

LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DEL AGUA

Sexo: Masculino ☐ Femenino ☐

Marque la opción que le parezca más conveniente. (Justifique sus respuestas)

1. ¿Es adecuado el diseño y formato de la guía de prácticas?

Si ☐

No ☐

Que se podría mejorar:

.....

.....

.....

2. ¿Es suficiente la teoría expuesta para el desarrollo de la práctica?

Si ☐

No ☐

Justifique:

.....

.....

.....

3. ¿Son claras y suficientes las instrucciones para el procedimiento experimental?

Si ☐

No ☐

Que le falta:

.....

.....

.....

4. ¿Es adecuado el modelo de la hoja de levantamiento de datos de la práctica?

Si ☐

No ☐

Justifique:

.....

.....

.....

5. Las partes de “campo de aplicación”, “amplia la información”, crees que contribuye al aprendizaje del tema.

Si ☐

No ☐

Justifique:

.....

.....

.....

6. ¿Es suficiente y adecuada el modelo de la tabla de resultados?

Si ☐

No ☐

Que se podría mejorar:

.....

.....

.....

7. Señale otras observaciones, sugerencias o comentarios que considere pertinente para mejorar la guía de la práctica.

.....

.....

.....

FORMATO DE PRESENTACIÓN DE INFORME DE LABORATORIO DE SANITARIA

PORTADA (Carátula)

RESUMEN (máximo 300 palabras)

¿Cuál es el objetivo del informe? (en pocas palabras y sin detalles específicos).

¿Qué se hizo y que se encontró?

Resumir los resultados más importantes y establecer las conclusiones más importantes.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Deben aparecer los aparatos u sub aparatos indicando el número de página donde empieza cada uno.

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICOS, FIGURAS Y ANEXOS

TÍTULO DE LA PRÁCTICA

OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

- General
- Específicos

APLICACIONES PRÁCTICAS (fotografías, dibujos y esquemas)

Ejemplos donde se aplica o se presenta las practicas.

MARCO TEÓRICO (definiciones, formulas y unidades utilizadas)

Es un desarrollo detallado y conciso de la teoría correspondiente al experimento, especificando las definiciones y conceptos relevantes. Al final del informe es necesario referir la bibliográfica consultada. No solo es copiar el fundamento teórico de la guía de laboratorio, sino que en base de esa lectura preliminar se debe de consultar textos físicos y virtuales, revistas científicas y artículos.

INSTRUMENTOS Y MATERIALES UTILIZADOS

Consiste en la referencia de los materiales, instrumentos de medida (mecánicos, eléctricos, digitales, etc.) y equipos que se han utilizado en la práctica; incidiendo en las características de estos últimos, como marca, modelo, error de medición (incertidumbre).

PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA

Consiste en la descripción de la manera como se va a realizar el experimento (o como el grupo de trabajo lo ha llevado a cabo), resaltando detalles importantes. De ser necesario el procedimiento del informe debe diferenciarse, al de la guía de Laboratorio.

HOJA DE LEVANTAMIENTO DE DATOS

Las hojas de datos deben ser claras, acotando observaciones si fueran necesarias.

CÁLCULOS

Desarrollo de una secuencia de cálculo paso a paso. Utilizando todas las fórmulas y tablas resumen de todos los resultados obtenidos. Considerar el modelo presentado en la Guía de Laboratorio, o en caso contrario utilizar el formato que vea conveniente.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Interpretación de resultados

CONCLUSIONES

Esta parte incluye:

- Consecución o no de los objetivos previamente planteados.
- Comentario y explicación acerca de los resultados.

RECOMENDACIONES

Sugerencias que deben buscar el mejoramiento del ensayo o eventualmente proponer otro experimento alternativo referido a los mismos objetivos.

BIBLIOGRAFÍA (normas APA)

CUADRO N°. 1 CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA SEGÚN SU APTITUD DE USO

ORDEN	USOS	CLASE “A”	CLASE “B”	CLASE “C”	CLASE “D”
1	Para abastecimiento doméstico de agua potable después de a) Sólo una desinfección y ningún tratamiento. b) Tratamiento solamente físico y desinfección. c) Tratamiento físico químico completo: coagulación, floculación, filtración y desinfección d) Almacenamiento prologando o presedimentación, seguidos de tratamiento, al igual que c).	SI No necesario No necesario No necesario	NO SI No necesario No necesario	NO NO SI No necesario	NO NO NO SI
2	Para recreación de contacto primario, natación, esquí, inmersión.	SI	SI	SI	NO
3	Para protección de los recursos hidrobiológicos.	SI	SI	SI	NO
4	Para riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cascara delgada, que sean ingeridas crudas sin remisión de ella.	SI	SI	NO	NO
5	Para abastecimiento industrial.	SI	SI	SI	SI
6	Para la cría natural y/o intensiva (acuicultura) de especies destinadas a la alimentación humana.	SI	SI	SI	NO

CUADRO N°. A-1 VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PARÁMETROS EN CUERPO RECEPTORES

Nº	PARÁMETROS	UNIDAD	CANCERIGENOS	CLASE A	CLASE B	CLASE C	CLASE D
1	pH		NO	6,0 a 8,5	6.0 a 9.0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
2	Temperatura	°C		(+/-) 3 °C de c. receptor	(+/-) 3 °C de c. receptor	(+/-) 3 °C de c. receptor	(+/-) 3 °C de c. receptor
3	Sólidos disueltos totales	mg/l		1000	1000	1500	1500
4	Aceites y grasas	mg/l	NO	Ausente	Ausente	0,3	1
5	DBO5	mg/l	NO	< 2	< 5	< 20	< 30
6	DQO	mg/l	NO	< 5	< 10	< 40	< 60
7	NMP Colifecales	N/100ml	NO	< 50 y <5 en 80% muestras	< 1000 y <200 en 80% muestras	< 5000 y <1000 en 80% muestras	< 50000 y <5000 en 80% muestras
8	Parásitos	N/l		< 1	< 1	< 1	< 1
9	Color mg Pt/l	mg/l	NO	< 10	< 50	< 100	< 200
10	Oxígeno disuelto	mg/l	NO	>80% sat.	> 70% sat.	> 60 % sat.	> 50% sat.
11	Turbidez	NTU	NO	< 10	< 50	< 100 <2000***	< 200 – 10,000***
12	Sólidos sedimentables	mg/l-ml/l	NO	< 10 ml/l	30 mg/l – 0,1 ml/l	< 50 mg/l – <1 ml/l	100 mg/l – <1 ml/l
13	Aluminio	mg/l		0,2 c. Al	0,5 c. Al	1,0 c. Al	1,0 c. Al
14	Amoniaco	mg/l	NO	0,05c. NH ₃	1,0 c. NH ₃	2,0 c. NH ₃	4,0 c. NH ₃
15	Antimonio	mg/l	NO	0,01 c. Sb	0,01 c. Sb	0,01 c. Sb	0,01 c. Sb
16	Arsénico total	mg/l	SI	0,05 c. As	0,05 c. As	0,05 c. As	0,1 c. As
17	Benceno	ug/l	SI	2,0 c. Benceno	6,0 c. Benceno	10,0 c. Benceno	10,0 c. Benceno
18	Bario	mg/l	NO	1 - 0,05 c. Ba	1,0 c. Ba	2,0 c. Ba	5,0 c. Ba
19	Berilio	mg/l	SI	0,001 c. Be	0,001 c. Be	0,001 c. Be	0,001 c. Be
20	Boro	mg/l		1,0 c. B	1,0 c. B	1,0 c. B	1,0 c. B
21	Calcio	mg/l	NO	200	300	300	400
22	Cadmio	mg/l	NO	0,005	0,005	0,005	0,005
23	Cianuros	mg/l	NO	0,02	0,1	0,2	0,2
24	Cloruros	mg/l	NO	250 c. Cl	300 c. Cl	400 c. Cl	500 c. Cl
25	Cobre	mg/l	NO	0,05 c. Cu	1,0 c. Cu	1,0 c. Cu	1,0 c. Cu
26	Cobalto	mg/l		0,1 c. Co	0,2 c. Co	0,2 c. Co	0,2 c. Co

CUADRO N°. A-2 LÍMITES PERMISIBLES PARA DESCARGAS LIQUIDAS EN mg/l.

NORMAS PARAMETROS	PROPUESTA	
	DIARIO	MES
Cobre	1,0	0,5
Zinc 3.0	1,5	
Plomo	0,6	0,3
Cadmio	0,3	0,15
Arsenico	1,0	0,5
Cromo+3	1,0	0,5
Cromo+6	0,1	0,05
Mercurio	0,002	0,001
Fierro	1,0	0,5
Antimonio	1,0	
Estaño	2,0	1,0
Cianuro libre	0,2	0,10
pH	6,9	
Temperatura	± 5°c	± 5°c
Sólidos Susp. Totales	60,0	
DBO5	80,0	
DQO	250,0	

TIPOS DE MUESTREO DE AGUA POTABLE

CONTENIDO DE LA PRÁCTICA

1. Objetivo.
2. Fundamento teórico.
3. Método.
4. Campo de aplicación.
5. Principio del método.
6. Interferencias.
7. Materiales.
8. Reactivos.
9. Procedimiento.
10. Preguntas de repaso.
11. Referencia Bibliográfica.
12. Amplía la información.



El muestreo de agua es la clave para comprender la calidad de nuestra agua potable. Este proceso implica la recolección de muestras representativas de diversas fuentes y su análisis para detectar una variedad de contaminantes.



LABORATORIO DE
HIDROSANITARIA Y
REUSO DE AGUA

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 1 de 9

TIPOS DE MUESTREO DE AGUA POTABLE

1. Objetivo.

Seleccionar, puntos de muestreo para obtener una muestra que sea representativa de agua potable, para ser sometida a análisis físicos, químicos y bacteriológicos y determinar su calidad.

2. Fundamento Teórico.

La determinación de los parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos y radiológicos de caracterización del agua potable, son esenciales para el control de la calidad y permiten garantizar la salud pública.

La actividad de muestreo y las frecuencias de control, deben ser confiables y representativas, siendo una de las etapas más importantes dentro del proceso de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

Para realizar el muestreo se deben elegir grifos de instalaciones domiciliario o publica en perfectas condiciones de funcionamiento.

El registro y ubicación de los puntos de muestreo debe ser controlado mediante la planilla detallada.

Todas las muestras deben ir claramente identificadas, llevando una etiqueta con los datos detallados.

Se deberá realizar la toma de muestras en las unidades de salida de la Planta de tratamiento de agua potable y/o tanques de almacenamiento de agua potable. (NB496, 2005).

- **Conservación de las muestras**

En el siguiente cuadro se especifican las condiciones de almacenamiento, tipo de recipiente y técnica de preservación, para los diferentes parámetros:

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 2 de 9

TABLA N° 1 Requerimientos especiales para toma de muestras

Parámetro	Tipo de recipiente	Tamaño mínimo de la muestra (ml)	Técnica de preservación	Tiempo máximo de preservación recomendado antes del análisis / tiempo ideal
Temperatura	P, V	-	Analizar inmediatamente	De inmediato
Oxígeno disuelto	V, botellas DBO	300	Analizar inmediatamente	De inmediato
Conductividad	P, V	500	Refrigerar a (4°C)/Analizar inmediatamente	28 días (máximo)/24 horas (ideal)
Turbiedad	P, V	-	Refrigerar a (4°C)/Analizar inmediatamente	48 horas (máximo)/24 horas (ideal)
pH	P, V	-	Analizar inmediatamente	De inmediato
DBO	P, V	1500	Refrigerar a (4°C)	48 horas (máximo)/6 horas (ideal)
DQO	P, V	100	Refrigerar a (4°C)	28 días (máximo) adicionar ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) a pH <2 / 24 horas (ideal)
Sólidos	P, V	-	Refrigerar a (4°C)	7 días / 24 horas (ideal)

Fuente: Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales, 1992

		Versión: 01
		Página 3 de 9

3. Método.

Muestreo manual

4. Campo de aplicación.

El sistema de muestreo se emplea para los sistemas de agua potable, para analizar y monitorizar la calidad de agua potable, examinando diversas características de la misma.

5. Principio del método.

El procedimiento de muestreo en sistemas de abastecimiento se debe iniciar con el muestreo para análisis bacteriológico, seguido de las determinaciones, en el lugar, de cloro residual libre, pH, temperatura, conductividad y finalmente el muestreo para el análisis fisicoquímico, a través de muestras simples.

1. Puntos de muestreos

Para realizar el muestreo se deben elegir grifos de instalaciones domiciliarias o publica en perfectas condiciones de funcionamiento tales como:

- En las plantas de tratamiento, después de la desinfección y antes de la red
- En la red de distribución, el grifo de muestreo debe ser de uso continuo y estar situado lo más próximo a la conexión domiciliaria controlada por las EPSAS y libre de la influencia de un tanque de almacenamiento de agua intradomiciliaria
- Facilidad al punto de muestreo elegido.
- Lugares o puntos de referencia que permitan identificar rápidamente el sitio.
- Todas las muestras deben ir claramente identificadas, llevando una etiqueta o tarjeta, consignando los datos detallados.

6. Interferencias.

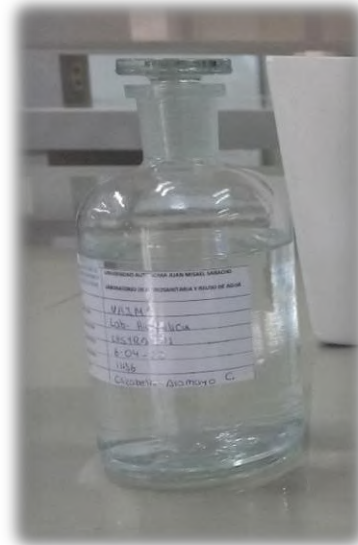
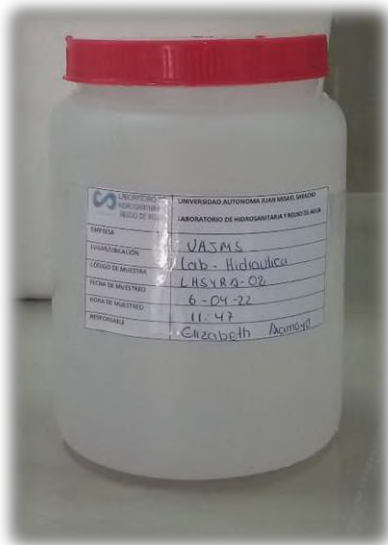
Entre las interferencias que se tienen a menudo:

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01 Página 4 de 9

- La mala selección de grifos, que presenten deterioros severos
- No regular el caudal del grifo adecuadamente
- Mala manipulación de los frascos colectores
- No seguir la cadena de custodio adecuadamente

7. Materiales.

- Frascos colectores de polietileno de 2 litros
- Frascos de vidrio de 500 mililitros



- Guantes de nitrilo



- Conservadora



- Rótulo de la muestra

 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA
EMPRESA	
LUGAR/UBICACIÓN	
CODIGO DE MUESTRA	
FECHA DE MUESTREO	
HORA DE MUESTREO	
RESPONSABLE	

- Algodón



- Pinza



- Encendedor



8. Reactivos.

- Alcohol al 70%



- Agua destilada



		Versión: 01
		Página 6 de 9

9. Procedimiento.

1. Toma de Muestras Parámetros Microbiológico

- Preparar los frascos de vidrio de boro silicato ó polipropileno, de boca ancha, esterilizados. La capacidad de los frascos debe ser de 500 ml, para los ensayos de membrana filtrante.
- Rotular el frasco de muestreo (poner la fecha y hora del muestreo y el código de la muestra)
- Verificar que el grifo seleccionado, sea de uso constante y no presente deterioros
- Eliminar del grifo cualquier adherencia o suciedad mediante una pinza, con una torunda de algodón empapada de alcohol
- Esterilizar el grifo durante un minuto con la llama proveniente de una nueva torunda de algodón empapada en alcohol, siempre con ayuda de una pinza
- Abrir el grifo para dejar correr agua de 1 min a 3 min, eliminando impurezas y agua estancada en la tubería
- Regular el flujo de agua proveniente del grifo, con el objeto de evitar la salida del neutralizador de cloro del frasco de muestreo
- Destapar el frasco esterilizado y llenar con la muestra, sujetando con una mano la tapa y con la otra mano, poner el frasco, bajo el chorro de agua, evitando el contacto del grifo con la boca del frasco.

