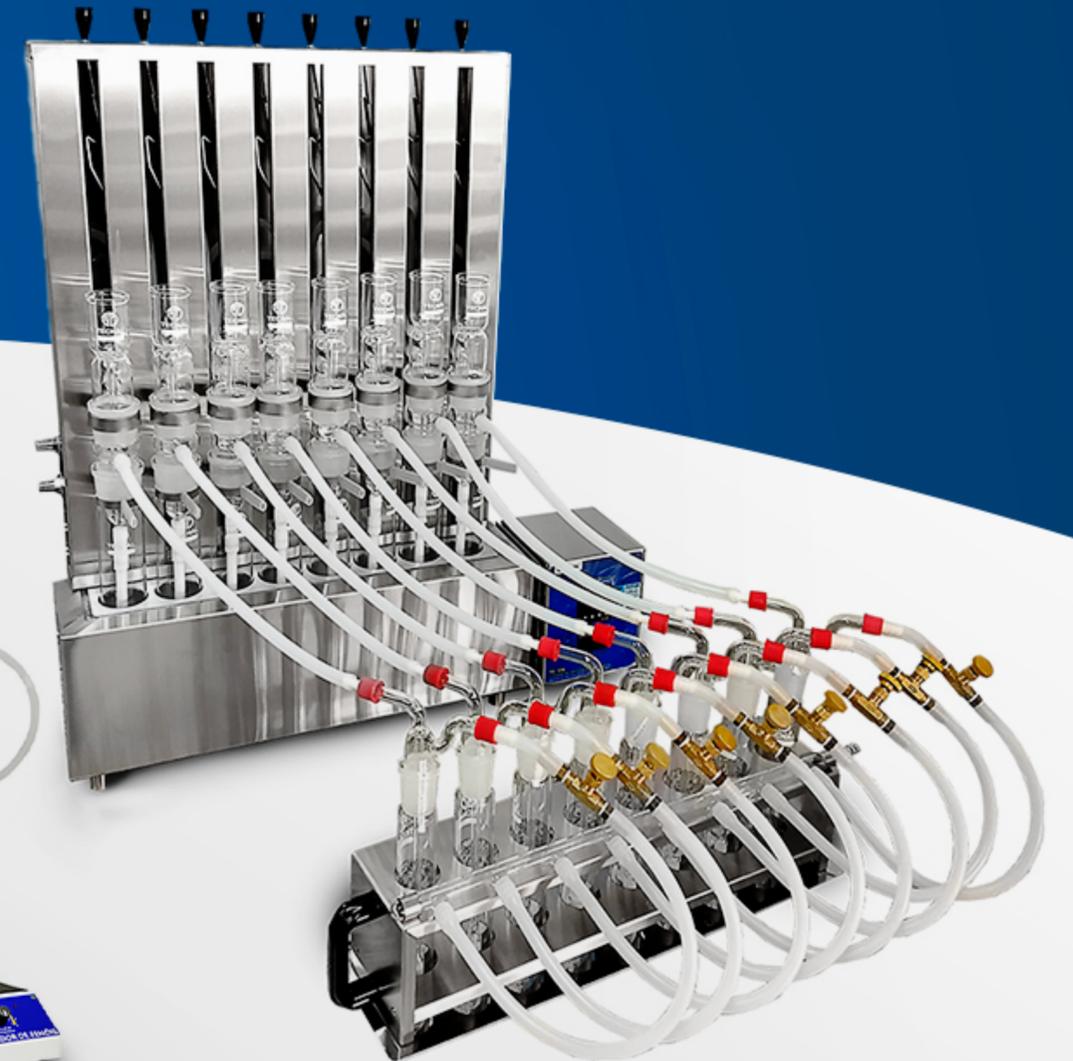
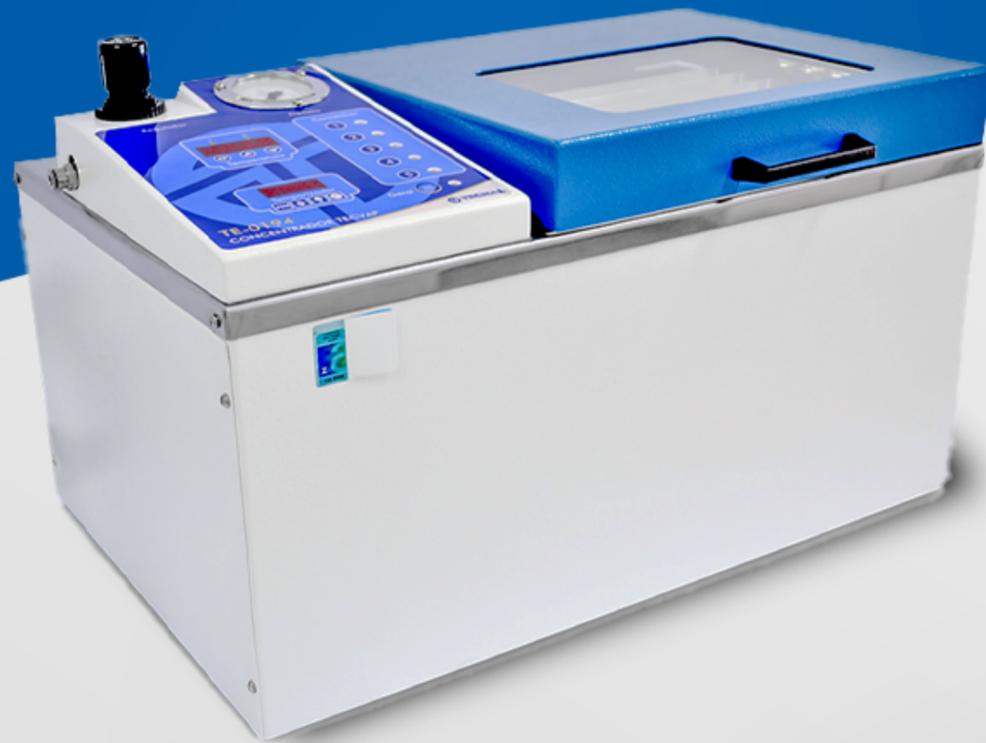


