua de la siguiente forma:



El ácido hipocloroso se ioniza para formar ion hipoclorito:

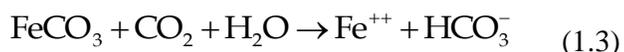


Las especies HOCl y OCl⁻ en el agua constituyen lo que se denomina cloro libre disponible o residual de cloro libre

Hierro

El hierro crea problemas en la calidad del suministro de agua. En general estos problemas son más comunes en aguas subterráneas y en aguas del hipolimnion de lagos estratificados; en algunos casos también en aguas superficiales provenientes de algunos ríos y embalses.

El hierro existe en el suelo y minerales principalmente como óxido férrico insoluble y sulfuro de hierro, pirita. En algunas áreas se presenta también como carbonato ferroso o siderita, el cual es muy poco soluble. Como las aguas subterráneas contienen cantidades apreciables de CO₂, producidas por la oxidación bacteriana de la materia orgánica con la cual el agua entra en contacto, se pueden disolver cantidades apreciables de carbonato ferroso mediante la siguiente reacción:

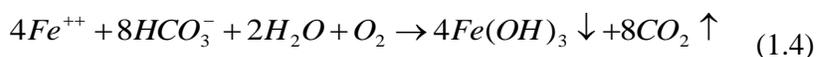


de la misma manera que se disuelven carbonatos de calcio y magnesio. Sin embargo, los problemas con el hierro predominan cuando éste está presente en el suelo como compuestos férricos insolubles. Si existe oxígeno disuelto en el agua, la solución del hierro de tales suelos con el agua no ocurre,

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	10/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

aun en presencia de suficiente CO₂, pero, en condiciones anaerobias, el hierro férrico es reducido a hierro ferroso y la solución ocurre sin ninguna dificultad.

Al ser expuestas al aire las aguas con hierro, por acción del oxígeno, se hacen turbias e inaceptables estéticamente debido a la oxidación del hierro soluble en Fe³⁺, los cuales forman precipitados coloidales. La tasa de oxidación es lenta y por ello el hierro soluble puede persistir por algún tiempo en agua aireada; esto es generalmente válido para el hierro cuando el pH es menor de 6 y para el manganeso cuando el pH es menor de 9.



La conversión anterior del hierro al estado férrico remueve alcalinidad reemplazándola por CO₂ y puede tener un efecto pronunciado sobre el pH del agua.

En aguas superficiales las concentraciones de hierro son generalmente bajas, menores de 1 mg/l. Las aguas subterráneas, por el contrario, pueden contener cantidades apreciables de hierro, comúnmente hasta 10 mg/l, raras veces hasta 50 mg/l en aguas anóxicas¹ con baja alcalinidad.

El hierro en bajas concentraciones da sabores metálicos al agua. Hasta donde se conoce, el consumo humano de aguas con hierro no tiene efectos nocivos para la salud. En estudios de nuevas fuentes de abastecimiento de agua, especialmente de aguas subterráneas, la determinación de hierro es muy importante. Contenidos de hierro en exceso de 0.3 mg/l son objetables. La determinación del hierro es también útil en el control de la corrosión de tuberías de hierro fundido o de hierro galvanizado, en las que las aguas corrosivas producen problemas de enrojamiento o coloración.

El hierro interfiere en las operaciones de lavado, imparte tinciones indeseables a los muebles y aparatos sanitarios, causa incrustaciones en las tuberías y dificultades en los sistemas de distribución al estimular el crecimiento de bacterias del hierro: Crenothrix, Leptothrix y Galionella; mismas que ocasionan una alta demanda de cloro.

¹ Aguas carentes de oxígeno disuelto.

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	11/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Equipo y Material

Material <ul style="list-style-type: none"> ✓ Colorímetro ✓ Medidor de pH ✓ Celdas para turbidímetro ✓ Turbidímetro digital ✓ Tubos de ensayo ✓ Gradilla para tubo de ensayo ✓ Espectrofotómetro ✓ Celdas de espectrofotómetro ✓ Probeta de 10 [mL] ✓ Vaso de precipitado de 100 [mL] 	Reactivos <ul style="list-style-type: none"> ✓ Estuches para determinación de algunos constituyentes Material que debe traer el grupo <ul style="list-style-type: none"> ✓ Aproximadamente 250 [mL] de diferentes muestras de agua.
--	--

5. Desarrollo

Actividad 1 Color aparente

1. Conectar y encender el colorímetro, insertar el disco con la escala de color en la posición que corresponde.
2. Colocar hasta la línea de aforo, el agua de muestra en una de las celdas del colorímetro.
3. Con ayuda de una piseta, llenar con agua destilada la otra celda hasta la marca de aforo.
4. Introducir en la caja del colorímetro las celdas; colocando en el orificio interno (derecho) la que contiene la muestra y en el externo (izquierdo) la que contiene agua destilada.
5. Verificar que el sitio donde se hará la lectura se encuentre bien iluminado.
6. Girar el disco del aparato hasta que ambas celdas tengan un color similar y tomar la lectura en la parte inferior del disco.

* En caso de tener más muestras, repetir los pasos tres al seis, utilizando siempre la misma celda. Es necesario enjuagar previamente la celda con agua destilada entre cada medición.

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	12/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 2 Turbiedad

1. Encender el aparato 15 minutos previos a su uso para calentamiento.
2. Colocar agua de muestra en una celda para turbidímetro, aproximadamente al 75 % de la capacidad de la celda.
3. Toda celda que se introduce al turbidímetro debe limpiarse con una tela especial, para evitar el sesgo de la lectura debido a la grasa de las manos o el escurrimiento de la muestra al momento del vaciado.
4. Sostener la celda de la parte superior, evitando el contacto con la parte inferior; introducir la celda en la porta celda del turbidímetro y cerrar la tapa del equipo, para evitar la entrada externa de luz.
5. Dejar estabilizar el equipo por 15 segundos.
6. Tomar la lectura correspondiente al valor de turbiedad, en UTN.