Dejar un espacio de aire de 1 cm antes de que el agua llegue al tope del frasco

- Tapar el frasco, enroscando la tapa con el capuchón
- Registrar en planilla de muestreo la fecha la hora la temperatura u otros datos que puedan influir en las determinaciones analíticas
- Conservar la muestra a 4 °C en conservadoras con hielo y posteriormente transportarlas.

		Versión: 01
		Página 7 de 9

9.2 Toma de muestras Parámetros físico-químicos

- Preparar los frascos de polietileno con una capacidad de 2 litros
- Rotular el frasco de muestreo (poner hora y fecha de muestreo y código de la muestra correspondiente)
- Verificar que el grifo seleccionado, sea de uso constante y no presente deterioros
- Dejar correr agua por el grifo a objeto de asegurar que la muestra sea representativa del agua de red de suministro y no agua estancada
- Enjuagar el frasco dos a tres veces con la misma muestra
- Llenar el frasco hasta que rebalse, evitando el contacto del grifo con la boca del frasco
- Tapar el frasco con sumo cuidado para que no queden burbujas en su interior
- Registrar en planillas de muestreo, la fecha, hora, temperatura y otros datos que puedan influir en las determinaciones analíticas
- Conservar las muestras a 4 °C en conservadoras con hielo

9.3 Toma de Muestras para metales Pesados

- Utilizar frascos de vidrio, de boca ancha, con capacidad de 500 mililitros. Para analizar parámetros como el hierro disuelto y manganeso disuelto, el frasco debe contener como conservante, ácido nítrico ultra puro, 2 mililitros por litro de muestra
- Rotular el frasco colector de muestra (poner la hora, fecha y el código de la muestra correspondiente)
- Verificar que el grifo seleccionado sea de uso constante y no presente deterioros
- Dejar correr el agua por las tuberías a objeto de asegurar que la muestra sea representativa

		Versión: 01
		Página 8 de 9

- Llenar el frasco, regulando el flujo de agua del grifo para evitar el rebalse del agua y de esta forma la salida del conservante, completada la operación tapar de manera inmediata el frasco
- Registrar datos relevantes del muestreo, el tipo de agua a analizar, la procedencia, metodología de muestreo y otras condiciones con la fecha, hora, temperatura y otros datos que puedan influir en las determinaciones analíticas
- Mantener la muestra a 4°C y transportarla en conservadoras con hielo.

10. Preguntas de repaso.

Reporte de Laboratorio.

Nombre del Estudiante: _____ Matricula: _____

- 1.- ¿Definir el concepto de muestreo?.
- 2.- ¿Describir las características que debe presentar una muestra de agua para que sea representativa?.
- 3.- ¿Indicar los criterios que se deben considerar para hacer una buena selección del punto de muestreo?.
- 4.- ¿Indicar los intervalos de tiempo entre el muestreo y el análisis para los distintos tipos de muestreo?.
- 5.- ¿Describir la diferencia de muestreos para parámetros, microbiológicos, físico-químico y metales pesados?.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01

11. Referencia Bibliográfica.

Norma Boliviana NB 496 (2005). *Agua Potable. Toma de Muestras*. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA).

APHA, A. W. (1992). *Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales*. Madrid-España.

12. Amplía la información.

Para poder mejorar la comprensión en el aprendizaje, ingresa al siguiente sitio web, donde hay una explicación audio visual:

- <https://www.youtube.com/watch?v=infcAl9-G2o> [Video interactivo de Muestreo de agua potable para análisis fisicoquímico y microbiológico]

DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD

CONTENIDO DE LA PRÁCTICA

1. Objetivo.
2. Fundamento teórico.
3. Método.
4. Campo de aplicación.
5. Principio del método.
6. Interferencias.
7. Equipos.
8. Materiales.
9. Reactivos.
10. Procedimiento.
11. Cálculo y reporte.
12. Referencia Bibliográfica.
13. Amplía la información.



En esta práctica, se llevará a cabo la determinación de la conductividad eléctrica en muestras de agua provenientes de diferentes fuentes locales. El objetivo principal es evaluar la calidad de estas aguas y determinar si cumplen con los estándares establecidos para consumo humano.



LABORATORIO DE
HIDROSANITARIA Y
REUSO DE AGUA

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01 Página 1 de 10
---	---	-----------------------------------

DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD

1. Objetivo.

Comprender el concepto de conductividad y su aplicación en el contexto de la definición de la calidad de las aguas, según sea su tipo y uso al que se destinen

2. Fundamento teórico.

La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica. La conductividad del agua depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Por lo tanto, cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia, implica un cambio en la conductividad. Por ello, el valor de la conductividad es muy usado en análisis de aguas para obtener una estimación rápida del contenido de sólidos disueltos. La forma más usual de medir la conductividad del agua es mediante instrumentos comerciales de lectura directa en $\mu\text{mho/cm}$ a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ con un error menor del 1 %. La conductividad leída es igual a la conductividad eléctrica de la muestra medida entre caras opuestas de un cubo de 1 cm, como se muestra enseguida. La resistencia específica de un conductor es función de sus dimensiones y puede expresarse como:

$$C = \frac{RA}{L}$$

Dónde:

C = resistencia específica, en ohm x cm

R = resistencia, en ohm

A = área de la sección transversal del conductor, en cm^2

L = longitud del conductor, en cm

La conductancia específica de un conductor es igual al inverso de su resistencia específica:

$$K = \frac{1}{C} = \frac{L}{RA}$$

Dónde: K = conductancia específica, mho/cm

En otras palabras, la conductancia específica, es la conductancia de un conductor de 1 cm de longitud y una sección transversal de 1 cm², por lo tanto, numéricamente es igual a la conductividad. Como en el agua dulce el valor de la conductividad es muy pequeño, se expresa en (μmho/cm) o en unidades del sistema internacional (μsiemens/cm). (Vázquez, 2012 pg. 18).

$$1 [\text{ohm}] = 1 [\text{siemens}]$$

3. Método.

Conductimetría

4. Campo de aplicación.

La conductividad es un parámetro fundamental en el control de calidad del agua potable, ya que permite evaluar la presencia de sales disueltas, es un parámetro importante en estudios hidrogeológicas, de calidad de (aguas superficiales y subterráneas) y en la evaluación del impacto ambiental de diversas actividades.

5. Principio del método.

La determinación de la conductividad se realiza midiendo la resistencia eléctrica en un área de la solución definida por el diseño de la sonda. Se aplica un voltaje entre los dos electrodos que integran la sonda y que están inmersos en la solución. La caída en voltaje causada por la resistencia de la solución es utilizada para calcular la conductividad por centímetro. El flujo de electrones entre los electrodos en una solución de electrolitos varía con la temperatura de la solución. A mayor temperatura mayor es el flujo entre los electrodos y viceversa.

La conductividad se incrementa con la temperatura a una razón de 1.9% por °C

La conductividad k, es una medida de la habilidad de una solución acua para transmitir una corriente eléctrica. Esta habilidad depende de la presencia de iones, de su concentración

total, movilidad, valencia y la temperatura de medición. Las soluciones de la mayoría de los compuestos orgánicos son buenos conductores relativamente. Por el contrario, las moléculas de compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas conducen muy poca corriente.

6. Interferencias.

Las desviaciones de las mediciones con los equipos de conductividad se presentan cuando los electrodos almacenan residuos y la muestra no circula adecuadamente. Para evitarlo lave perfectamente el electrodo con abundante agua destilada cuando lo requiera y enjuague perfectamente con agua destilada.

Evite realizar mediciones a temperaturas excesivas ó mediciones en soluciones especiales como: ácidos, bases fuertes y solventes orgánicos, ya que pueden dañar la celda o acortar su tiempo de vida considerablemente

7. Equipos.

- Medidor Multiparámetro Portátil HI 9829



8. Materiales.

- Sonda de Registro Autónomo HI7629829
- Sensor de Conductividad (C.E) HI7609829-3



- Vaso de precipitado de 50 ml, 250 ml y 1000 ml
- Papel absorbente



9. Reactivos.

- Agua destilada
- Buffers de conductividad



	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 5 de 10

- Guantes quirúrgicos



10. Procedimiento.

1. Preparación del Equipo:

- Verificar que el equipo Hanna HI 9829 y el sensor de conductividad estén en buen estado y limpios.
- Conectar la sonda al medidor Hanna HI 9829.
- Encender el equipo.
- Antes de empezar a utilizar el equipo Multiparamétrico revisar el nivel de batería del equipo que se muestra en la parte inferior izquierda.
- Verifica la fecha de vencimiento de las soluciones estándar de conductividad. No utilices soluciones vencidas.

2. Procedimiento de Calibración del Sensor de Conductividad:

- Utilice un vaso de precipitado de 1000 ml para enjuagar el sensor con agua destilada o desionizada.
- Secar suavemente con papel absorbente.
- Presionamos donde dice menú "calibración", elija "calibración parámetro único" y luego selecciona el parámetro de "Conductividad".

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01 Página 6 de 10
---	---	-----------------------------------

- El equipo puede ofrecer calibración de uno o varios puntos. Para una mayor precisión, se recomienda una calibración de dos puntos o más.

3. Calibración del Primer Punto (buffer de 147 $\mu\text{S}/\text{cm}$):

- Agregue 25 ml de buffer de 147 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a un Vaso precipitado de 50 ml.
- Sumerge el sensor en la primera solución estándar de conductividad (buffer de conductividad) asegurándose de que los sensores estén completamente cubiertos y sin burbujas de aire. Agita suavemente.
- Evite tocar el fondo o las paredes del recipiente con el sensor.
- Una vez estabilizada la lectura, el temporizador iniciara la cuenta atrás de 10 segundos, hasta que se muestre en mensaje “listo”.
- Enjuague y seque la sonda.

4. Calibración del Segundo Punto (buffer de 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$):

- Agregue 25 ml de buffer de 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a un Vaso precipitado de 50 ml.
- Sumerge el sensor en la segunda solución estándar asegurándose de que los electrodos estén completamente cubiertos y sin burbujas de aire. Agita suavemente.
- Evite tocar el fondo o las paredes del recipiente con el sensor.
- Una vez estabilizada la lectura durante 10 segundos, el temporizador iniciara la cuenta atrás, hasta que se muestre en mensaje “listo”.
- Enjuague y seque la sonda.

3. Calibración del tercer Punto (buffer de 12880 $\mu\text{S}/\text{cm}$):

- Agregue 25 ml de buffer de 12880 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a un Vaso precipitado de 50 ml.
- Sumerge el sensor en la segunda solución estándar asegurándose de que los electrodos estén completamente cubiertos y sin burbujas de aire. Agita suavemente.
- Evite tocar el fondo o las paredes del recipiente con el sensor.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 7 de 10

- Una vez estabilizada la lectura durante 10 segundos, el temporizador iniciara la cuenta atrás, hasta que se muestre en mensaje “listo”.
- Enjuague y seque la sonda.

10.6 Medición de la Muestra:

- Asegúrese de que la superficie exterior del vaso de precipitado esté completamente limpia y seca, eliminando cualquier residuo o partícula que pudiera interferir con la medición. Se recomienda limpiar con agua destilada y secar cuidadosamente.
- Para garantizar que la medición no se vea afectada por residuos de limpiezas previas, realice un triple enjuague del vaso de precipitado con la propia muestra a analizar.
- Enjuaga la sonda con una porción de la muestra de agua que vas a analizar.
- Llenar el vaso de precipitado con 150 ml de muestra e introducir la punta de la sonda en la muestra.
- Sumerge la sonda en la muestra de agua asegurándote de que los sensores estén completamente cubiertos y de que no haya burbujas de aire atrapadas. Agita suavemente el sensor.
- Evite tocar el fondo o las paredes del recipiente con el sensor.
- Selecciona la función de medición “Conductividad” en el medidor HI 9829.
- Para las siguientes lecturas, simplemente sumerge la sonda nuevamente en la misma muestra y espera a que el valor se estabilice.
- El valor de la lectura que aparece en la pantalla es el contenido de Conductividad de la muestra.
- Registre tres lecturas de Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), para obtener resultados confiables y representativos

- Se debe reportar el valor de la temperatura (°C) de la muestra al momento de la medición.
- Enjuaga el sensor cuidadosamente con agua destilada o desionizada.
- Seque el sensor con papel absorbente.
- Apaga el equipo Hanna 9829.

11. Cálculo y reporte.

Reporte de Laboratorio.

Nombre del Estudiante: _____ Matricula: _____

Hoja de levantamiento de datos

Muestra 1

Resultado	
Fecha	
Hora	
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	
Temperatura (°C)	

Muestra 2

Resultado	
Fecha	
Hora	
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	
Temperatura (°C)	

Muestra 3

Resultado	
Fecha	
Hora	
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	

Presenta los resultados obtenidos en manera tabular y exprese sus conclusiones:

MUESTRA	CONDUCTIVIDAD ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
1	
2	
3	
Valor Máximo Aceptable NB 512 Límite Máximo Admisible LEY 1333	1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Clase B (140 a 300) $\mu\text{S}/\text{cm}$

- Preguntas de repaso:**

- 1.- ¿Qué es la conductividad eléctrica?.
- 2.- ¿Qué tipo de electrodo se usa para medir la conductividad?.
- 3.- ¿Qué precauciones se deben tomar al realizar una medición de conductividad?.
- 4.- ¿Qué significa obtener un valor de conductividad muy bajo o muy alto?.
- 5.- ¿Por qué es importante enjuagar el electrodo con agua destilada antes y después de cada medición?.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 10 de 10

12. Referencia Bibliográfica.

Hanna Instruments. (2022). *Manual de usuario del equipo HI 9829*.

Vázquez González, M. B. A. (2018). *Manual de prácticas del laboratorio de ingeniería sanitaria y ambiental*. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

APHA, A. W. (1992). *Métodos Normalizados Para el análisis de aguas potables y residuales*. Madrid-España.

13. Amplía la información.

Para poder mejorar la comprensión en el aprendizaje, ingresa al siguiente sitio web, donde hay una explicación audio visual:

- <https://www.youtube.com/watch?v=Wp-ci9ArynK> [Video interactivo medidor multiparamétrico HI 9829]

DETERMINACIÓN DE pH

CONTENIDO DE LA PRÁCTICA

1. Objetivo.
2. Fundamento teórico.
3. Método.
4. Campo de aplicación.
5. Principio del método.
6. Interferencias.
7. Equipos.
8. Materiales.
9. Reactivos.
10. Procedimiento.
11. Cálculo y reporte.
12. Referencia Bibliográfica.
13. Amplía la información.



El Ph es un parámetro de gran importancia en diversos campos, ya que influye en la vida acuática, la corrosión de materiales, la eficacia de los procesos de desinfección y la calidad de los productos. En esta práctica, exploraremos cómo determinar el pH de manera precisa y su relevancia en la evaluación de la calidad del agua.



LABORATORIO DE
HIDROSANITARIA Y
REUSO DE AGUA

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 1 de 11

DETERMINACIÓN DE pH

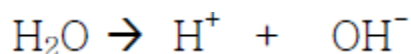
1. Objetivo.

Comprender el concepto de pH y su aplicación en el contexto de la definición de la calidad de las aguas, según sea su tipo y uso al que se destinen.

2. Fundamento teórico.

El pH es un término universal que expresa la intensidad de las condiciones ácidas o alcalinas de una solución. El concepto del pH proviene de una serie de descubrimientos, que llevaron al entendimiento completo de los ácidos y las bases. Los ácidos y las bases se distinguieron originalmente por su diferencia en sabor y posteriormente por el modo en que afectaban ciertos materiales que se denominaron como indicadores. Con la teoría de ionización de Arrhenius (1887) y posteriormente con el descubrimiento de que el electrodo de hidrógeno es un aparato que nos permite la medición de la concentración del ion hidrógeno, se pueden determinar las concentraciones de hidrógeno que le dan los diferentes grados de acidez al agua.

El agua químicamente pura se disocia en la siguiente forma:



Sin embargo, el agua es muy débilmente ionizable, esto es que una pequeñísima cantidad de moléculas de agua se van a separar en iones. De acuerdo a la ley del equilibrio:

$$\frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = K \quad \text{Cte. de equilibrio}$$

Debido a que la concentración del agua es extremadamente grande, y su concentración disminuye tan poco al disociarse por el pequeñísimo grado de ionización, se puede considerar que H_2O , por lo tanto:

Las condiciones ácidas se incrementan conforme los valores de pH decrecen, y las condiciones alcalinas se incrementan conforme el pH se incrementa.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 3 de 11

- **Control del pH**

El pH tiene mucha importancia porque influye en la mayoría de los procesos de tratamiento de aguas. El sistema ecológico puede ser afectado porque la alteración del pH en un cuerpo de agua puede causar la muerte de los peces. Los procesos de tratamiento en los que el pH debe ser considerado son los procesos de coagulación química, desinfección, ablandamiento de agua y control de la corrosión. En sistemas de tratamiento de aguas negras que utilicen procesos biológicos, el pH debe de controlarse dentro de un rango favorable a los microorganismos encargados de la purificación. Los tratamientos químicos usados para coagular aguas residuales, el secado de lodos o la oxidación de ciertas sustancias como cianuros, requieren de un control exacto del pH.

El pH de las aguas naturales varían entre 4 y 9, sin embargo, la mayoría de las aguas son ligeramente básicas debido a la presencia de carbonatos. (García, 2012 pg. 14-15.)

3. Método.

Potenciométrico

4. Campo de aplicación.

El pH es un parámetro crucial en la gestión del agua, ya que influye en la corrosividad, la toxicidad, la eficacia de los tratamientos y la vida acuática. En las plantas de tratamiento de agua potable, el pH se ajusta para optimizar la coagulación y floculación, eliminando partículas y microorganismos. Además, un pH adecuado evita la corrosión de las tuberías y garantiza que los desinfectantes utilizados sean efectivos.

5. Principio del método

El principio básico de la medición de pH por el método electrométrico es la determinación de la actividad de ion hidrogeno por medición potenciometrica, usando un electrodo estándar y un electrodo de referencia. El electrodo de hidrogeno consiste de un electrodo de platino a través del cual el gas hidrogeno es burbujeado a una presión de 101 kpa. El

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 4 de 11

electrodo de vidrio se usa más comúnmente, debido a la dificultad en el uso y riesgo de contaminación del electrodo de hidrogeno.

Este método se basa en la capacidad de respuesta del electrodo de vidrio ante soluciones de diferente actividad de iones H^+ . EL pH se determina por la medición de la fuerza electromotriz producida por el electrodo de vidrio que varía linealmente con el pH del medio. Se debe de tener en cuenta la temperatura de la muestra ya que esta afecta al valor del pH. La calibración periódica del electrodo del sistema es importante y se realiza con soluciones reguladoras (soluciones buffer) de pH preciso y conocido.

El pH se define como menos el logaritmo decimal de la actividad del ión hidrogeno (H^+) en mol/L

$$pH = -\log [H^+]$$

6. Interferencias.

- El electrodo de vidrio está libre de interferencias relativamente, como ser: color, turbidez, materia coloidal, oxidantes, reductores, o alta salinidad, excepto para el error de sodio para $Ph > 10$.

La medición de pH es afectada por la temperatura de dos maneras

- Efectos mecánicos que son causados por los cambios en las propiedades del electrodo. La pendiente de Nerst se incrementa con el incremento térmico. Esto puede causar una deriva de pH de larga duración
- Efectos químicos causados por los cambios en el equilibrio, es por esto que los buffers tienen un valor de pH específico para cada temperatura y por eso se debe reportar siempre el valor de temperatura con el valor de pH medio

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 5 de 11

7. Equipos.

- Multiparámetro Portátil HANNA 9829



8. Materiales.

- Sonda de Registro Autónomo HI7629829
- Sensor de pH (HI 7609829-0)



- Papel absorbente
- Vaso precipitado de 50 ml, 250 ml y 1000 ml



	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 6 de 11

- Guantes quirúrgicos



9. Reactivos.

- Solución buffers de pH
- Agua destilada o desionizada



10. Procedimiento.

1. Preparación del Equipo:

- Verificar que el equipo Hanna HI 9829 y el sensor de pH estén en buen estado y limpios.
- Conectar la sonda al medidor Hanna HI 9829.
- Encender el equipo.
- Antes de empezar a utilizar el equipo Multiparamétrico revisar el nivel de batería del equipo que se muestra en la parte inferior izquierda.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 7 de 11

- Verifica la fecha de vencimiento de las soluciones estándar de pH. No utilices soluciones vencidas.
- Retire el capuchón de protección del sensor de pH. Este capuchón generalmente contiene una solución de almacenamiento para mantener el electrodo hidratado.

2. Procedimiento de Calibración del Sensor de pH:

- Utilice un vaso de precipitado de 1000 ml para enjuagar el sensor con agua destilada o desionizada, para eliminar cualquier residuo o posibles contaminantes.
- Seque suavemente con papel absorbente sin frotar la membrana del sensor.
- Presionamos donde dice menú “calibración” y luego selecciona el parámetro de "pH".
- El equipo puede ofrecer calibración de uno o varios puntos. Para una mayor precisión, se recomienda una calibración de tres puntos.

3. Calibración del primer punto (buffer de 7.01):

- Agregue 25 ml de buffer de 7.01 a un Vaso precipitado de 50 ml.
- Sumerge el sensor en la primera solución buffer (pH 7.01) asegurándote de que los sensores estén completamente cubiertos y sin burbujas de aire. Agita suavemente.
- Evite tocar el fondo o las paredes del recipiente con el sensor.
- Una vez estabilizada la lectura, el temporizador iniciara la cuenta atrás de 10 segundos, hasta que se muestre en mensaje “listo”.
- Enjuague y seque la sonda.

2. Calibración del segundo punto (buffer de 4.01):

- Agregue 25 ml de buffer de 7.01 a un Vaso precipitado de 50 ml.
- Sumerge el sensor en la segunda solución buffer (pH 4.01) asegurándote de que los sensores estén completamente cubiertos y sin burbujas de aire. Agita suavemente.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 8 de 11

- Evite tocar el fondo o las paredes del recipiente con el sensor.
- Una vez estabilizada la lectura, el temporizador iniciara la cuenta atrás de 10 segundos, hasta que se muestre en mensaje “listo”.
- Enjuague y seque la sonda.

10.5 Calibración del tercer punto (buffer de 10.01):

- Agregue 25 ml de buffer de 7.01 a un Vaso precipitado de 50 ml.
- Sumerge el sensor en la tercera solución buffer (pH 10.01) asegurándote de que los sensores estén completamente cubiertos y sin burbujas de aire. Agita suavemente.
- Evite tocar el fondo o las paredes del recipiente con el sensor.
- Una vez estabilizada la lectura, el temporizador iniciara la cuenta atrás de 10 segundos, hasta que se muestre en mensaje “listo”.
- Enjuague y seque la sonda.

10.6 Medición de la Muestra:

- Asegúrese de que la superficie exterior del vaso de precipitado esté completamente limpia y seca, eliminando cualquier residuo o partícula que pudiera interferir con la medición. Se recomienda limpiar con agua destilada y secar cuidadosamente.
- Para garantizar que la medición no se vea afectada por residuos de limpiezas previas, realice un triple enjuague del vaso de precipitado con la propia muestra a analizar.
- Enjuaga la sonda con una porción de la muestra de agua que vas a analizar.
- Llenar el vaso de precipitado con 150 ml de muestra e introducir la punta de la sonda en la muestra.
- Sumerge la sonda en la muestra de agua asegurándote de que los sensores estén completamente cubiertos y de que no haya burbujas de aire atrapadas. Agita suavemente el sensor.

- Evite tocar el fondo o las paredes del recipiente con el sensor.
- Seleccione la función de medición “pH” en el medidor HI 9829.
- Para las siguientes lecturas, simplemente sumerge la sonda nuevamente en la misma muestra y espera a que el valor se estabilice.
- El valor de la lectura que aparece en la pantalla es el contenido de pH de la muestra.
- Registre tres lecturas de pH, para obtener resultados confiables y representativos
- Se debe reportar el valor de la temperatura (°C) de la muestra al momento de la medición.
- Enjuaga el sensor cuidadosamente con agua destilada o desionizada.
- Seque el sensor con papel absorbente.
- Apaga el equipo Hanna 9829.

11. Cálculo y reporte.

Reporte de Laboratorio.

Nombre del Estudiante: _____ Matricula: _____

Hoja de levantamiento de datos

Muestra 1

Resultado	
Fecha	
Hora	
pH	
Temperatura (°C)	

Muestra 2

Resultado	
Fecha	
Hora	
pH	
Temperatura (°C)	

Muestra 3

Resultado	
Fecha	
Hora	
pH	
Temperatura (°C)	

Presenta los resultados obtenidos en manera tabular y exprese sus conclusiones:

MUESTRA	POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)
1	
2	
3	
Valor Máximo Aceptable NB 512 Límite Máximo Admisible LEY 1333	6,5 – 9,0 pH Uso en riego agrícola – Clase B (8,5 – 9,0 pH)

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01 Página 11 de 11
---	---	---

- **Preguntas de repaso:**

- 1.- ¿Qué es el pH y por qué es importante medirlo en el agua?
- 2.- ¿Qué tipo de electrodo se usa para medir el pH?
- 3.- ¿Cómo afecta la temperatura a la medición del pH?
- 4.- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de medir el pH con el equipo HI 9829?
- 5.- ¿Qué es un buffer?

12. Referencia.

Hanna Instruments. (2022). *Manual de usuario del equipo HI 9829*

García, R. (2019). *Manual de Prácticas del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria*. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). México.

APHA, A. W. (1992). *Métodos Normalizados Para el análisis de aguas potables y residuales*. Madrid-España.

13. Amplía la información

Para poder mejorar la comprensión en el aprendizaje, ingresa al siguiente sitio web, donde hay una explicación audio visual:

- <https://www.youtube.com/watch?v=Wp-ci9ArynK> [Video interactivo medidor multiparamétrico HI 9829]

DETERMINACIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO

CONTENIDO DE LA PRÁCTICA

1. Objetivo.
2. Fundamento teórico.
3. Método.
4. Campo de aplicación.
5. Principio del método.
6. Interferencias.
7. Equipos.
8. Materiales.
9. Reactivos.
10. Procedimiento.
11. Cálculo y reporte.
12. Referencia Bibliográfica.
13. Amplía la información.



El oxígeno disuelto (OD) es un parámetro fundamental en la evaluación de la calidad del agua, crucial para el sustento de la vida acuática y la eficiencia de los procesos biológicos en sistemas de tratamiento de aguas.



LABORATORIO DE
HIDROSANITARIA Y
REUSO DE AGUA

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 1 de 11

DETERMINACIÓN DEL OXIGENO DISUELTO

1. Objetivo.

Realizar la medición del parámetro oxígeno disuelto en muestras de agua utilizando el equipo portátil Hanna Instruments HI 9829, aplicando los procedimientos de calibración y medición adecuados para el sensor electroquímico de membrana.

2. Fundamento teórico.

El oxígeno es esencial para los riachuelos y lagos saludables. El nivel de Oxígeno Disuelto (OD) puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal de un determinado ecosistema. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir.

Entre otros factores que influyen en la solubilidad del oxígeno están los siguientes:

- La temperatura y la salinidad: Ambos influyen de igual manera, es decir, una menor salinidad y temperatura puede guardar más oxígeno en ella que el agua más caliente y más salada, a menor temperatura y salinidad, mayor solubilidad presentara el oxígeno
- La actividad biológica: En el caso de las aguas naturales superficiales, tales como lagos, lagunas, ríos, entre otros, el oxígeno proviene de los organismos vegetales que contienen clorofila o cualquier otro pigmento capaz de efectuar la fotosíntesis. Los pigmentos facultan a las plantas, tanto inferiores como superiores a utilizar la energía radiante del sol y convertir el Dióxido de Carbono (CO₂) en compuestos orgánicos. La energía lumínica procedente del sol, permite que el agua y el Dióxido de Carbono (como única fuente de carbono) reaccionen para producir un azúcar simple (glucosa), desprendiéndose oxígeno como subproducto.
- La turbulencia de la corriente también puede aumentar los niveles de OD debido a que el aire queda atrapado bajo el agua que se mueve rápidamente y el oxígeno del aire se disolverá en el agua. (Rodriguez,2011 pag 1).

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 2 de 11

3. Método.

Electroquímico

4. Campo de aplicación.

El parámetro Oxígeno Disuelto (OD) es de vital importancia para el diseño y la operación eficiente de procesos biológicos aerobios como lodos activados, filtros percoladores y lagunas aireadas. Se requiere mantener niveles óptimos de OD para garantizar la actividad metabólica de los microorganismos encargados de la descomposición de la materia orgánica y la remoción de nutrientes. La medición del OD es un indicador fundamental de la salud ecológica de ríos, lagos y humedales. Niveles bajos pueden señalar contaminación orgánica.

5. Principio del método

El medidor HI 9829 mide esta corriente y la convierte en una lectura de concentración de oxígeno disuelto, que puede expresarse en mg/l o % de saturación.

Un sensor galvánico de oxígeno disuelto (O.D.) HI 7609829-2. Es un tipo de sensor electroquímico que genera una señal eléctrica (voltaje o corriente) en respuesta a una reacción química espontánea que ocurre dentro del sensor. El cuerpo del sensor está fabricado con material duradero de ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), un material conocido por su resistencia, durabilidad y ligereza, adecuado para su uso en entornos de laboratorio y de campo. y una membrana fácilmente reemplazable. Las membranas están construidas de HDPE (High Density Polyethylene). Este material tiene las propiedades de permeabilidad al oxígeno adecuadas para el funcionamiento del sensor (Significa que el HDPE permite que las moléculas de oxígeno (O_2) pasen a través de su estructura). En el contexto específico de la medición de oxígeno disuelto (OD), un sensor galvánico funciona de la siguiente manera:

Principio de Funcionamiento de un Sensor Galvánico de Oxígeno Disuelto:

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 3 de 11

Membrana Permeable al Oxígeno: El sensor está equipado con una membrana delgada hecha de un material que permite que el oxígeno gaseoso de la muestra la atraviese por difusión, pero que es impermeable a los iones y otras moléculas grandes presentes en el agua.

Electrodos Internos: Dentro del sensor, en contacto con una solución electrolítica, hay dos electrodos de metales diferentes: **Cátodo (Electrodo de Reducción):** Generalmente hecho de un metal “plata”. Aquí es donde el oxígeno que ha difundido a través de la membrana es reducido.

Ánodo (Electrodo de Oxidación): Generalmente hecho de un metal más activo como el zinc. Este electrodo se oxida durante la reacción.