* En caso de tener más muestras, repetir los pasos dos al seis, utilizando siempre la misma celda. Es necesario enjuagar previamente la celda con agua destilada entre cada medición.

Actividad 3 Determinación del potencial de hidrógeno (pH)

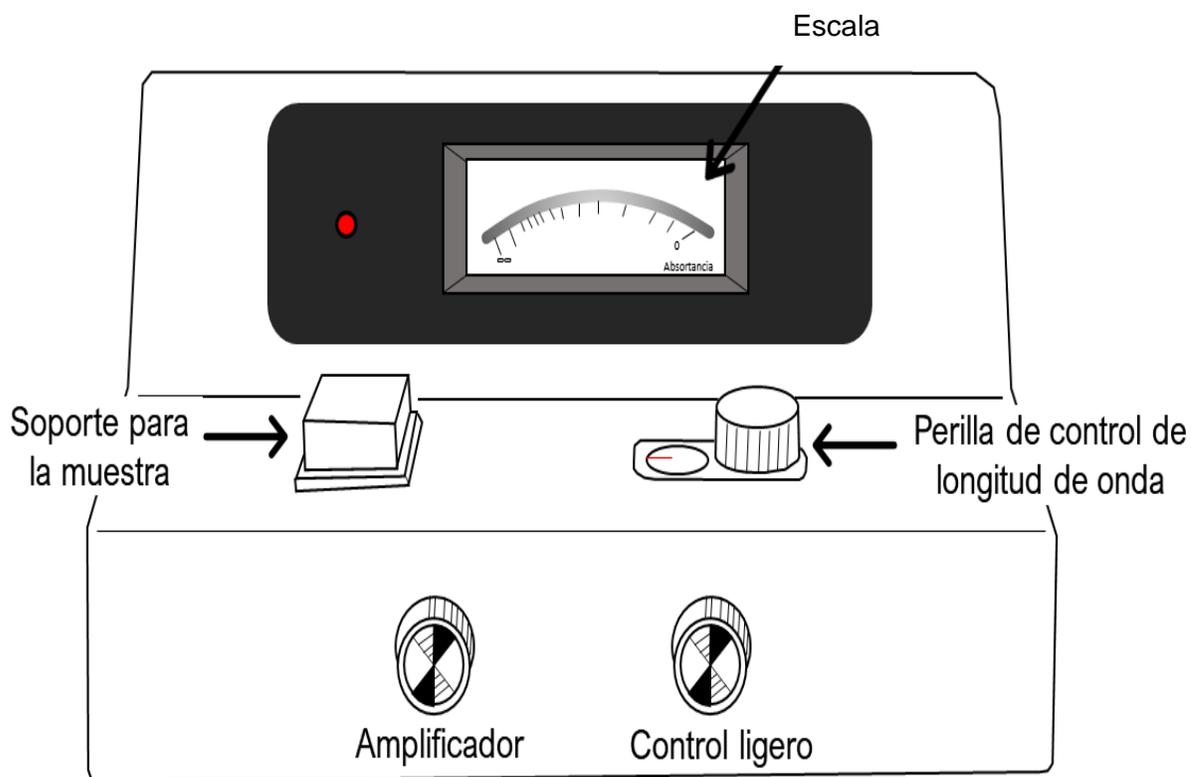
1. Enjuagar el electrodo con agua destilada y secar con papel absorbente, sin frotar.
2. Introducir el electrodo en la muestra.
3. Encender el medidor y tomar la lectura.
4. Apagar el medidor de pH y enjuagar el electrodo con agua destilada

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	13/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 4 Determinación de algunos constituyentes químicos del agua por el método colorimétrico.

Ajuste del espectrofotómetro

1. Encender el aparato y dejarlo calentar durante 30 minutos. Para los siguientes pasos guiarse con el esquema 1.1



Esquema 1.1

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	14/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

2. Colocar el espectrofotómetro con la perilla de control en la longitud de onda correspondiente para el parámetro a determinar de acuerdo a la Tabla 1.1.
3. Ajustar a infinito en la escala de absorbancia con la perilla del amplificador
4. Colocar una celda con agua destilada en el aparato y ajustarlo a cero en la escala de absorbancia con la perilla de control ligero.

Tabla 1.1 Longitud de onda para algunos parámetros

Parámetro	Longitud de onda [nm]
Cloro libre	530
Cobre	560
Hierro	510

Determinación de *cobre*

1. Colocar el espectrofotómetro con la perilla de control en la longitud de onda correspondiente al cobre (560 [nm]).
2. Ajustar a infinito en la escala de absorbancia con la perilla del amplificador.
3. Colocar una celda con agua destilada en el aparato y ajustarlo a cero en la escala de absorbancia con la perilla de control ligero.
4. Llenar la celda con agua de muestra hasta los 10 [mL].
5. Añadir el contenido de una almohadilla para cobre (2,2-bicinchoninato dipotásico y fosfato de potasio monobásico), tapar y agitar para disolver.
6. Esperar 2 minutos. Si la muestra se torna **púrpura** indica la presencia de cobre en el agua.
7. Introducir la muestra con el reactivo y leer en la escala de absorbancia del aparato el valor obtenido.

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	15/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

8. Entrar con el valor del numeral 7 (absorbancia) a la curva patrón de la Figura 1.2 y tomar la lectura o utilizar **el modelo matemático para** obtener el valor **de la concentración** en [mg/L].