Reacción Electroquímica Espontánea: El oxígeno que pasa a través de la membrana llega al cátodo. En presencia de la solución electrolítica, el oxígeno se reduce, ganando electrones.

Simultáneamente, en el ánodo, el metal se oxida, perdiendo electrones.

Este proceso genera un flujo de electrones desde el ánodo hacia el cátodo a través de un circuito externo, creando una corriente eléctrica.

Corriente Proporcional a la Concentración de Oxígeno: La magnitud de la corriente eléctrica generada por la celda galvánica es directamente proporcional a la presión parcial del oxígeno en la muestra que está en contacto con la membrana. Cuanto mayor sea la concentración de oxígeno en la muestra, mayor será la cantidad de oxígeno que difunda a través de la membrana y, por lo tanto, mayor será la corriente producida.

Medición: El medidor de oxígeno disuelto (como el Hanna HI 9829) está conectado al sensor galvánico y mide esta corriente eléctrica. Luego, el medidor convierte la lectura de corriente en una indicación de la concentración de oxígeno disuelto, que se puede expresar en unidades como mg/l o % de saturación.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 4 de 11

6. Interferencias.

- **Incrustaciones y Suciedad en la Membrana:** Depósitos de partículas, sedimentos, aceites, grasas, biopelículas o cualquier material extraño que se acumule en la superficie de la membrana de la sonda. Esto dificulta la difusión del oxígeno desde la muestra hacia el interior del sensor, resultando en lecturas bajas y lentas.
- **Daño Físico a la Membrana:** Roturas, pinchazos, desgarros, pliegues o estiramientos excesivos de la membrana. Un daño compromete la permeabilidad selectiva de la membrana al oxígeno y puede permitir el paso de otras sustancias o causar fugas de la solución electrolítica interna, afectando la precisión y la estabilidad de la medición.
- **Burbujas de Aire Adheridas a la Membrana:** La presencia de burbujas de aire atrapadas en la superficie de la membrana impide el contacto directo entre la membrana y la muestra líquida. Esto reduce la superficie efectiva para la difusión del oxígeno y puede causar lecturas erráticas o subestimadas.

7. Equipos.

- Multiparámetro Portátil HANNA 9829



	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 5 de 11

8. Materiales.

- Sonda de Registro HI7629829
- Sensor galvánico de oxígeno disuelto HI 7609829-2



- Vaso de Calibración para Medidor Portátil
- Vaso precipitado 50 ml, 250 ml y 1000 ml



- Papel absorbente



- Guantes quirúrgicos



- Pipetas de 10 ml



- Propipeta



9. Reactivos.

- Buffer de oxígeno cero 500 ml



- Agua destilada o desionizada



	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01 Página 7 de 11
---	---	-----------------------------------

10. Procedimiento.

1. Preparación del Equipo:

- Verificar que el equipo Hanna HI 9829 y el sensor de oxígeno disuelto estén en buen estado y limpios.
- Asegurarse de que la membrana de la sonda esté intacta, correctamente instalada y que la solución electrolítica interna esté en el nivel adecuado. Reemplazar la membrana o la solución electrolítica si es necesario.
- Conectar la sonda al medidor Hanna HI 9829.
- Encender el equipo.
- Antes de empezar a utilizar el equipo Multiparamétrico revisar el nivel de batería del equipo que se muestra en la parte inferior izquierda.
- Verifica la fecha de vencimiento de las soluciones estándar de conductividad. No utilices soluciones vencidas.

2. Calibración del Sensor de Oxígeno Disuelto en 100 % de saturación:

- Utilice un vaso de precipitado de 1000 ml para enjuagar el sensor con agua destilada o desionizada.
- Secar suavemente con papel absorbente.
- Presionamos donde dice menú "calibración", elija "calibración parámetro único" y luego selecciona el parámetro de "Oxígeno Disuelto" – "% de saturación de oxígeno disuelto".
- Agregue 4 ml de agua destilada al vaso de calibración con ayuda de una pipeta y propipeta.
- Enrosque el vaso de calibración a la sonda.
- Una vez estabilizada la lectura durante 10 segundos, el temporizador iniciara la cuenta regresiva, hasta que se muestre en mensaje "listo".
- Enjuague y seque la sonda.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 8 de 11

10.3 Calibración del Sensor de Oxígeno Disuelto en 0 % de saturación:

- Agregue 25 ml de buffer de oxígeno cero a un Vaso precipitado de 50 ml.
- Sumerja la sonda en la solución estándar de oxígeno cero, asegurándose de que los sensores estén completamente cubiertos. Evite la agitación, ya que esta solución está diseñada para no contener oxígeno disuelto.
- Evite tocar el fondo o las paredes del recipiente con el sensor.
- Una vez que observe que la lectura del oxígeno disuelto, se ha estabilizado en la pantalla, el temporizador iniciará una cuenta regresiva de 10 segundos. Al finalizar la cuenta regresiva, se mostrará el mensaje “listo”, indicando que la lectura es considerada estable para la calibración.
- Enjuague y seque la sonda.

10.4 Medición de la Muestra:

- Asegúrese de que la superficie exterior del vaso de precipitado esté completamente limpia y seca, eliminando cualquier residuo o partícula que pudiera interferir con la medición. Se recomienda limpiar con agua destilada y secar cuidadosamente.
- Para garantizar que la medición no se vea afectada por residuos de limpiezas previas, realice un triple enjuague del vaso de precipitado con la propia muestra a analizar.
- Enjuaga la sonda con una porción de la muestra de agua que vas a analizar.
- Llenar el vaso de precipitado con 150 ml de muestra e introducir la punta de la sonda en la muestra, asegurándote de que la membrana esté completamente cubierta y libre de burbujas de aire adheridas.
- Evite tocar el fondo o las paredes del recipiente con el sensor.
- Selecciona la función de medición de Oxígeno Disuelto en el medidor HI 9829.
- Para las siguientes lecturas, simplemente sumerge la sonda nuevamente en la misma muestra y espera a que el valor se estabilice.

- El valor de la lectura que aparece en la pantalla es el contenido de Oxígeno Disuelto de la muestra.
- Registre tres lecturas de oxígeno disuelto (% de saturación), para obtener resultados confiables y representativos
- Se debe reportar el valor de la temperatura (°C) de la muestra al momento de la medición.
- Enjuague y seque la sonda.

11. Cálculo y reporte.

Reporte de Laboratorio.

Nombre del Estudiante: _____ Matricula: _____

Hoja de levantamiento de datos

Muestra 1

Resultado	
Fecha	
Hora	
OD	
Temperatura (°C)	

Muestra 2

Resultado	
Fecha	
Hora	
OD	
Temperatura (°C)	

Muestra 3

Resultado	
Fecha	
Hora	
OD	
Temperatura (°C)	

Presenta los resultados obtenidos en manera tabular y exprese sus conclusiones:

MUESTRA	OXIGENO DISUELTO (OD)
1	
2	
3	
Límite Máximo Admisible LEY 1333	Uso en riego agrícola – Clase B (70% – 80% sat.)

- **Preguntas de repaso:**

- 1.- ¿Qué mantenimiento requiere el sensor de Oxígeno Disuelto?.
- 2.- ¿Cuál es la relación entre la temperatura y OD?.
- 3.- ¿Cómo se calibra el sensor de Oxígeno Disuelto del Hanna HI 9829?.
- 4.- ¿Por qué es importante medir el Oxígeno Disuelto en el agua?.
- 5.- ¿Cuáles son los niveles en que se puede encontrar el oxígeno en el agua?.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 11 de 11

12. Referencia Bibliográfica.

Hanna Instruments. (2022). *Manual de usuario del equipo HI 9829*.

García, R. (2019). *Manual de Prácticas del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria*. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). México.

APHA, A. W. (1992). *Métodos Normalizados Para el análisis de aguas potables y residuales*. Madrid-España.

Rodríguez, P. (2011). *Práctica 6: Determinación de oxígeno disuelto en agua*. Laboratorio de Química General.

13. Amplía la información

Para poder mejorar la comprensión en el aprendizaje, ingresa al siguiente sitio web, donde hay una explicación audio visual:

⇒ https://youtu.be/h4QH29I5tYc?si=4-Uf7bUJUKWI_HZD [Video interactivo
calibración oxígeno disuelto - medidor multiparamétrico]

DETERMINACIÓN DE LA TURBIEDAD

CONTENIDO DE LA PRÁCTICA

1. Objetivo.
2. Fundamento teórico.
3. Método.
4. Campo de aplicación.
5. Principio del método.
6. Interferencias.
7. Equipos.
8. Materiales.
9. Reactivos.
10. Procedimiento.
11. Cálculo y reporte.
12. Referencia Bibliográfica.
13. Amplía la información.



En esta práctica se determinará la turbiedad de diversas muestras de agua utilizando el equipo multiparamétrico Hanna HI 9829. La turbiedad, es un parámetro crucial para evaluar la calidad del agua y su potabilidad.



LABORATORIO DE
HIDROSANITARIA Y
REUSO DE AGUA

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01 Página 1 de 10
---	---	-----------------------------------

DETERMINACIÓN DE LA TURBIEDAD

1. Objetivo.

El estudiante conceptualizará la importancia de la turbiedad en la definición de la calidad del agua, el impacto que tiene según el uso a que se le destine y conocerá el método para su medición, basándose en las normas vigentes NB 512.

2. Fundamento teórico.

La turbiedad es una propiedad óptica del agua que indica la presencia de partículas suspendidas o coloidales que dispersan y absorben la luz, en lugar de transmitirla en línea recta a través de la muestra. Estas partículas pueden ser de origen orgánico (como microorganismos como bacterias, algas, materia vegetal en descomposición o restos de seres vivos) o Partículas inorgánicas como arena, arcilla o limo (derivadas de la erosión de rocas). A mayor intensidad de dispersión de la luz, la turbiedad será mayor. Es importante recordar que la turbiedad no mide directamente la cantidad de estas partículas, sino que indica cómo afectan la transparencia del agua.

1. Impacto de la turbiedad

A pesar de que la turbiedad no resulta nociva para la salud, salvo que el material que la produzca sean microorganismos patógenos vivos, es de una consideración muy importante en abastecimientos públicos de agua por varias razones.

Una de estas razones es el aspecto estético, ya que el consumidor demanda agua libre de turbiedad porque el agua turbia es automáticamente asociada con una posible contaminación por aguas negras y con los peligros ocasionados por esto. En la industria la medida de la turbiedad es importante cuando el producto es destinado para consumo humano y el agua forma parte de dicho producto, como es el caso de las industrias que producen alimentos y bebidas y en las plantas de tratamiento para abastecimiento municipal. En plantas de tratamiento de agua el proceso de filtración resulta más difícil y costoso conforme la turbiedad aumenta. En el proceso de desinfección la turbiedad

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 2 de 10

excesiva reduce la efectividad del desinfectante sobre todo en los casos en que la turbiedad es causada por partículas de aguas residuales domésticas, ya que, gran parte de los microorganismos patógenos, pueden quedar encerrados dentro de las partículas y ser protegidos contra el desinfectante.

La turbiedad causada en los cuerpos de agua receptores (ríos, lagos, mar, etc.) por descargas de aguas residuales domésticas o industriales también es de consideración importante, ya que, ofrece peligro al sistema ecológico. La turbiedad excesiva reduce la penetración de la luz, afectándose de esta manera la fotosíntesis de los organismos fitoplanctónicos así como la vegetación que se desarrolla en el lecho y que a su vez sirve de alimento a la fauna acuática. (Garcia,2019 pg. 12).

3. Método.

Nefelométrico

4. Campo de aplicación.

La determinación de turbiedad es de gran importancia en aguas para consumo humano y en un gran número de industrias procesadoras de alimentos y bebidas. Los valores de turbiedad sirven para establecer el grado de tratamiento requerido por una fuente de agua cruda, su filtrabilidad y consecuentemente, la tasa de filtración más adecuada, la efectividad de procesos de coagulación, sedimentación y filtración, así como para determinar la potabilidad del agua.

5. Principio del método.

La turbiedad se mide comúnmente mediante el método nefelométrico. Este método se basa en la medición de la intensidad de la luz dispersada por las partículas suspendidas en la muestra de agua cuando un haz de luz pasa a través de ella. La cantidad de luz dispersada es proporcional a la concentración de partículas bajo ciertas condiciones (tamaño, forma e índice de refracción de las partículas).

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 3 de 10

El sensor de turbiedad del equipo Hanna Instruments HI9829 emite un haz de luz infrarroja a una longitud de onda de 860 nanómetros a través de la muestra. Un detector ubicado en un ángulo de 90° con respecto al haz incidente mide la intensidad de la luz dispersada, por las partículas suspendidas en la muestra. Esta medición se convierte y se muestra como turbiedad en Unidades Nefelométricas de Turbiedad (NTU).

6. Interferencias.

Existen numerosas fuentes de error como son presencia de burbujas en las paredes de la celda al momento de realizar la lectura, empañamiento de las celdas, suciedad de vidrio, y efectos de vibración que alteran la visibilidad superficial de la muestra los cuales conducirán a errores en las lecturas.

7. Equipos.

- Medidor Multiparámetro Portátil HI 9829



	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 4 de 10

8. Materiales.

- Sonda de Registro Autónomo HI7629829
- Sensor de turbiedad (HI 7609829-0)



- Papel absorbente



- Vaso precipitado de 50 ml, 250 ml y 1000 ml



- Guantes quirúrgicos



	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01 Página 5 de 10

9. Reactivos.

- Solución estándar de Turbiedad
- Agua destilada o desionizada



10. Procedimiento.

1. Preparación del Equipo:

- Verificar que el equipo Hanna HI 9829 y el sensor de turbiedad estén en buen estado y limpios.
- Conectar la sonda al medidor Hanna HI 9829.
- Encender el equipo.
- Antes de empezar a utilizar el equipo Multiparamétrico revisar el nivel de batería del equipo que se muestra en la parte inferior izquierda.
- Verifica la fecha de vencimiento de las soluciones estándar de turbiedad. No utilices soluciones vencidas.

2. Procedimiento de Calibración del Sensor de turbiedad:

- Utilice un vaso de precipitado de 1000 ml para enjuagar el sensor con agua destilada o desionizada, para eliminar cualquier residuo o posibles contaminantes.
- Seque suavemente con papel absorbente.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 6 de 10

- Presionamos donde dice menú “calibración” y luego selecciona el parámetro de "Turbiedad".
- El equipo puede ofrecer calibración de uno o varios puntos. Para una mayor precisión, se recomienda una calibración de tres puntos.

3. Calibración del primer punto (0 NTU):

- Agregue 25 ml de solución estándar 0 NTU a un Vaso precipitado de 50 ml.
- Sumerge el sensor en la primera solución, asegurándote de que los sensores estén completamente cubiertos y sin burbujas de aire. Agita suavemente.
- Evite tocar el fondo o las paredes del recipiente con el sensor.
- Una vez estabilizada la lectura, el temporizador iniciara la cuenta atrás de 10 segundos, hasta que se muestre en mensaje “listo”.
- Enjuague y seque la sonda.

10.4 Calibración del segundo punto (20 NTU):

- Agregue 25 ml de solución estándar de 20 NTU a un Vaso precipitado de 50 ml.
- Sumerge el sensor en la segunda solución, asegurándote de que los sensores estén completamente cubiertos y sin burbujas de aire. Agita suavemente.
- Evite tocar el fondo o las paredes del recipiente con el sensor.
- Una vez estabilizada la lectura, el temporizador iniciara la cuenta atrás de 10 segundos, hasta que se muestre en mensaje “listo”.
- Enjuague y seque la sonda.

10.5 Calibración del tercer punto (200 UNT):

- Agregue 25 ml de solución estándar de 200 NTU a un Vaso precipitado de 50 ml.
- Sumerge el sensor en la tercera solución, asegurándote de que los sensores estén completamente cubiertos y sin burbujas de aire. Agita suavemente.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 7 de 10

- Evite tocar el fondo o las paredes del recipiente con el sensor.
- Una vez estabilizada la lectura, el temporizador iniciara la cuenta atrás de 10 segundos, hasta que se muestre en mensaje “listo”.
- Enjuague y seque la sonda.

10.6 Medición de la Muestra:

- Asegúrese de que la superficie exterior del vaso de precipitado esté completamente limpia y seca, eliminando cualquier residuo o partícula que pudiera interferir con la medición. Se recomienda limpiar con agua destilada y secar cuidadosamente.
- Para garantizar que la medición no se vea afectada por residuos de limpiezas previas, realice un triple enjuague del vaso de precipitado con la propia muestra a analizar.
- Enjuaga la sonda con una porción de la muestra de agua que vas a analizar.
- Llenar el vaso de precipitado con 150 ml de muestra e introducir la punta de la sonda en la muestra.
- Sumerge la sonda en la muestra de agua asegurándote de que los sensores estén completamente cubiertos y de que no haya burbujas de aire atrapadas. Agita suavemente el sensor.
- Evite tocar el fondo o las paredes del recipiente con el sensor.
- Selecciona la función de medición “turbiedad” en el medidor HI 9829.
- Para las siguientes lecturas, simplemente sumerge la sonda nuevamente en la misma muestra y espera a que el valor se estabilice.
- El valor de la lectura que aparece en la pantalla es el contenido de turbiedad de la muestra.
- Registre tres lecturas de turbiedad, para obtener resultados confiables y representativos

- Se debe reportar el valor de la temperatura (°C) de la muestra al momento de la medición.
- Enjuaga el sensor cuidadosamente con agua destilada o desionizada.
- Seque el sensor con papel absorbente.
- Apaga el equipo Hanna 9829.

11. Cálculo y reporte.

Reporte de Laboratorio.

Nombre del Estudiante: _____ Matricula: _____

Hoja de levantamiento de datos

Muestra 1

Resultado	
Fecha	
Hora	
Turbiedad (UNT)	
Temperatura (°C)	

Muestra 2

Resultado	
Fecha	
Hora	
Turbiedad (UNT)	
Temperatura (°C)	

Muestra 3

Resultado	
Fecha	
Hora	
Turbiedad (UNT)	
Temperatura (°C)	

Presenta los resultados obtenidos en manera tabular y exprese sus conclusiones:

MUESTRA	TURBIEDAD (UNT)
1	
2	
3	
Valor Máximo Aceptable NB 512 Límite Máximo Admisible LEY 1333	5 UNT Uso en riego agrícola – Clase B (10 – 50 UNT)

- 1.- ¿Qué es la turbiedad?.
- 2.- ¿Cuáles son las principales causas de la turbiedad en el agua?.
- 3.- ¿Cómo se puede reducir la turbiedad en el agua?.
- 4.- ¿Qué impacto tiene la turbiedad en la vida acuática?.
- 5.- ¿Cómo se calibra correctamente el equipo HI 9829 para medir la turbiedad?.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 10 de 10

12. Referencia.

Hanna Instruments. (2022). *Manual de usuario del equipo HI 9829*

García, R. (2019). *Manual de Prácticas del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria*. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH).

APHA, A. W. (1992). *Métodos Normalizados Para el análisis de aguas potables y residuales*. Madrid-España.

13. Amplía la información.

Para poder mejorar la comprensión en el aprendizaje, ingresa al siguiente sitio web, donde hay una explicación audio visual:

- <https://www.youtube.com/watch?v=M0jgTW71CS8&t=77s> [Video interactivo medidor multiparamétrico HI 9829]

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

CONTENIDO DE LA PRÁCTICA

1. Objetivo.
2. Fundamento teórico.
3. Método.
4. Campo de aplicación.
5. Principio del método.
6. Interferencias.
7. Equipos.
8. Materiales.
9. Reactivos.
10. Procedimiento.
11. Cálculo y reporte.
12. Referencia Bibliográfica.
13. Amplía la información.



La presente práctica tiene como objetivo determinar la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en una muestra de agua empleando el fotómetro Hanna 83099. La DQO es un indicador clave de la contaminación orgánica y nos permitirá evaluar el grado de tratamiento necesario para las aguas residuales.



LABORATORIO DE
HIDROSANITARIA Y
REUSO DE AGUA

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 1 de 10

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

1. Objetivo.

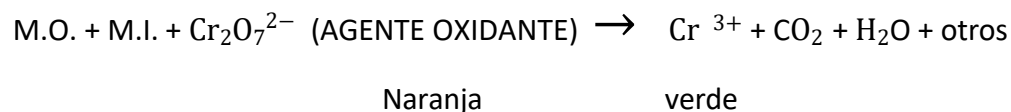
Determinar la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en muestras de agua residual mediante el método de oxidación con dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) y posterior lectura colorimétrica en el fotómetro multiparámetro Hanna Instruments HI 83099.

2. Fundamento teórico.

Se entiende por demanda química de oxígeno (DQO), la cantidad de materia orgánica e inorgánica en un cuerpo de agua susceptible de ser oxidada por un oxidante fuerte. El método que involucra el uso de dicromato es preferible sobre procedimientos que utilizan otros oxidantes debido a su mayor potencial REDOX (reducción y oxidación) y su aplicabilidad a una gran variedad de muestras. La DQO expresa la cantidad de oxígeno equivalente necesario para oxidar las sustancias presentes en las aguas residuales, mediante un agente químico fuertemente oxidante.

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) es una medida de la cantidad de oxígeno que se requiere para la oxidación de la materia orgánica e inorgánica presente en una muestra de agua. En este método, la muestra se degrada rápidamente por oxidación con un oxidante fuerte, el dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$), en un medio ácido y con calor a 150 °C. La materia orgánica e inorgánica oxidable se oxida, reduciendo el ión dicromato ($Cr_2O_7^{2-}$), de color naranja a ión cromo (III) (Cr^{3+}) de color verde.

La reducción del cromo depende directamente de su reacción con la materia orgánica total existente en la muestra, por lo que permite cuantificar la materia oxidable, que se puede representar en la siguiente reacción, siendo M.O. la materia orgánica biodegradable y M.I. la materia inorgánica oxidable:



	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 2 de 10

Cuando el agente oxidante reacciona con la materia orgánica e inorgánica, esta se descompone y se transforma en productos más simples y oxidados, principalmente dióxido de carbono, agua. Y otros compuestos inorgánicos.

Con la DQO estamos cuantificando toda la demanda realizada de la materia oxidable, bien sea de naturaleza orgánica (biodegradable o no biodegradable por los microorganismos) o inorgánica. Por esa razón es que la DQO es una prueba que se complementa con la DBO₅. La DQO de un agua residual suele ser mayor que su correspondiente DBO, siendo esto debido al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se descomponen por vía biológica (microorganismos).

En muchos tipos de aguas residuales es posible establecer una relación entre los valores de la DBO y la DQO. Ello puede resultar de gran utilidad dado que es posible determinar la DQO en un tiempo de 3 horas, frente a los 5 días necesarios para determinar la DBO. Una vez establecida la correlación entre ambos parámetros, pueden emplearse las medidas de la DQO para el funcionamiento y control de las plantas de tratamiento. (Metcalf y Eddy, 2003)

3. Método.

Colorimétrico de dicromato

4. Campo de aplicación.

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) es un indicador rápido y común de la contaminación orgánica en aguas residuales. Se mide tanto en plantas de tratamiento municipales como industriales para evaluar la eficiencia de los procesos de depuración. Al comparar la DQO del agua entrante y saliente, se puede determinar el grado de eliminación de materia orgánica.

5. Principio del método.

USEPA 410.4: Método Aprobado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) para la Determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en Aguas

Superficiales y Residuales.

6. Interferencias.

- Sólidos en suspensión: Pueden causar lecturas erróneas. Generalmente, se recomienda homogeneizar o filtrar la muestra antes del análisis.
- Concentraciones de cloruros superiores a 2000 mg/L pueden generar resultados falsamente elevados debido a la oxidación de los cloruros por el dicromato.

7. Equipos.

- Multiparámetro de mesa fotómetro HI 83099



- Reactor HI 839800



8. Materiales.

- Vaso precipitado de 50 ml



- Pipeta de 5 mililitro



- Viales para DQO (con tapa)



- Propipeta



- Adaptador DQO para cubetas HI 740235



- Gradilla para enfriamiento de viales



- Paños antiestáticos para limpieza (no libera pelusas)



- Agua destilada



- Papel absorbente



- Guantes quirúrgicos



9. Reactivos.

- HI 93754B- 25 reactivo DQO-RM (cada vial contiene aproximadamente 3.5 mililitros de la solución de reactivo)



10. Procedimiento.

1. Toma de Muestras:

- Recoger las muestras de agua en recipientes limpios de vidrio o plástico, enjuagados previamente con la misma agua a muestrear.
- Si el análisis no se realiza inmediatamente, preservar las muestras según las recomendaciones estándar (generalmente refrigeración a temperatura de 4°C o menos y análisis dentro de las 6 - 7 horas).

		Versión: 01
		Página 6 de 10

- Volumen mínimo 100 ml.
- Aquellas muestras que contengan sólidos sedimentables deben ser homogeneizadas mediante agitación vigorosa justo antes de tomar la alícuota (porción volumétrica exacta) para el análisis.

10.2 Procedimiento de Oxidación Térmica:

- Encender el reactor HI 839800, 20 minutos antes de colocar las muestras, para que se caliente a 150 °C.
- Retirar la tapa de dos viales de reactivo.
- El vial debe tomarse de la parte superior, esto es debido a que la reacción es exotérmica (liberación de calor) y al adicionar la muestra se calienta el vial.
- Agregar exactamente 2,0 mililitros de agua desionizada (vial en blanco) en uno de los viales con ayuda de una pipeta y en el otro 2,0 mililitro de muestra (vial de muestra), procurando formar un ángulo de 45 grados entre la pipeta y el reactivo para que la muestra se deslice suavemente por la pared interior del vial.
- Cierre los viales herméticamente con sus tapas y mezcle cada uno invirtiéndolos suavemente unas cinco veces.
- Colocar los viales en el reactor.
- Presione la tecla “START” para calentar las muestras a 150 °C durante 2 horas.
- Una vez finalizado el periodo de reacción, apague el reactor.
- Retire cuidadosamente los viales del reactor e inviértalos a 180° (de arriba a abajo) cuatro veces para homogeneizar la mezcla, luego colóquelos en una gradilla para tubos de ensayo.
- Dejar que los viales se enfríen a temperatura ambiente sin moverlos, para evitar turbulencia en los viales.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 7 de 10

10.3 Procedimiento de Lectura Colorimétrica:

- Encender el fotómetro HI 83099 y seleccionar el parámetro DQO.
- Colocar el adaptador del vial de DQO en el soporte de la cubeta y asegúrese de que esté bien ajustado.

10.4 Lectura vial blanco (agua destilada o desionizada):

- Tome el vial blanco (sin agitar) y limpie cuidadosamente la superficie exterior con un paño limpio y seco (preferiblemente antiestático).
- Introduzca el vial blanco en el soporte del fotómetro, empújelo completamente hacia abajo y cierre la tapa del compartimento de la celda.
- Presione la tecla "CERO".
- El instrumento realizará la secuencia de ajuste a cero y la pantalla mostrará "-0.0-", indicando que el medidor está listo para la medición.
- Retire el vial blanco del fotómetro.

10.4 Lectura de muestras:

Para cada una de las muestras:

- Limpiar la superficie exterior de los viales con un paño limpio y seco.
- Colocar el vial de la muestra en el soporte, sin agitarlo y empújelo completamente hacia abajo.
- Presionar la tecla "Leer" (READ).
- El instrumento mostrará la concentración de la Demanda Química de Oxígeno de la muestra en mg/L.
- Registrar el valor de DQO mostrado en la pantalla del fotómetro
- Una vez que haya leído las tres muestras, retire el último vial del fotómetro.

11. Cálculo y reporte.

Reporte de Laboratorio.

Nombre del Estudiante: _____ Matricula: _____

Hoja de levantamiento de datos

Muestra 1

Resultado	
Fecha	
Hora	
DQO (mg/l)	

Muestra 2

Resultado	
Fecha	
Hora	
DQO (mg/l)	

Muestra 3

Resultado	
Fecha	
Hora	
DQO (mg/l)	

Presenta los resultados obtenidos en manera tabular y exprese sus conclusiones:

MUESTRA	DQO (mg/l)
1	
2	
3	
Límite Máximo Permisible LEY 1333	Uso en riego agrícola – Clase B (5 – 10 mg/l) Descarga de aguas residuales (≤ 250 mg/l)

• **Preguntas de repaso.**

- 1.- ¿Qué es el DQO?.
- 2.- ¿Qué pasa si el valor de DQO es bajo?.
- 3.- ¿Qué precauciones debe tomar al manipular los reactivos?.
- 4.- ¿Cuál es la importancia de incluir un blanco en el procedimiento de medición?.
- 5.- ¿Cómo se relaciona la DQO con otros parámetros de calidad del agua, como la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)?.

12. Referencia.

Hanna Instruments. (2022). *Manual de usuario del equipo HI 83099*.

Metcalf, y Eddy. (2003). *Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización*. España.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 10 de 10

APHA, A. W. (1992). *Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales*.
Madrid-España.

13. Amplía la información.

Para poder mejorar la comprensión en el aprendizaje, ingresa al siguiente sitio web, donde hay una explicación audio visual:

- <https://www.youtube.com/watch?v=qddw68JPAJA&t=308s> [Video interactivo HI 83099 Demanda Química de Oxígeno DQO]

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO

CONTENIDO DE LA PRÁCTICA

1. Objetivo.
2. Fundamento teórico.
3. Método.
4. Campo de aplicación.
5. Principio del método.
6. Interferencias.
7. Equipos.
8. Materiales.
9. Reactivos.
10. Procedimiento.
11. Cálculo y reporte.
12. Referencia Bibliográfica.
13. Amplía la información.



La Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO_5) es un parámetro fundamental en la evaluación de la calidad del agua, indicando la cantidad de oxígeno disuelto consumido por los microorganismos aerobios al descomponer la materia orgánica biodegradable presente en una muestra.



LABORATORIO DE
HIDROSANITARIA Y
REUSO DE AGUA

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 1 de 13

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO

1. Objetivo.

Determinar la DBO_5 de una muestra de agua residual o natural mediante el Sistema OxiDirect, evaluando la cantidad de oxígeno consumido por microorganismos en condiciones aerobias (5 días, 20°C).

2. Fundamento teórico.

La demanda biológica de oxígeno (DBO_5) se define como la cantidad de oxígeno requerido por las bacterias para llevar a cabo el proceso de degradación de la materia orgánica, aquella materia orgánica que es biodegradable, que es susceptible a descomposición por parte de los microorganismos y esa prueba se lleva a cabo en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno).



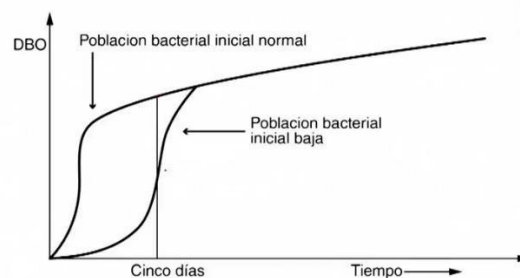
Esta ecuación es una simplificación de reacciones bioquímicas muy complejas que se llevan a cabo. La materia orgánica (M.O) está compuesta principalmente por átomos de carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O), además de otros elementos en menor proporción como nitrógeno y fósforo. Cuando los microorganismos descomponen esta materia orgánica utilizando el oxígeno disuelto (O_2) en un ambiente aeróbico, las moléculas orgánicas complejas se rompen en moléculas más simples. En este proceso de "rompimiento" y reorganización de los átomos, el hidrógeno presente en la materia orgánica se combina con el oxígeno que se está utilizando en la respiración aeróbica (O_2) para formar nuevas moléculas de agua (H_2O) como uno de los productos finales de la degradación.