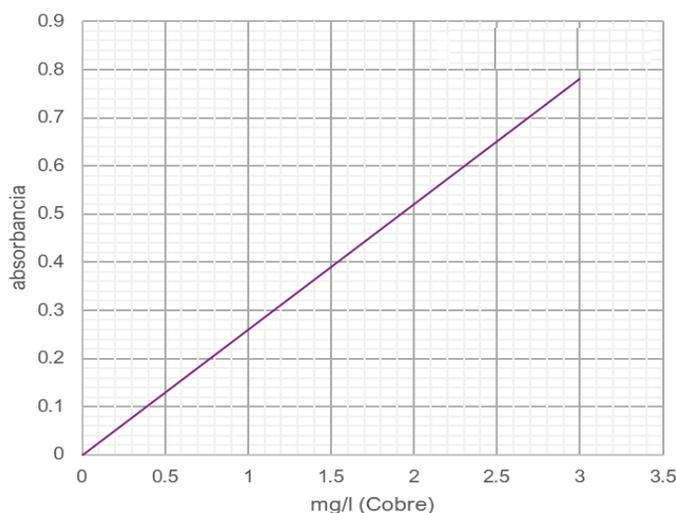


Figura 1.2. Curva patrón para la determinación del cobre.

Modelo matemático para el cobre

$$x \text{ [mg/L]} = 3.846 \text{ [1/(mg/L)]} * y \text{ [1]}$$

Determinación del *cloro libre*

1. Colocar el espectrofotómetro con la perilla de control en la longitud de onda correspondiente al cloro libre (530 [nm]).
2. Ajustar a infinito en la escala de absorbancia con la perilla del amplificador.
3. Colocar una celda con agua destilada en el aparato y ajustarlo a cero en la escala de absorbancia con la perilla de control ligero.
4. Llenar la celda con agua de muestra hasta los 10 [mL].
5. Añadir una almohadilla de reactivo para cloro libre (DPD - Ácido etilendiaminotetraacético, dietil fenilenodiamina y fosfato de sodio dibásico) y agitar para disolver.

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página:	16/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión:	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- Esperar **1** minuto. Si la muestra se torna **rosa** indica la presencia de cloro en el agua.
- Introducir la muestra con el reactivo y leer en la escala de absorbancia del aparato el valor obtenido.
- Entrar con el valor del numeral 7 (absorbancia) a la curva patrón de la Figura 1.3 y tomar la lectura o utilizar **el modelo matemático para** obtener el valor **de la concentración** en [mg/L].

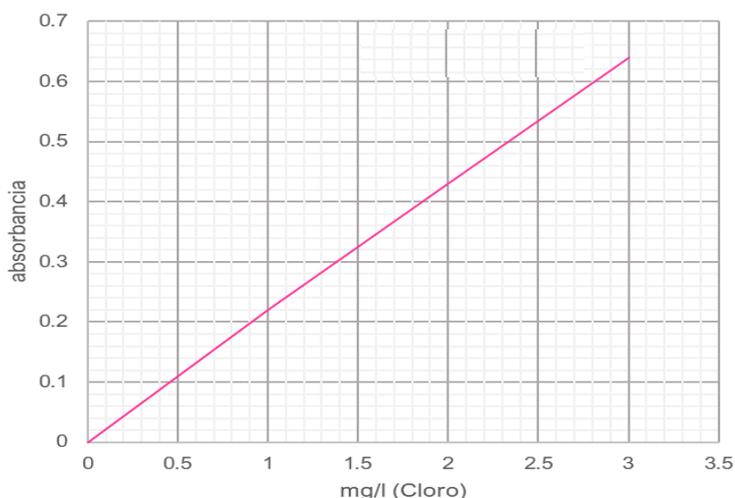


Figura 1.3. Curva patrón para la determinación del cloro libre.

Modelo matemático para el cloro libre

$$x \text{ [mg/L]} = 4.6666 \text{ [1/(mg/L)]} * y \text{ [H]}$$

Determinación del **hierro**

- Colocar el espectrofotómetro con la perilla de control en la longitud de onda correspondiente al hierro (510 [nm]).
- Ajustar a infinito en la escala de absorbancia con la perilla del amplificador.
- Colocar una celda con agua destilada en el aparato y ajustarlo a cero en la escala de absorbancia con la perilla de control ligero.
- Llenar el frasco de vidrio con agua de muestra hasta los 10 [ml].

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	17/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

5. Añadir el contenido de una almohadilla para hierro (fenantrolina, hidrosulfito de sodio y metabisulfito de sodio) y agitar para disolver.
6. Esperar **4** minutos. Si la muestra se torna **naranja** indica presencia de hierro en el agua.
7. Introducir la muestra con el reactivo y leer en la escala de absorbancia del aparato el valor obtenido.
8. Entrar con el valor del numeral 7 (absorbancia) a la curva patrón de la Figura 1.4 y tomar la lectura o utilizar **el modelo matemático para** obtener el valor **de la concentración** en [mg/L].