Los nutrientes como el nitrógeno y el fósforo son como vitaminas para los microorganismos. Aunque la materia orgánica es su principal fuente de energía, necesitan estos nutrientes para crecer, funcionar y descomponer la materia orgánica de manera efectiva.

Al final del proceso de degradación el nitrógeno se transforma en formas inorgánicas como amonio y de manera similar, el fósforo se transforma en fosfato.

La prueba de la DBO es un procedimiento de bioensayo (ensayo biológico) que mide el oxígeno consumido por las bacterias al utilizar la materia orgánica de un residuo.

La temperatura se a estandarizado a 20 °C, que es la temperatura promedio de las aguas naturales. Que circulan a baja velocidad en climas suaves y es fácilmente duplicada en un incubador. (Metcalf y Eddy, 2003)



Se ha encontrado que aproximadamente el 70-80% de la DBO total se logra en 5 días, por consiguiente, el periodo de cinco días de incubación se ha aceptado como estándar.



La nitrificación es un proceso biológico en el cual ciertos microorganismos transforman nutrientes específicamente el amonio (NH_4^+), a formas más oxidadas como el nitrito (NO_2^-) y posteriormente el nitrato (NO_3^-).

Efecto de la nitrificación: En efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales, el efecto puede presentarse después de dos días a causa de la presencia de un gran número de bacterias nitrificantes en el efluente (salida).

En este caso, el efecto de la nitrificación se puede inhibir con la adición de un reactivo que se denomina inhibidor de la nitrificación.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 3 de 13

3. Método.

Respirométrico

4. Campo de aplicación.

La determinación de la DBO está entre los parámetros más importantes para establecer la carga de contaminación del agua, además de ser un parámetro utilizado para el diseño de sistemas de tratamiento y/o como una medida de la operación y eficiencia de una planta de tratamiento de agua residual.

5. Principio del método.

El sistema OxiDirect mide la disminución de la presión parcial de oxígeno en un frasco cerrado que contiene la muestra de agua, nutrientes y una comunidad microbiana activa. La biodegradación de la materia orgánica por los microorganismos consume oxígeno, lo que provoca una reducción de la presión gaseosa en el espacio superior del frasco. El sensor de presión del OxiDirect mide continuamente esta disminución de presión. La diferencia de presión registrada durante el período de incubación (generalmente 5 días) es directamente proporcional a la cantidad de oxígeno consumido y, por lo tanto, a la DBO₅ de la muestra. El equipo convierte esta diferencia de presión en un valor de DBO₅ expresado en mg/l de oxígeno (O₂).

6. Interferencias.

- pH fuera del rango recomendado: Para asegurar la exactitud de la medición de la DBO₅, es crucial mantener la muestra dentro del rango de pH de 6.5 a 7.5.
- La muestra debe estar libre de sólidos gruesos, ya que estos pueden alterar la representatividad de la muestra y dificultar la correcta medición del oxígeno disuelto.
- El contacto de la muestra con la solución de hidróxido de potasio debe evitarse estrictamente en todas las etapas del procedimiento, ya que puede alterar químicamente la muestra e inhibir la actividad biológica esencial para la prueba de DBO₅.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 4 de 13

- Antes de iniciar la medición, la muestra debe alcanzar una temperatura de 20°C con una tolerancia de $\pm 1^\circ\text{C}$. Esto es crucial para garantizar que la actividad microbiana se desarrolle de manera óptima y que los resultados sean precisos y comparables.
- Las sustancias tóxicas causan interferencias porque matan los organismos presentes en el agua (Pesticidas, pH's extremos, metales pesados, desinfectantes).
- Es crucial incubar las botellas de DBO en la oscuridad para prevenir el crecimiento de algas y asegurar que la disminución del oxígeno disuelto se deba únicamente a la actividad de los microorganismos descomponedores de la materia orgánica.

7. Equipos.

- Sistema DBO OxiDirect



- pHmetro



- Refrigerador de laboratorio marca AQUA LYTIC, incubadora de baja temperatura

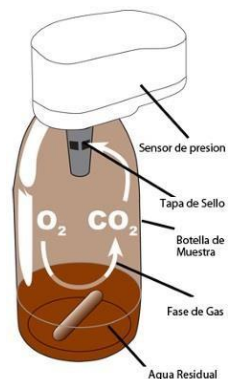


8. Materiales.

- Agitador Magnético



- 3 frascos para DBO (500 ml)



- 3 carcajes



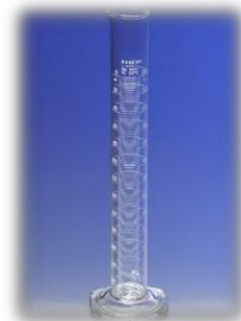
- Propipeta



- Pipeta de 50 ml



- Probeta de 500 m



- Embudo



- Matraz aforado de 428 ml



- Agua destilada



- Papel absorbente



- Guantes quirúrgicos



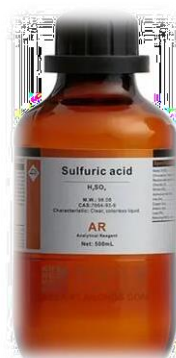
	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 7 de 13

9. Reactivos.

- Inhibidor de nitrificación



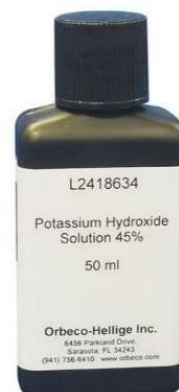
- Ácido sulfúrico 1M



- Hidróxido de sodio 1 M



- Hidróxido potásico (KOH) al 45%



	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 8 de 13

10. Procedimiento.

1. Toma de Muestras:

- Recoger las muestras de agua en recipientes limpios de vidrio o plástico, enjuagados previamente con la misma agua a muestrear.
- Sumergir el frasco limpio directamente en el agua a una profundidad media, evitando la formación de burbujas.
- Si el análisis no se realiza inmediatamente, preservar las muestras según las recomendaciones estándar (generalmente refrigeración a temperatura de 4°C o menos y análisis dentro de las 6 - 7 horas).
- Volumen mínimo 1500 ml.
- Registrar la fecha, hora y lugar exactos de la toma de muestra.
- Evitar la agitación vigorosa y la exposición a la luz durante el almacenamiento.
- Aquellas muestras que contengan sólidos sedimentables deben ser homogeneizadas mediante agitación vigorosa justo antes de tomar la alícuota (porción volumétrica exacta) para el análisis.

2. Preparación de la Muestra:

- Medición del pH: Comprobar el pH de la muestra de agua residual. El rango óptimo es 6.5 - 7.5.
- Si el pH es > 7.5, neutralizar con ácido sulfúrico diluido (1 M).
- Si el pH es < 6.5, neutralizar con solución de hidróxido de sodio (1 M).
- Mezclar bien después de cada adición y verificar el pH.

10.3 Selección del Volumen de Muestra:

Tabla 1. Volumen de Muestra y Dosificación de Inhibidor por Rango de DBO Esperado

Intervalo de medida DBO en mg/l	Volumen de la muestra ml	Dosificación (inhibidor de nitrificación)
0 – 40	428	10 gotas
0 – 80	360	10 gotas
0 – 200	244	5 gotas
0 – 400	157	5 gotas
0 – 800	94	3 gotas

- Vierte tu muestra de agua residual en la probeta de 500 ml.
- Seleccionar el volumen de muestra a utilizar según la DBO esperada (ver tabla 1).
Ejemplo 360 ml.
- Vierte cuidadosamente la muestra desde la probeta a través del embudo hacia el interior del matraz de 360 ml.
- Una vez que hayas llenado el matraz aforado con exactamente 360 ml de muestra, es el momento de transferirlo al frasco de DBO.
- Vierte cuidadosamente la muestra desde el matraz a través del embudo hacia el interior del frasco de DBO.
- Mayor precisión en DBO baja (0 – 80 mg/l): Al inhibir la nitrificación en muestras con DBO baja, se obtiene una medición más precisa de la DBO.
- Determinar la dosificación del inhibidor (en gotas) según la DBO esperada, revisar (Tabla 1). Ejemplo 10 gotas.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 10 de 13

- Usar una pipeta para añadir el número indicado de gotas del inhibidor al mismo frasco de DBO que contiene la muestra.

10.4 Preparación del Frasco de Medición OxiDirect:

- Introducir una barra agitadora magnética limpia en cada frasco de DBO.
- Colocar el carcaj dentro del frasco de DBO
- Introducir 3-4 gotas de solución de hidróxido de potasio (KOH) al 45% en el carcaj (Esta solución sirve como absorbente de CO₂ y no debe entrar en contacto con la muestra).

10.5 Acondicionamiento de la Muestra:

- Temperatura: Llevar la muestra preparada a una temperatura de 20°C ± 1°C antes de iniciar la medición.

10.6 Configuración del sistema DBO OxiDirect

- Colocar cuidadosamente el sensor de DBO sobre la boca de cada frasco de muestra y enroscarlo firmemente para asegurar un sistema hermético.
- Colocar cada frasco en una de las posiciones del soporte del equipo (Muestra 1 en posición 1, Muestra 2 en posición 2, Muestra 3 en posición).
- Conectar el equipo OxiDirect y presionar el botón de selección de posición correspondiente al frasco.
- Presionar la tecla "Start/Inicio" para comenzar la medición para el frasco en esa posición.

10.7 Incubación:

- Incubación: Incubar la muestra durante 5 días a una temperatura constante de 20°C en la oscuridad para evitar el crecimiento de algas.

- No mover ni destapar los frascos durante este período.
- Al finalizar el período de incubación, el equipo mostrará automáticamente el valor de DBO₅ (en mg/l) para cada frasco.
- Registrar los resultados para las muestras 1,2 y 3.

11. Cálculo (si aplica) y reporte.

Reporte de Laboratorio.

Nombre del Alumno: _____ Matricula: _____

Hoja de levantamiento de datos

Muestra 1

Resultado	
Fecha	
Hora	
DBO (mg/l)	

Muestra 2

Resultado	
Fecha	
Hora	
DBO (mg/l)	

Muestra 3

Resultado	
Fecha	
Hora	
DBO (mg/l)	

Presenta los resultados obtenidos en manera tabular y exprese sus conclusiones:

MUESTRA	DBO (mg/l)
1	
2	
3	
Límite Máximo Permisible LEY 1333	Uso en riego agrícola – Clase B (5 – 10 mg/l) Descarga de aguas residuales (≤ 80 mg/l)

• **Preguntas de repaso.**

- 1.- ¿Cuál es la importancia de la determinación de la DBO en el análisis de la calidad del agua?.
2. ¿Cuál es el papel del pH en la prueba de DBO y por qué es importante medirlo y, si es necesario, ajustarlo?.
- 3.-¿Por qué se usa un inhibidor de nitrificación?.
- 4.- ¿Cuál es el principio fundamental del método respirométrico utilizado por el sistema OxiDirect para medir la DBO?.
- 5.- ¿Qué significa el término "DBO₅"? ¿Por qué se realiza la incubación durante 5 días y a una temperatura de 20°C?.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 13 de 13

12. Referencia.

Lovibond. (2019). *Sistema de Medición de DBO OxiDirect - Manual del Usuario* (Versión 5.0). Amesbury, Reino Unido.

Metcalf, y Eddy. (2003). *Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización*. España.

APHA, A. W. (1992). *Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales*. Madrid-España.

13. Amplía la información.

Para poder mejorar la comprensión en el aprendizaje, ingresa al siguiente sitio web, donde hay una explicación audio visual:

- https://www.youtube.com/watch?v=x_lz0lDZSKw&t=393s [Video interactivo Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) - Lovibond]

DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

CONTENIDO DE LA PRÁCTICA

1. Objetivo.
2. Fundamento teórico.
3. Método.
4. Campo de aplicación.
5. Principio del método.
6. Interferencias.
7. Equipos.
8. Materiales.
9. Reactivos.
10. Procedimiento.
11. Cálculo y reporte.
12. Referencia Bibliográfica.
13. Amplía la información.



El análisis de sólidos suspendidos totales (SST) es un procedimiento fundamental en Ingeniería Sanitaria, ya que permite evaluar la cantidad de partículas sólidas no disueltas presentes en una muestra de agua. Estas partículas afectan directamente la calidad del recurso hídrico, interfieren con los procesos de tratamiento.



LABORATORIO DE
HIDROSANITARIA Y
REUSO DE AGUA

		Versión: 01
		Página 1 de 12

DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

1. Objetivo.

Determinar la concentración de sólidos suspendidos totales (SST) en una muestra de agua residual o superficial, mediante el método gravimétrico (secado a 105°C), para evaluar la calidad del agua y su impacto en procesos de tratamiento.

2. Fundamento teórico.

El término sólido hace referencia a la materia suspendida o disuelta en un medio acuoso (agua). Una de las características físicas más importantes del agua es el contenido total de sólidos, esta incluye la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta.

Los sólidos pueden afectar adversamente la calidad de las aguas en varias formas: aguas con alto contenido de sólidos son menos agradables para el gusto humano y pueden inducir a una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor.

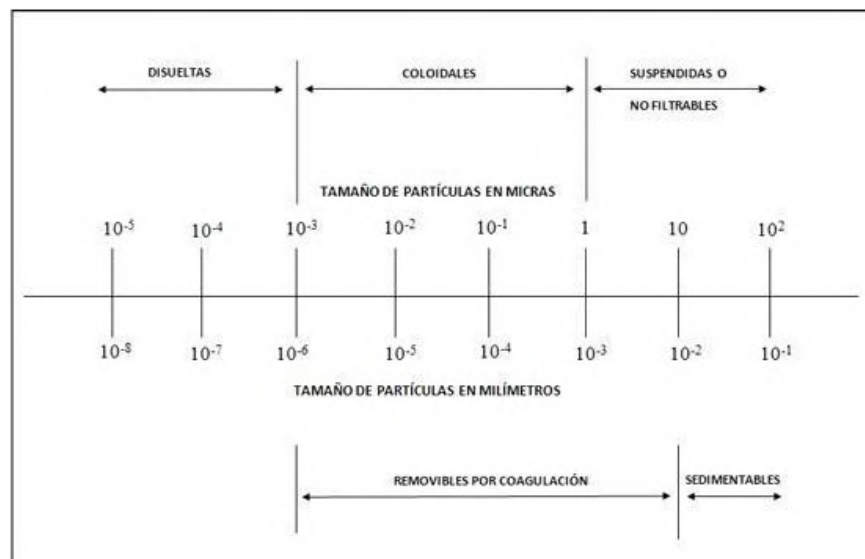
Sólidos Suspendidos También denominados residuo no filtrable o material no disuelto, son determinados por filtración a través de un filtro de asbesto o de fibra de vidrio, en un crisol Gooch previamente pesado. El crisol con su contenido se seca a 103 – 105°C; el incremento de peso, sobre el peso inicial, representa el contenido de sólidos o residuo no filtrable.

La materia en suspensión está compuesta por partículas orgánicas e inorgánicas inmiscibles (no se mezclan ni se disuelven) que se encuentran en el agua. Dentro de las partículas orgánicas tenemos; fibras de plantas, células de algas, bacterias. Por otra parte, arcilla, arena y sales son elementos considerados como partículas inorgánicas.