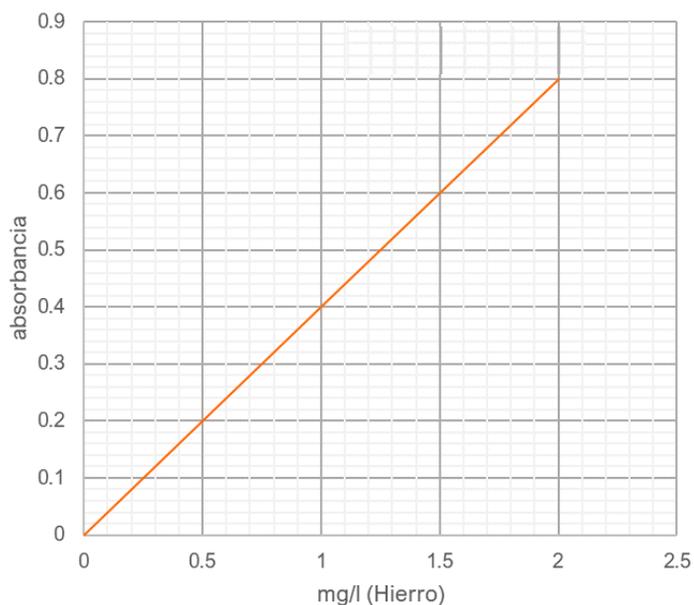


Figura 1.4. Curva patrón para la determinación del hierro.

Modelo matemático para el hierro

$$x \text{ [mg/L]} = 2.50 \text{ [1/(mg/L)]} * y \text{ [H]}$$

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	18/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Resultados

- **Actividades**

- Realizar una tabla que incluya todos los resultados obtenidos.

Característica	Parámetro	LMP- NOM-127-SSA1-2021	Unidad	M1	M2	M3
Físicas	Color	15.0	UC			
	Turbiedad	4.0	UTN			
	pH	6.5 a 8.5	--			
Químicas	Cobre	2.0	[mg/L]			
	Cloro libre	0.2 a 1.5	[mg/L]			
	Hierro	0.30	[mg/L]			

- Identificar 4 parámetros que ayudan a distinguir entre una muestra de agua superficial y una subterránea.
- Se requiere analizar la calidad de una muestra de agua para uso potable, pero no se dispone de suficientes recursos para hacer una caracterización completa, ¿cuáles son los parámetros mínimos que recomendaría que se determinen y por qué?
- ¿Qué tren de tratamiento recomendaría para la o las muestras que no cumplen con los límites máximos permisibles de la normativa?

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	19/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

7. Análisis de resultados

- Realizar el comparativo de los resultados con respecto a la normatividad vigente para cada uno de los resultados, mencionar las posibles causas de las desviaciones de estos, así como su implicación directa o indirecta con cada uno de los objetivos.

8. Conclusiones

- Generar la conclusión correspondiente basándose en la relación entre los objetivos y los resultados obtenidos.

9. Bibliografía

- Anote todas las referencias bibliográficas de libros, revistas, manuales, imágenes, tablas, videos, normas, entre otros documentos, de acuerdo con la APA versión 7, empleadas en la elaboración del informe y lo solicitado en el Anexo.

10. Anexos

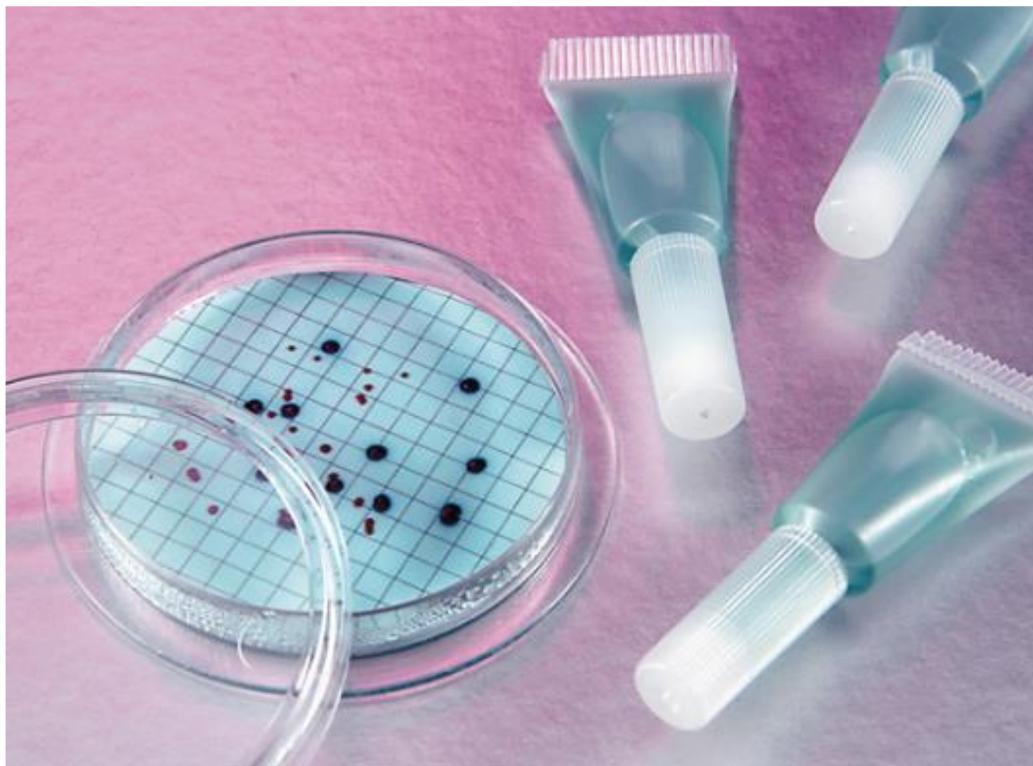
I. Actividades previas a la realización de la práctica.

1. Realice un mapa conceptual basándose en la introducción.
2. Realice un diagrama de flujo basándose en el desarrollo.

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	20/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 02

Características microbiológicas



Tomada de: <https://latam.hach.com/asset-get.product.image.jsa?sku=2608450&type=S&size=L>

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	21/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Mechero	Quemadura

Elementos de protección personal

Equipo de protección personal, que deberá traer cada uno de los alumnos



opcional

2. Objetivos de aprendizaje

- a) Comprender y analizar la importancia de utilizar como indicadores de sanidad, en materia de calidad de agua, a los organismos coliformes.
- b) Determinar, para muestras de agua proporcionadas por los alumnos, la presencia de organismos coliformes totales y fecales, así como comparar su presencia con lo establecido en la normativa mexicana en materia de calidad de agua para uso y consumo humano.

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	22/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3. Introducción

El análisis bacteriológico del agua es vital en la prevención de epidemias como resultado de la contaminación del agua. El examen bacteriológico de abastecimiento de agua no implica la búsqueda directa de los gérmenes patógenos. El ensayo se basa en el supuesto de que todas las aguas contaminadas con desechos humanos o animales son potencialmente peligrosas. Por consiguiente, el control sanitario del agua se hace con métodos bacteriológicos para determinar la presencia de contaminación fecal. Las pruebas para la determinación de patógenos no se usan rutinariamente debido a que detectarlos en diluciones altas es muy difícil y además se encuentran en número muy inferior al de las bacterias entéricas, las cuales tienen una tasa de mortalidad mucho más lenta.

El examen bacteriológico del agua usualmente involucra dos ensayos: la estimación del número de bacterias de acuerdo con el conteo total en placa y la determinación, más significativa, de la presencia o ausencia de miembros del grupo coliforme.

El grupo coliforme incluye a todas las bacterias en forma de bastoncillos que son aerobias o anaerobias facultativas, Gram negativas, no esporogéneas, que fermentan la lactosa con producción de gas en un medio de cultivo prescrito en un período de 48 horas, a 35° C.

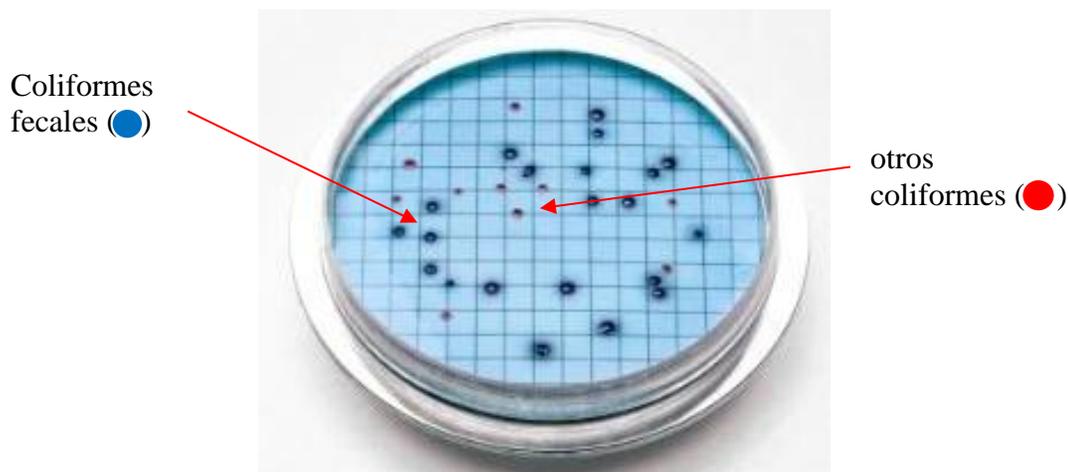
El número de organismos coliformes en el excremento humano es muy grande; la excreción diaria por habitante varía entre 125×10^9 y 400×10^9 números de unidades formadoras de colonias. Su presencia en el agua es considerada como un indicador de contaminación fecal y por lo tanto, de contaminación con organismos patógenos. En aguas residuales la relación de organismos coliformes con organismos entéricos patógenos es muy grande, del orden de $10^6/1$.

Los coliformes no solamente provienen del excremento humano sino también pueden encontrarse en los desechos de animales de sangre caliente, animales de sangre fría y en el suelo. Por lo tanto, la presencia de coliformes en aguas superficiales indica contaminación proveniente de residuos humanos, animales o erosión del suelo separadamente, o de una combinación de las tres fuentes. Aunque no es posible distinguir entre coliformes de origen humano o animal, existe un ensayo especial para diferenciar entre coliformes fecales y coliformes del suelo. Para el efecto, se usa un medio de cultivo EC para incubación a 44. 5° C durante 24 h. Este ensayo no reemplaza la técnica usual, pero es aplicable en estudios de contaminación de ríos, fuentes de agua cruda, sistemas de tratamiento de aguas residuales y aguas para recreación.

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	23/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Técnica del Filtro de Membrana

Todos los organismos que producen colonias en el medio de cultivo Coli-Blue, generalmente de color rojo, después de la incubación por 24 horas, son considerados miembros del grupo coliforme y aquellas colonias de color azul son los coliformes fecales. Los coliformes totales son la suma de los coliformes fecales y los otros coliformes. La cantidad ideal de muestra que se ha de filtrar debe ser aquella que produzca un crecimiento de máximo 30 colonias de coliformes, para agua potable se utilizan 100 [mL]. Las membranas preparadas se colocan directamente sobre el medio nutriente y se incuban, normalmente, durante 24 horas, a $35 \pm [^{\circ} \text{C}]$.



Tomado de: <https://latam.hach.com/asset-get.product.image.jsa?sku=2608450&type=P&size=M>

El procedimiento consiste en hacer pasar a través de un filtro de membrana, aplicando vacío, un volumen medido de muestra de agua. A continuación, se coloca el filtro en una caja Petri estéril y se incuba en contacto con un medio de cultivo, selectivo y diferencial. En cada punto del filtro en el que durante la filtración se capta una bacteria coliforme, se desarrollará una colonia de bacterias coliformes. Se enumeran las colonias bacterianas, practicándose un cálculo simple para determinar el número de colonias de bacterias en 100 [ml] de muestra.