Los sólidos en suspensión se mantienen en el agua debido a su naturaleza coloidal que viene dada por las pequeñas cargas eléctricas que poseen estas partículas que las hacen tener una cierta afinidad por las moléculas de agua. Este tipo de sólidos como tales son difíciles

de eliminar siendo necesaria la adición al agua de agentes coagulantes y floculantes que modifican la carga eléctrica de estas partículas consiguiendo que se agrupen en flóculos de mayor tamaño para así poder separarlos mediante filtración. Ciertos sistemas de tratamiento de agua como la ozonización ya suponen de por sí un buen método floculante ya que se produce la oxidación del hierro, manganeso y aluminio, óxidos que son los que verdaderamente ejercen un fuerte poder floculante en el agua aumentando la eficacia del filtro y mejorando la transparencia del agua. (APHA, 2012)

Clasificación de los sólidos de acuerdo al tamaño de partícula



Fuente: Toasa Llumigusín, 2012

La ecuación para calcular la concentración de SST es:

$$\text{solidos suspendidos totales} = \frac{(A - B) * 1000}{\text{Vol. de muestra (ml)}}$$

Donde:

A = Peso del filtro + residuo seco (mg)

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01 Página 3 de 12
---	---	-----------------------------------

B = Peso del filtro (mg)

Vol. Muestra = volumen de muestra (ml)

3. Método.

Gravimétrico

4. Campo de aplicación.

El análisis de Sólidos Suspendidos Totales (SST) tiene un amplio campo de aplicación, siendo esencial para garantizar la calidad del agua potable, monitorear la composición de aguas residuales domésticas e industriales, evaluar la eficiencia de diversos procesos de tratamiento como sedimentación, coagulación, floculación y filtración, realizar estudios de calidad en cuerpos de agua naturales como ríos, lagos y embalses, y controlar los efluentes para asegurar el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes.

5. Principio del método.

Se filtra una muestra bien mezclada por un filtro estándar de fibra de vidrio, y el residuo retenido en el mismo se seca a un peso constante a 105 °C. El aumento de peso del filtro representa los sólidos totales en suspensión.

6. Interferencias.

- Elimínense de la muestra las partículas gruesas flotables o los aglomerados sumergidos de materiales no homogéneos, si se decide que su inclusión no es deseable en el resultado final.
- Para las muestras ricas en sólidos disueltos, lávese meticulosamente el filtro para asegurar la eliminación del material disuelto. Los tiempos de filtración prolongados, consecuencia de la obturación del filtro, pueden originar resultados altos debido a una cantidad excesiva de sólidos capturados en el filtro obturado.

7. Equipos.

- Equipo de filtración



- Embudo Büchner



- Estufa de secado (105 °C)



- Balanza analítica



- Desecador



- Bomba de vacío



	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 5 de 12

8. Materiales

- Matraz Kitasato 250 ml



- Pinzas



- Vaso de precipitado de 1000 ml



- Cápsula de porcelana de 50 ml (crisol)



- Filtros de microfibra de vidrio de 1.5 μ m



- Barra Magnética



- Pipetas de 100 ml



- Propipeta



- Agitador magnético



9. Reactivos

- Agua destilada



	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01 Página 7 de 12
---	---	-----------------------------------

10. Procedimiento.

1. Toma de Muestras:

- Recoger las muestras de agua en recipientes limpios de vidrio o plástico, enjuagados previamente con la misma agua a muestrear.
- Asegurarse de que el recipiente esté bien cerrado para evitar la contaminación o la pérdida de sólidos.
- Registrar la fecha, hora, lugar de muestreo y cualquier otra información relevante.
- Analizar las muestras lo antes posible después de la recolección. Si no es posible, preservar la muestra refrigerándola a 4 °C por un tiempo no mayor a 24 horas.
- Homogeneizar bien la muestra antes de tomar la alícuota (porción volumétrica exacta) para el análisis, agitándola vigorosamente.
- Volumen mínimo 500 ml.

2. Acondicionamiento del filtro y cápsula de porcelana:

- Colocar el filtro en una cápsula de porcelana y marcar las capsulas.
- Se calienta la cápsula en la estufa a 105 °C por 1 hora (para quitar la humedad del filtro).
- Sacar la cápsula y llevarlo al desecador por 15 min.
- Determinar y registrar el peso inicial del conjunto filtro-cápsula utilizando la balanza analítica, asegurándose de cerrar las puertas para evitar fluctuaciones en la lectura debido a corrientes de aire.

10.2 Armar el dispositivo de filtración:

- Conectar el embudo Büchner al matraz Kitazato y la bomba de vacío, con ayuda de las pinzas, colocar el filtro sobre el matraz kitasato, asegúrese de no tocar el filtro con las manos ni golpearlo, ya que esto interfiere en el peso.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 8 de 12

- Para una filtración eficaz, el filtro debe asentarse y cubrir completamente las perforaciones del embudo Büchner.
- Para ajustar el filtro, humedézcase éste con una pequeña cantidad de agua destilada (10 ml).
- En un vaso precipitado de 1000 ml se toma el volumen de la muestra a analizar.
- Para asegurar una homogeneización completa de los sólidos suspendidos, colocar el vaso precipitado sobre un agitador magnético. Introducir una barra magnética limpia dentro de la muestra y activar el agitador a una velocidad adecuada que garantice la suspensión uniforme de las partículas sin generar turbulencia excesiva.
- Con la ayuda de una pipeta y propipeta, transferir cuidadosamente 100 ml de la muestra homogeneizada al embudo Büchner.
- Prender la bomba de vacío para que el agua pase a través del filtro.
- Realizar tres lavados sucesivos del residuo con 10 mL de agua destilada o desionizada, asegurando el drenaje total entre cada adición. Aplicar vacío durante tres minutos al finalizar el filtrado para maximizar el secado.
- Retirar cuidadosamente el filtro del sistema de filtración con pinzas y colocarlo en la cápsula de porcelana.
- Secar el filtro y la cápsula en la estufa a 105 °C durante al menos 1 hora.
- Retirar el filtro y la cápsula de la estufa y dejar enfriar en un desecador durante 30 min.
- Determinar y registrar el peso final del conjunto filtro – sólidos - cápsula utilizando la balanza analítica, asegurándose de cerrar las puertas para evitar fluctuaciones en la lectura debido a corrientes de aire.
- Comparar los resultados obtenidos para tres muestras.

11. Cálculo y reporte.

$$\text{Solidos Suspendidos Totales} = \frac{(A_{\text{final}} - B_{\text{inicial}}) * 1000}{\text{Vol. de muestra (ml)}}$$

Donde:

A = Peso cápsula + filtro + solidos retenidos a 105°C (mg)

B = Peso cápsula + filtro a 105°C (mg)

Vol. Muestra = volumen de muestra (ml)

Reporte de Laboratorio.

Nombre del Estudiante: _____ Matricula: _____

Hoja de levantamiento de datos

Muestra 1

Resultado	
Fecha	
Hora	
Peso cápsula + filtro + solidos retenidos 105°C (mg)	
Peso cápsula + filtro 105°C (mg)	
Volumen de la muestra (ml)	
Solidos suspendidos totales (mg/l)	

Muestra 2

Resultado	
Fecha	
Hora	
Peso cápsula + filtro + solidos retenidos 105°C (mg)	
Peso cápsula + filtro 105°C (mg)	
Volumen de la muestra (ml)	
Solidos suspendidos totales (mg/l)	

Muestra 3

Resultado	
Fecha	
Hora	
Peso cápsula + filtro + solidos retenidos 105°C (mg)	
Peso cápsula + filtro 105°C (mg)	
Volumen de la muestra (ml)	
Solidos suspendidos totales (mg/l)	

Presenta los resultados obtenidos en manera tabular y exprese sus conclusiones:

MUESTRA	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/l)
1	
2	
3	

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 11 de 12

Límite Máximo Permisible LEY 1333	Uso en riego agrícola – Clase B (1 – 10 mg/l)
-----------------------------------	--

• **Preguntas de repaso.**

- 1.-¿Por qué es necesario secar el filtro y la cápsula antes de iniciar la práctica?.
- 2.-¿Por qué es importante determinar la concentración de sólidos suspendidos en aguas residuales?.
- 3.- ¿Qué función cumple el desecador?.
- 4.- ¿Qué implicaciones tiene una alta concentración de SST en el agua de riego para la agricultura?.
- 5.- ¿Cuál es la función del filtro en la determinación de sólidos suspendidos totales?.

12. Referencia Bibliográfica.

- Toasa Llumigusín, F. (2012). Validación de los métodos de ensayo para fenoles, tensoactivos, sólidos suspendidos y total de sólidos disueltos (TDS). Quito.
- APHA-AWWA-WEF (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22nd Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.
- Metcalf, y Eddy. (2003). Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización. España.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 12 de 12

13. Amplia la información.

Para poder mejorar la comprensión en el aprendizaje, ingresa al siguiente sitio web, donde hay una explicación audio visual:

- <https://www.youtube.com/watch?v=XnH-fYy8lig> [Video interactivo Determinación de Sólidos Suspendidos Totales]

DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES

CONTENIDO DE LA PRÁCTICA

1. Objetivo.
2. Fundamento teórico.
3. Método.
4. Campo de aplicación.
5. Principio del método.
6. Interferencias.
7. Equipos.
8. Materiales.
9. Reactivos.
10. Procedimiento.
11. Cálculo y reporte.
12. Referencia Bibliográfica.
13. Amplía la información.



La determinación del SDT es esencial para garantizar la eficiencia de los procesos y el cumplimiento de las normativas ambientales. En esta práctica, se llevará a cabo la determinación del SDT con el objetivo de comprender su relevancia y aplicar las técnicas analíticas adecuadas.



LABORATORIO DE
HIDROSANITARIA Y
REUSO DE AGUA

DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES

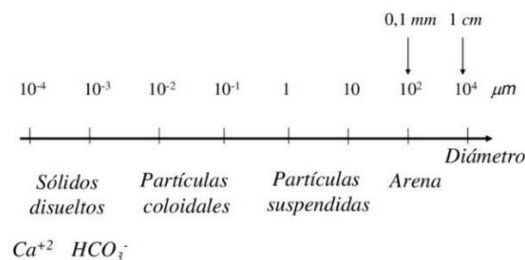
1. Objetivo.

Determinar la concentración de sólidos disueltos totales (SDT) en muestras de agua residual o superficial mediante el método gravimétrico (secado a 180°C), con el fin de evaluar la calidad del agua y comprender su impacto en los procesos de tratamiento.

2. Fundamento teórico.

El término sólidos hace alusión a materia suspendida o disuelta en un medio acuoso. La determinación de sólidos disueltos totales mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 1.5 μm (micras). Los sólidos disueltos pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua o un efluente de varias formas. Aguas para el consumo humano, con un alto contenido de sólidos disueltos, son por lo general de mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor (Pérez & Rodríguez, 2008).

Los sólidos disueltos totales, son las sustancias que permanecen después de filtrar y evaporar a sequedad una muestra bajo condiciones específicas. En los sólidos disueltos totales (SDT), se determina el incremento de peso que experimenta una cápsula, tras la evaporación en ella de una alícuota (porción volumétrica exacta) de la muestra previamente filtrada y que posteriormente es secada a peso constante a 180°C, temperatura a la cual el agua de cristalización está prácticamente ausente.



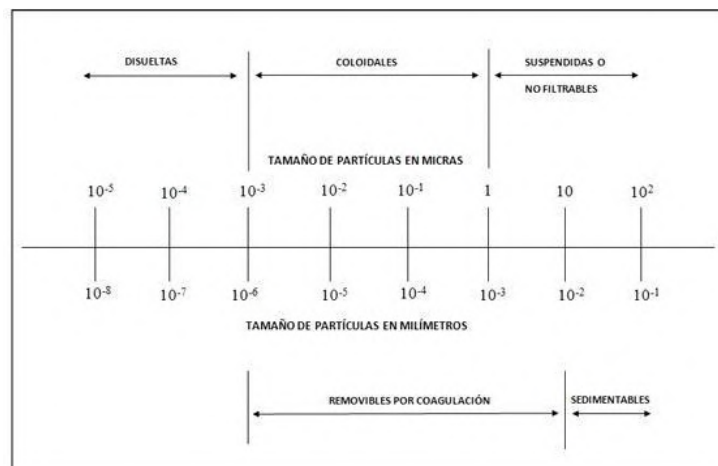
Fuente: Millán, F. (2016).

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 2 de 10

Los sólidos disueltos están compuestos por sales inorgánicas principalmente de calcio (Ca^{+2}), magnesio (Mg^{+2}), Potasio (K^{+}) y Sodio (Na^{+}), Bicarbonatos (HCO_3^{-}), Cloruros (Cl^{-}), sulfatos (SO_4^{-2}) y pequeñas cantidades de materia orgánica que pueden estar presentes en forma molecular, ionizada o en suspensión micro granular, están compuestos por sólidos disueltos y coloidales.

La división en cuanto al tamaño de partícula es un fraccionamiento convencional basado en el paso a través de un papel filtro con poros de un tamaño definido (generalmente $1,5 \mu\text{m}$); los que pasan este filtro son los sólidos totales disueltos, los que el filtro retenga serán los sólidos totales en suspensión. Los sólidos coloidales están en una franja de tamaño intermedio entre los suspendidos y los disueltos, pero no es posible separarlos por el simple método de filtrado; por ello, la mayor parte entra en los sólidos disueltos y la restante como sólidos totales en suspensión. (APHA, 2012)

Clasificación de los sólidos de acuerdo al tamaño de partícula



Fuente: Toasa Llumigusín, 2012

3. Método.

Gravimétrico

		Versión: 01
		Página 3 de 10

4. Campo de aplicación.

Los sólidos disueltos totales (SDT) encuentran una amplia gama de aplicaciones en diversos sectores. En el tratamiento de agua, son fundamentales para evaluar la calidad de agua potable, residual, superficial y subterráneas. En el ámbito ambiental los SDT sirven como indicadores de la contaminación en cuerpos de agua y suelos, en la agricultura, los SDT influyen en la calidad del agua de riego y pueden afectar el crecimiento de los cultivos. En hidrogeología, el análisis de los SDT contribuye a la caracterización de los acuíferos y evaluar su potencial para el suministro de agua.

5. Principio del método.

Se filtra una muestra bien mezclada por un filtro estándar de fibra de vidrio; posteriormente, el filtrado se evapora hasta que se seque en una cápsula de porcelana y secada a peso constante a 180°C. El aumento del peso de la cápsula representa los sólidos totales disueltos.

6. Interferencias.

- El residuo seco puede absorber humedad del ambiente si no se enfría en un desecador antes de pesarlo, lo que resultaría en una sobreestimación del peso.
- Las muestras ricas en bicarbonato requieren un secado cuidadoso y, probablemente, prolongado, a 180 °C, para asegurar la conversión completa de bicarbonato a carbonato.

7. Equipos.

- Equipo de filtración



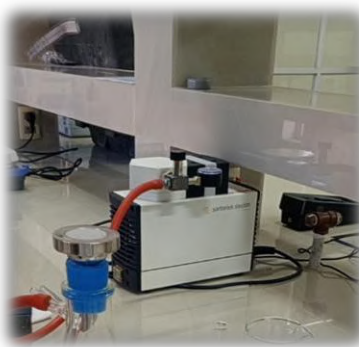
- Estufa de secado



- Balanza analítica



- Bomba de vacío



8. Materiales

- Matraz Kitasato 250 ml



- Pinzas



- Pipeta de 50 ml



- Propipeta



- Capsula de porcelana de 50 ml (crisol)
- Filtros de microfibra de vidrio de 1.5 μ m



- Agitador Magnético



- Agitador magnético



- Vaso de precipitado de 1000 ml



9. Reactivos

- Agua destilada



	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 6 de 10

10. Procedimiento.

1. Toma de Muestras:

- Recoger las muestras de agua en recipientes limpios de vidrio o plástico, enjuagados previamente con la misma agua a muestrear.
- Asegurarse de que el recipiente esté bien cerrado para evitar la contaminación o la pérdida de sólidos.
- Registrar la fecha, hora, lugar de muestreo y cualquier otra información relevante.
- Analizar las muestras lo antes posible después de la recolección. Si no es posible, preservar la muestra refrigerándola a 4 °C por un tiempo no mayor a 24 horas.
- Homogeneizar bien la muestra antes de tomar la alícuota (porción volumétrica exacta) para el análisis, agitándola vigorosamente.
- Volumen mínimo 500 ml.