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	24/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Equipo y Material

Material y equipo ✓ Cajas Petri estériles ✓ Filtro de membrana estéril ✓ Cojín absorbente ✓ Matraz Kitasato ✓ Aparato de filtración ✓ Mecheros con manguera y/o lámparas de alcohol ✓ Bomba de vacío	✓ Pinzas ✓ Incubadora Reactivos ✓ Medio de cultivo para coliformes (<i>Coli Blue</i>) Material que debe traer el grupo ✓ Aproximadamente 250 [mL] de diferentes muestras de agua.
--	--

5. Desarrollo

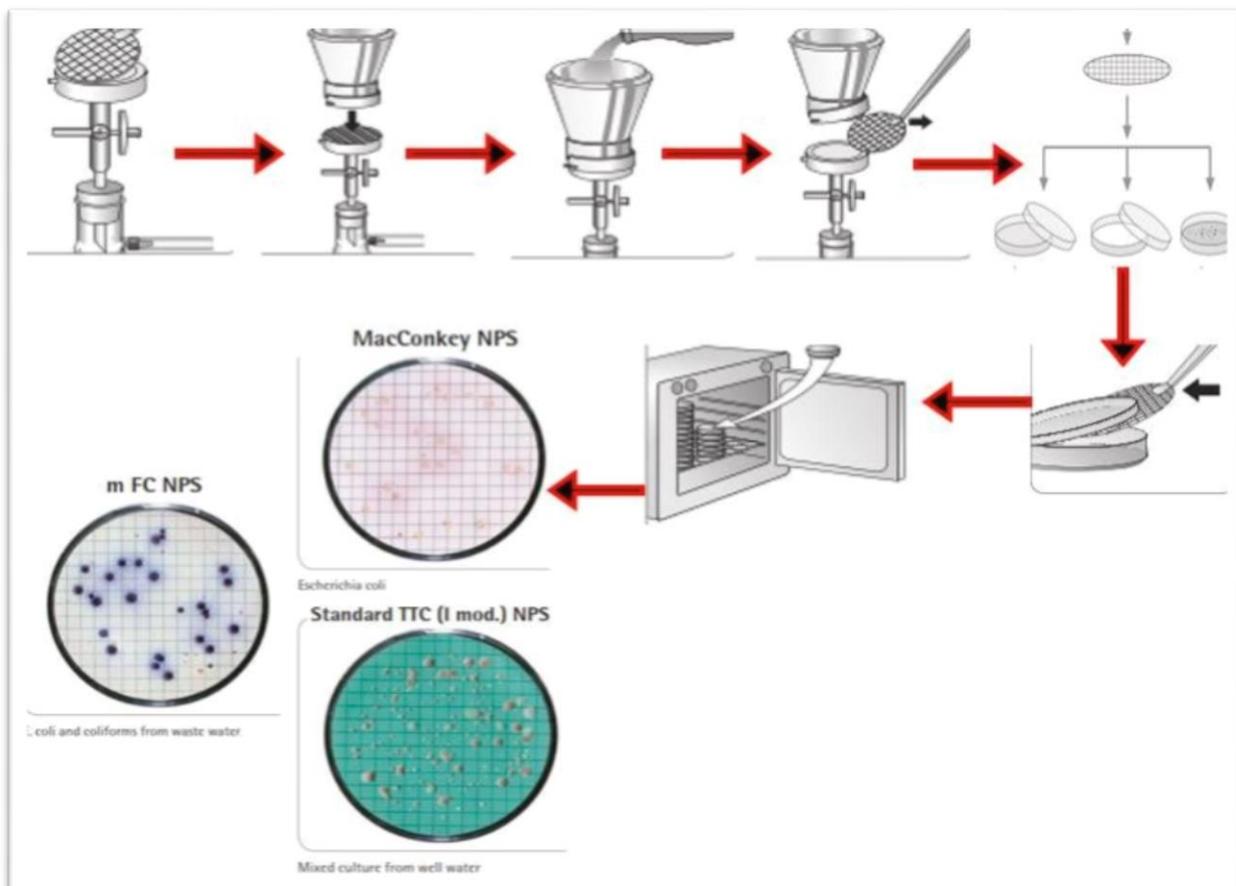
Actividad 1

Nota: En las pruebas bacteriológicas es de gran importancia la higiene de los equipos, cristalería y personal de laboratorio, motivo por el cual se esterilizan todos los aditamentos, se trabaja en una mesa estéril, con un par de mecheros encendidos para esterilizar también el área de trabajo. Es importante lavarse muy bien las manos y no hablar al momento de realizar la prueba para evitar contaminar los filtros.

1. Medir 100 ml de agua de muestra.
2. Colocar el soporte de borosilicato en la boca del matraz Kitasato.
3. Utilizar pinzas estériles para sacar un filtro de su empaque y colocarlo sobre el soporte.
4. Colocar el matraz invertido en la parte superior del matraz Kitasato.
5. Agregar al matraz invertido los 100 ml de agua medidos previamente.
6. Conectar la bomba de vacío en la boquilla del matraz.
7. Hacer funcionar la bomba de vacío hasta que toda el agua pase al matraz.

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	25/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

8. Durante el filtrado de la muestra, en una caja Petri colocar el cojín absorbente y posteriormente el medio de cultivo *coli blue*, el cual permite determinar a los coliformes totales y fecales en un mismo ensayo.
9. Retirar la membrana de filtración del aparato de filtración con las pinzas estériles y colocarla con la cuadrícula hacia arriba, en la caja Petri sobre el cojín absorbente. Cerrar y voltear la caja Petri, etiquetar y mantener esa posición al introducirla al interior de la incubadora, a 35 [°C] de 48 a 72 horas.



Tomado de: <https://www.researchgate.net/profile/Gabriel-Prieto-3/publication/282651419/figure/fig3/AS:669072580685830@1536530742711/Figura-8-Pasos-para-la-filtracion-por-membrana-usando-los-medio-m-FC-MacConkey-y.jpg>

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	26/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 2

1. Asistir al laboratorio portando su bata, entre las 48 y 72 horas de haber realizado la filtración, informando al responsable del laboratorio que va a revisar sus muestras.
2. Sacar sus muestras de la incubadora, cuidando de no alterar las muestras de otros equipos o grupos.
3. Observar las cajas Petri, en caso de observar colonias, utilizar el contador de colonias y hacer un registro fotográfico. **No abra la caja Petri.**
4. Avisar al responsable del laboratorio que ha terminado la observación de sus muestras (grupo y sitio de muestreo) para recibir indicaciones sobre su caja(s) Petri, o bien, hacer entrega para su posterior esterilización y lavado (actividad realizada por el personal del laboratorio).

Actividad 3

1. Investigar y describir cómo se realiza la técnica de tubos múltiples de fermentación.
2. Explicar, ¿por qué se consideran a los microorganismos coliformes fecales como indicadores de la calidad bacteriológica del agua para uso potable?
3. Mencionar y explicar cuáles serían las principales causas de la presencia de coliformes en cada una de las muestras analizadas.

6. Análisis de resultados

- Realizar el análisis de cada uno de los resultados, basándose en la información obtenida de la actividad 3. Y mencionar las posibles causas de las desviaciones de estos, así como su implicación directa o indirecta con cada uno de los objetivos.

7. Conclusiones

- Generar la conclusión correspondiente basándose en la relación entre los objetivos y los resultados obtenidos.

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	27/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

8. Bibliografía

- Anote todas las referencias bibliográficas de libros, revistas, manuales, imágenes, tablas, videos, normas, entre otros documentos, de acuerdo con la APA versión 7, empleadas en la elaboración del informe y lo solicitado en el Anexo.

9. Anexos

I. Actividades previas a la realización de la práctica.

1. Realice un mapa conceptual basándose en la introducción.
2. Realice un diagrama de flujo basándose en el desarrollo.
3. Traer la mayor cantidad de información del sitio de la toma de muestra (fuente de la muestra de agua –llave, tinaco, charca, fuente, canal-, con evidencia fotográfica y subirla al Classroom.).

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	28/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 03

Procesos de Coagulación – Flocculación

Tomado de: https://4.bp.blogspot.com/-M_193hVsvHo/WeFJFCx1DbI/AAAAAAAAEEL0/pbZJYOiYOv0ba5AY0W8dUW6PZm8lxDmnwCLcBGAs/s1600/jar%2Btest.png



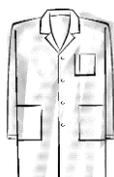
	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	29/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Equipo eléctrico	Tensión eléctrica

Elementos de protección personal

Equipo de protección personal, que deberá traer cada uno de los alumnos



2. Objetivos de aprendizaje

- a) Realizar la “Prueba de Jarras”, observando los procesos unitarios que se llevan a cabo en el tratamiento de una planta potabilizadora, coagulación y floculación.
- b) Determinar la dosis óptima de coagulante en función de la turbiedad, para cumplir con la normativa vigente a la fecha de la ejecución de la práctica, relativa al agua para uso y consumo humano.

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	30/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3. Introducción

Muchas impurezas en el agua natural están presentes como sólidos coloidales que no se sedimentan. Su remoción se puede lograr si se promueve la aglomeración de esta clase de partículas por floculación, con o sin el uso de un coagulante, seguida por procesos de sedimentación o flotación. La sedimentación es una operación que se emplea para remover partículas suspendidas hasta de 50 [nm], pero en el caso de partículas más pequeñas, que tienen velocidades de sedimentación muy bajas, no es factible utilizar la sedimentación para removerlas por lo que se recurre al proceso de coagulación.

Coagulación y floculación

La coagulación se define como el proceso de desestabilización de la carga eléctrica (en su superficie, que comúnmente es negativa) de coloides y sólidos suspendidos en el agua, incluyendo bacterias y virus, mediante el uso de un coagulante para propiciar su aglutinamiento y facilitar su posterior remoción por la acción de la gravedad.

El coagulante es una sal metálica que reacciona con la alcalinidad del agua para producir un flóculo insoluble, mediante la floculación se producen sólidos sedimentables que posteriormente son removidos a través de métodos físicos (sedimentación y arrastre).

Como coagulantes normalmente se utilizan sales minerales polivalentes, y su efectividad es mayor mientras mayor es su valencia, como se muestra en la tabla 1:

Tabla 1. Sales empleadas como coagulantes.