2. Preparación de la cápsula de porcelana:

- Se calienta la cápsula en la estufa a 105 °C por 1 hora (para quitar la humedad ambiental).
- Sacar la cápsula y llevarlo al desecador por 15 min.
- Determinar y registrar el peso inicial de la cápsula utilizando la balanza analítica, asegurándose de cerrar las puertas para evitar fluctuaciones en la lectura debido a corrientes de aire.

10.2 Filtración:

- En un vaso precipitado de 1000 ml se toma el volumen de la muestra a analizar.
- Para asegurar una homogeneización completa de los sólidos, colocar el vaso precipitado sobre un agitador magnético. Introducir una barra magnética limpia dentro de la muestra y activar el agitador.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01 Página 7 de 10
---	---	-----------------------------------

- Con la ayuda de una pipeta y propipeta, transferir cuidadosamente 100 ml de la muestra homogeneizada al embudo Büchner.
- Prender la bomba de vacío para que el agua pase a través del filtro.
- Lavar con tres volúmenes sucesivos de 10ml de agua destilada, permitiendo el drenaje completo del filtro entre los lavados.
- Recolectar el filtrado resultante en un matraz Kitasato (matraz de vacío).
- Transferir 50 ml de la muestra filtrada mediante una pipeta y depositarlo en la capsula de porcelana.

10.2 Secado a 180°C:

- Colocar la cápsula con el residuo en una estufa a 180 °C durante al menos 1 hora, asegurando la eliminación completa de la humedad y el agua de hidratación (sales).
- Retirar la cápsula de la estufa y dejar enfriar en un desecador durante 30 min.
- Determinar y registrar el peso final del conjunto residuo seco - cápsula utilizando la balanza analítica, asegurándose de cerrar las puertas para evitar fluctuaciones en la lectura debido a corrientes de aire.
- Comparar los resultados obtenidos para tres muestras.

11. Cálculo y reporte.

$$\text{Solidos Disueltos Totales} = \frac{(A_{\text{final}} - B_{\text{inicial}}) * 1000}{\text{Vol. de muestra (ml)}}$$

Donde:

A = Peso cápsula a 105°C + residuo seco del filtrado a 180°C (mg)

B = Peso cápsula a 105°C (mg)

Vol. Muestra = volumen de muestra (ml)

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 8 de 10

Reporte de Laboratorio.

Nombre del Estudiante: _____ Matricula: _____

Hoja de levantamiento de datos

Muestra 1

Resultado	
Fecha	
Hora	
Peso cápsula 105°C + residuo seco del filtrado 180°C (mg)	
Peso cápsula 105°C (mg)	
Volumen de la muestra (ml)	
Solidos disueltos totales (mg/l)	

Muestra 2

Resultado	
Fecha	
Hora	
Peso cápsula 105°C + residuo seco del filtrado 180°C (mg)	
Peso cápsula 105°C (mg)	
Volumen de la muestra (ml)	
Solidos disueltos totales (mg/l)	

Muestra 3

Resultado	
Fecha	
Hora	
Peso cápsula 105°C + residuo seco del filtrado 180°C (mg)	
Peso cápsula 105°C (mg)	
Volumen de la muestra (ml)	
Sólidos disueltos totales (mg/l)	

Presenta los resultados obtenidos en manera tabular y exprese sus conclusiones:

MUESTRA	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/l)
1	
2	
3	
Límite Máximo Admisible LEY 1333	Uso en riego agrícola – Clase B (≤ 1000 mg/L)

• Preguntas de repaso.

- 1.- ¿Qué características debe tener el filtro para ser utilizado en esta práctica?
- 2.- ¿Cuál es el rango aceptable de sólidos disueltos totales TDS del agua?
- 3.- ¿Por qué se usa una temperatura de 180 °C y no 105 °C en la determinación de SDT?
- 4.- ¿Qué función cumple el desecador?

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01 Página 10 de 10

5.- ¿Cuál es la importancia de determinar los SDT en la planta de tratamiento de agua residual?

12. Referencia Bibliográfica.

Peñates Álvarez, K. (2020). Validación del método Gravimétrico para la determinación de Sólidos disueltos (SDT) en aguas naturales y residuales, en el Laboratorio de aguas de la Universidad de Córdoba. Universidad de Córdoba.

Millán, F. (2016). Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño. Coordinación de Ingeniería Química y Agronomía Prof. F. Millán Curso de Química II.

APHA-AWWA-WEF (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22nd Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.

Toasa Llumigusín, F. A. (2012). Validación de los métodos de ensayo para fenoles, tensoactivos, sólidos suspendidos y total de sólidos disueltos (TDS). Facultad de Ingeniería Química, Universidad Central del Ecuador, Quito.

Pérez, A.; & Rodríguez, A. 2008. Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. Rev. Biol. Trop., Vol. 56, Num. 4, pp. 1905-1918.

13. Amplia la información.

Para poder mejorar la comprensión en el aprendizaje, ingresa al siguiente sitio web, donde hay una explicación audio visual:

- <https://www.youtube.com/watch?v=T3TMXIU3HpM&t=51s> [Video interactivo Determinación de Sólidos Disueltos Totales en Agua]

DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES

CONTENIDO DE LA PRÁCTICA

1. Objetivo.
2. Fundamento teórico.
3. Método.
4. Campo de aplicación.
5. Principio del método.
6. Interferencias.
7. Equipos.
8. Materiales.
9. Reactivos.
10. Procedimiento.
11. Cálculo y reporte.
12. Referencia Bibliográfica.
13. Amplía la información.



La determinación de sólidos sedimentables es un parámetro fundamental en el análisis de la calidad del agua, permitiendo cuantificar las partículas en suspensión capaces de separarse por gravedad en un tiempo definido. Esta práctica emplea el cono Imhoff para medir el volumen de estos sólidos en una muestra.



LABORATORIO DE
HIDROSANITARIA Y
REUSO DE AGUA

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 1 de 8

DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES

1. Objetivo.

Determinar la cantidad de sólidos sedimentables presentes en una muestra de agua residual o superficial mediante el método volumétrico, con el fin de evaluar la eficiencia del proceso de sedimentación y verificar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa ambiental vigente.

2. Fundamento teórico.

La sedimentación consiste en la separación, por la acción de la gravedad, de las partículas suspendidas cuyo peso específico es mayor que el del agua. Es una de las operaciones más utilizadas en el tratamiento de las aguas residuales.

Los sólidos sedimentables son aquellos que sedimentan en un período de tiempo, generalmente por acción de la gravedad; pueden ser determinados y expresados en función de un volumen (ml/l) o de una masa (mg/l), mediante volumetría y gravimetría respectivamente.

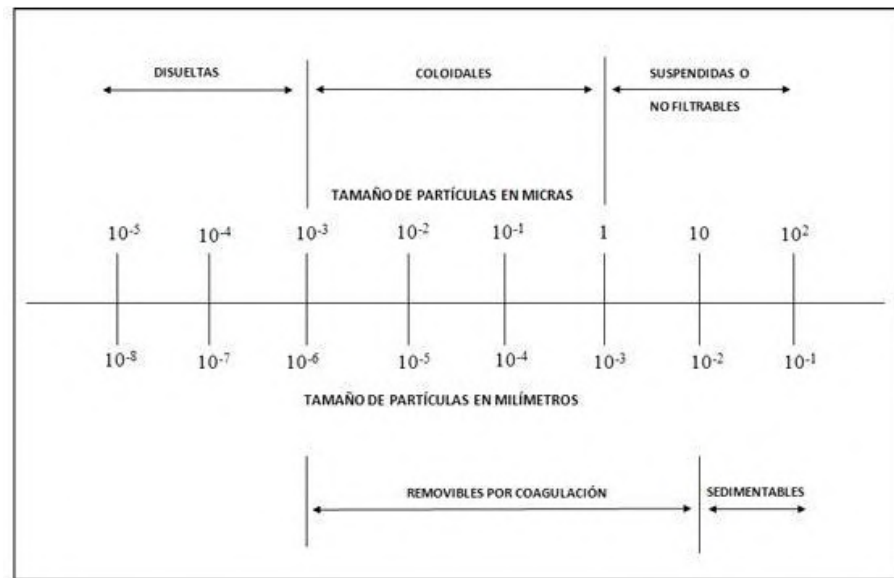
Los sólidos sedimentables son aquellos que tiene un tamaño entre 10 - 100 μm (micras) y que se desprenden de la suspensión en un tiempo determinado y están constituidos por partículas más densas que el agua.

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 y floculación.

La sedimentación es el proceso más utilizado en el tratamiento de las aguas residuales y es el que complementa a la coagulación-floculación, puesto que permite que los sólidos sedimentables que han precipitado por acción de la gravedad se separen del agua. Debido a que en el tratamiento preliminar no hay una eliminación del 100% de los sólidos en

suspensión, es necesaria la utilización de sedimentadores, ya que permiten que las partículas sedimenten por su peso y se pueda obtener un líquido transparente. (Metcalf y Eddy, 2003)

Clasificación de los sólidos de acuerdo al tamaño de partícula



Fuente: Toasa Llumigusín, 2012

La ecuación para calcular la concentración de SST es:

$$\text{sólidos sedimentables} = \frac{\text{Vol. sedimentado (ml)}}{\text{Vol. muestra (L)}}$$

Donde:

Vol. Sedimentado = Volumen sedimentado (ml)

Vol. Muestra = Volumen de muestra (L)

3. Método.

Volumétrico

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 3 de 8

4. Campo de aplicación.

El método de determinación de sólidos sedimentables es ampliamente utilizado en la Ingeniería Sanitaria y Ambiental para la caracterización de aguas residuales, lo que permite evaluar la carga de sólidos y la eficiencia de los procesos. Es crucial para el diseño de plantas de tratamiento, especialmente en el dimensionamiento de clarificadores primarios y tanques de sedimentación. Asimismo, resulta esencial para el control de procesos, al monitorear la remoción de sólidos en unidades de sedimentación, y para la evaluación de la calidad del agua, siendo relevante en aguas superficiales con alta turbidez.

5. Principio del método.

El principio del método se basa en la separación por gravedad. Una muestra representativa de agua (1 litro) se vierte en un cono Imhoff graduado y se deja reposar durante un tiempo específico (60 minutos). Durante este período, los sólidos más densos que el agua y de un tamaño suficiente se asientan en el fondo del cono. El volumen de los sólidos acumulados en el fondo se lee directamente de la escala graduada del cono, expresándose en ml/l.

6. Interferencias.

- Presencia de partículas gruesas flotantes (grasas, materia fecal) y burbujas de aire pueden adherirse a los sólidos, haciéndolos flotar o retrasando su sedimentación.
- Las partículas pueden adherirse a las paredes del cono Imhoff, impidiendo su sedimentación completa.

7. Equipos.

- Cono Imhoff (1000 ml)



- Soporte para cono Imhoff



	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 4 de 8

- Agitador o varilla de vidrio



- Cronómetro



8. Materiales

- Probeta de 1000 ml



9. Reactivos

- Agua destilada



	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 5 de 8

10. Procedimiento.

1. Toma de Muestras:

- Recolectar las muestras de agua en recipientes limpios de vidrio o plástico, enjuagados previamente con la misma agua a muestrear.
- Asegurarse de que el recipiente esté bien cerrado para evitar la contaminación o la pérdida de sólidos.
- Registrar la fecha, hora, lugar de muestreo y cualquier otra información relevante.
- Analizar las muestras lo antes posible después de la recolección. Si no es posible, preservar la muestra refrigerándola a 4 °C por un tiempo no mayor a 24 horas.
- Homogeneizar bien la muestra antes de tomar la alícuota (porción volumétrica exacta) para el análisis, agitándola vigorosamente.
- Volumen mínimo 3 L.

2. Sedimentación:

- Asegúrate de que el cono Imhoff y la varilla agitadora estén limpios y secos antes de usar.
- Homogeneizar suavemente la muestra antes del análisis para asegurar una distribución uniforme de los sólidos.
- En una probeta de 1000 ml se toma el volumen de la muestra a analizar.
- Verter cuidadosamente el contenido de la probeta en el cono Imhoff, evitando salpicaduras o pérdida de material.
- Colocar el cono sobre un soporte nivelado, en un lugar libre de vibraciones.
- Iniciar el cronómetro y dejar que la muestra sedimente durante 45 minutos.
- Transcurridos los 45 minutos, se remueven suavemente las paredes con una varilla para facilitar la sedimentación de los sólidos adheridos a las paredes del mismo.
- Dejar sedimentar durante 15 minutos más.

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 6 de 8

- Al finalizar el tiempo, observar la zona inferior del cono Imhoff y registrar el volumen de sólidos sedimentados (ml/l).
- Comparar los resultados obtenidos para tres muestras.

10.3 Limpieza:

- Limpiar el cono Imhoff con agua destilada después de cada uso, asegurando que no queden residuos adheridos a las paredes.

11. Cálculo y reporte.

$$\text{sólidos sedimentables} = \frac{\text{Vol. sedimentado (ml)}}{\text{Vol. muestra (L)}}$$

Donde:

Vol. Sedimentado = Volumen sedimentado (ml)

Vol. Muestra = 1 L de volumen de muestra por hora (L)

Reporte de Laboratorio.

Nombre del Estudiante: _____ Matricula: _____

Hoja de levantamiento de datos

Muestra 1

Resultado	
Fecha	
Hora	
Volumen sedimentado (ml)	
Volumen de muestra (L)	

Muestra 2

Resultado	
Fecha	
Hora	
Volumen sedimentado (ml)	
Volumen de muestra (L)	

Muestra 3

Resultado	
Fecha	
Hora	
Volumen sedimentado (ml)	
Volumen de muestra (L)	

Presenta los resultados obtenidos en manera tabular y exprese sus conclusiones:

MUESTRA	SOLIDOS SEDIMENTABLES (ml/l)
1	
2	
3	
Límite Máximo Admisible LEY 1333	Uso en riego agrícola – Clase B (0.1 ml/l)

	 LABORATORIO DE HIDROSANITARIA Y REUSO DE AGUA	Versión: 01
		Página 8 de 8

- **Preguntas de repaso.**

- 1.- ¿Qué son los sólidos sedimentables presentes en las aguas residuales?.
- 2.- ¿Cómo se puede medir la cantidad de sólidos sedimentables en las aguas residuales?.
- 3.- ¿Qué impacto tienen los sólidos sedimentables en la calidad de las aguas residuales?.
- 4.- ¿Cómo afecta la temperatura ambiental al proceso de sedimentación?.
- 5.- ¿Qué limitaciones presenta el uso del cono Imhoff?.

12. Referencia Bibliográfica.

Toasa Llumigusín, F. A. (2012). Validación de los métodos de ensayo para fenoles, tensoactivos, sólidos suspendidos y total de sólidos disueltos (TDS). Facultad de Ingeniería Química, Universidad Central del Ecuador, Quito.

APHA-AWWA-WEF (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22nd Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.

Metcalf, y Eddy. (2003). *Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización*. España.

13. Amplia la información.

Para poder mejorar la comprensión en el aprendizaje, ingresa al siguiente sitio web, donde hay una explicación audio visual:

- <https://www.youtube.com/watch?v=vfvG6cpl6l0> [Video interactivo Determinación de Sólidos Sedimentables]