Catión	Capacidad de neutralizar	Valencia
Na ⁺	1	1 ⁺
Ca ⁺² , Mg ⁺²	50	2 ⁺
Al ⁺³ , Fe ⁺³	1000	3 ⁺

El uso de las sales de aluminio y de hierro es lo más común. Sin embargo, estos coagulantes, por la hidrólisis que experimentan, pueden modificar el pH y la conductividad del agua, y en fuertes dosis generan mucho lodo, razón por la cual surge la alternativa de utilizar floculantes o una combinación como se muestra en la tabla 2:

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	31/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Tabla 2. Reactivos empleados para la coagulación – floculación

Principales coagulantes	
Sales de aluminio	Sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$
	Aluminato de sodio $NaAlO_2$
	Cloruro de aluminio $AlCl_3$
	Policloruro de aluminio (PAC)
Sales de hierro	Sulfato ferroso $FeSO_4$
	Sulfato férrico $Fe_2(SO_4)_3$
	Cloruro férrico $FeCl_3$
Principales floculantes	
Polieléctricos (aniónicos, catiónicos, no iónicos)	
Arcillas adsorptivas (Ej. bentonita)	
Sílice activada	
Carbón activado en polvo	
Cal $Ca(OH)_2$	

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	32/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Equipo y Material

Material y equipo ✓ Vasos de precipitados de 1 [L] ✓ Pipetas graduadas de 10 [mL] ✓ Propipeta ✓ Gradilla con tubos de ensayo grandes ✓ Probeta graduada de 1 [L] ✓ Probetas de 10 [mL] ✓ Aparato de jarras ✓ Piseta con agua destilada	✓ Cronómetro ✓ Colorímetro ✓ Celdas para el colorímetro ✓ Medidor de pH ✓ Celdas para turbidímetro ✓ Turbidímetro Reactivos ✓ Caolín ✓ Sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$
---	--

5. Desarrollo

Actividad 1 Prueba de jarras

En esta prueba se removerán las partículas suspendidas presentes en una muestra problema, la cual ejemplifica de manera perfecta el hecho de tener agua con un elevado contenido de turbiedad.

Nota: El agua de muestra será preparada previo a la práctica por el personal del laboratorio, por cada litro de agua se añadirá 0.2 [g] caolín.

1. Medir 1[L] de la muestra y transferir a los vasos de precipitado
2. Colocar los vasos de precipitado en el aparato de jarras.
3. Verter simultáneamente en ellos dosis crecientes (*Prueba-1*: entre 1.0 y 14.0 [mL], *Prueba-2*: entre 4 y 7 [ml], si la cantidad lo permite) de sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$).
4. Encender el aparato de jarras a una velocidad de rotación de las paletas de 100 [rpm], durante un minuto; para que se inicie el proceso de floculación. A este proceso se le llama mezcla rápida.

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	33/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

5. Cambiar al término del primer minuto, la velocidad del aparato a 40 [rpm] y dejar durante 10 a 15 minutos. A este proceso se le llama mezcla lenta.
6. Detener totalmente el funcionamiento de las paletas y levantarlas.
7. Dejar que la sedimentación tenga efecto durante 10 a 15 minutos, sin mover los vasos para permitir la sedimentación de las partículas floculantes. En esta parte de la prueba el agua mostrará cambios en su apariencia. Anote sus observaciones.
8. Determinar para cada uno de los vasos: color, pH, turbiedad.

Actividad 2 Determinar color, pH y turbiedad (orden aleatorio)

a) Color

1. Colocar hasta la marca el agua de muestra en una de las celdas del colorímetro.
2. Colocar agua destilada en la otra celda.
3. Introducir en la caja del colorímetro las celdas, en el orificio interno la muestra (derecho) y en el externo el agua destilada (izquierdo).
4. Girar el disco del aparato hasta que ambas celdas tengan un color similar y tomar la lectura en la parte inferior del disco. (La comparación debe hacerse en un lugar bien iluminado).

b) Determinación de pH

1. Enjuagar el electrodo con agua destilada y secar con papel absorbente, sin frotar.
2. Introducir el electrodo en la muestra.
3. Encender el medidor y tomar la lectura.
4. Apagar el medidor de pH y enjuagar el electrodo con agua destilada

c) Determinación de la turbiedad

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	34/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Turbidímetro o nefelómetro

1. Encender el aparato 15 minutos previos a su uso para calentamiento.
2. Colocar agua de muestra en una celda para turbidímetro, aproximadamente al 75 % de la capacidad de la celda.
3. Toda celda que se introduce al turbidímetro debe limpiarse con una tela especial, para evitar el sesgo de la lectura debido a la grasa de las manos o el escurrimiento de la muestra al momento del vaciado.
4. Sostener la celda de la parte superior, evitando el contacto con la parte inferior; introducir la celda en la porta celda del turbidímetro y cerrar la tapa del equipo, para evitar la entrada externa de luz.
5. Dejar estabilizar el equipo por 15 segundos.
6. Tomar la lectura correspondiente al valor de turbiedad, en UTN.

6. Resultados

- Realizar una tabla que incluya todos los resultados obtenidos.

	Prueba - 1			
Dosis	Turbiedad [UTN]	Color [UC]	pH	% Remoción
0				--
n				

- Obtener la gráfica de dosis contra turbiedad.

	Manual de prácticas del laboratorio de Abastecimiento de Agua Potable	Código:	MADO-75
		Versión:	02
		Página	35/35
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- Obtener la dosis óptima de coagulante, en función del cumplimiento de los límites permisibles que establece la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-2021, que involucre todos los parámetros medidos.

7. Análisis de resultados

- Realizar el análisis de cada uno de los resultados, mencionar las posibles causas de las desviaciones de estos, así como su implicación directa o indirecta con los objetivos.

8. Conclusiones

- Generar la conclusión correspondiente basándose en la relación entre los objetivos y los resultados obtenidos.

9. Bibliografía

- Anote todas las referencias bibliográficas de libros, revistas, manuales, imágenes, tablas, videos, normas, entre otros documentos, de acuerdo con la APA versión 7, empleadas en la elaboración del informe y lo solicitado en el Anexo.

10. Anexos

I. Actividades previas a la realización de la práctica.

1. Realice un mapa conceptual basándose en la introducción.
2. Realice un diagrama de flujo basándose en el desarrollo.