E-BOOK

AGUA, EFLUENTES Y RESIDUOS



ÍNDICE

3	INTRODUCCIÓN
4	CALIDAD DEL AGUA Y EFLUENTES
6	PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS
10	DETERMINACIONES <i>IN LOCO</i>
12	DETERMINACIONES DE LABORATORIO
22	CONSIDERACIONES FINALES
23	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INTRODUCCIÓN



Una de las grandes preocupaciones actuales es la calidad y disponibilidad del agua, principalmente porque se trata de un bienpreciado y escaso, cada vez más expuesto a la contaminación. La eliminación de efluentes domésticos e industriales con elementos potencialmente tóxicos en las fuentes de agua es uno de los mayores factores antropogénicos responsables de la contaminación del agua.

El aumento de la generación de residuos y efluentes es consecuencia directa del crecimiento poblacional y de la actividad industrial, y ha generado varias interrogantes sobre la adecuación de los parámetros monitoreados y sus límites, establecidos por la legislación, en relación con la calidad de las aguas y efluentes.



El seguimiento se realiza mediante análisis de laboratorio, utilizando parámetros físicos, químicos y biológicos. Para la calidad del agua, es importante verificar la presencia de contaminantes, ya sea en agua de pozo, suministro público, agua mineral, lago o cualquier otra fuente. En el caso de los efluentes, es importante comprobar cuánto está contaminado el efluente o las aguas residuales y, así, realizar el mejor tratamiento, o incluso dimensionar la planta de tratamiento. Además, el análisis de efluentes es fundamental para evaluar la eficiencia y desempeño del sistema de tratamiento empleado y así garantizar la calidad final requerida por la legislación en función de su uso.

CALIDAD DEL AGUA Y EFLUENTES



El Índice de Calidad del Agua (IQA) fue creado en 1970, en Estados Unidos, por la National Sanitation Foundation, siendo uno de los índices de calidad del agua utilizados. El IQA se desarrolló para evaluar la calidad del agua cruda con miras a su uso para el suministro público, después del tratamiento. Los parámetros utilizados en el cálculo del IQA son en su mayoría indicadores de contaminación causada por la liberación de aguas residuales domésticas, que consta de nueve parámetros: oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, demanda bioquímica de oxígeno (DBO_{5,20}), temperatura, nitrógeno total, fósforo total, turbidez, y residuo total.



La evaluación de parámetros de calidad también es importante para los efluentes, los cuales se definen como residuos/vertimientos provenientes de actividades antrópicas en forma líquida y gaseosa, siendo generalmente subdivididos en efluentes industriales y domésticos; sin embargo, existen otras divisiones de estos residuos, como agrícolas y pluviales.



Cuando se trata de la calidad del agua y efluentes, es necesario destacar la importancia de dos instalaciones de infraestructura imprescindibles para el tratamiento y reducción de contaminantes, como son las Plantas de Tratamiento de Agua (ETA) y las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (ETE). Las ETA realizan el tratamiento del agua extraída de fuentes naturales (represas y ríos) con el fin de transformarla en agua potable. Las ETEs se encargan de tratar los efluentes domésticos e industriales, es decir, aquellos residuos que fueron descartados al final de algún proceso, removiendo en promedio un 95% de impurezas y microorganismos, haciendo que el agua sea apta para ser devuelta a la naturaleza sin contaminar los recursos naturales. Los estándares de calidad, definidos para la disposición de efluentes y agua potable para suministro público, varían de acuerdo con la normativa y legislación de cada país o región, así como los parámetros analizados. A continuación, se presentan los principales parámetros comúnmente analizados, que pueden variar según el propósito del análisis (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros físicos, químicos y biológicos analizados en muestras de agua y efluentes.

	Agua	Efluente
FÍSICOS	Temperatura	
	Sólidos disueltos totales (SDT), Color y turbidez	Sólidos suspendidos totales (SST)
QUÍMICOS	pH	
	Demanda de oxígeno bioquímico (DBO), Oxígeno disuelto (OD)	
	Cloruro	
	Dureza total, Conductividad, Cloro residual, Sulfato, Nitrato, Alcalinidad, Hierro y manganeso	Demanda química de oxígeno (DQO), potencial redox, Aceites y Grasas, Fenol Cianuro, Fósforo total, Metales pesados Surfactantes y Nitrógeno total
BIOLÓGICOS	Coliformes termo tolerantes, Coliformes totales	

PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS

Preparación de soluciones y reactivos

Un paso fundamental para los análisis de laboratorio es la preparación de soluciones y reactivos que se utilizarán a lo largo del proceso. Para la rutina del laboratorio se requiere el uso de agua de calidad, garantizando así seguridad y confiabilidad en los resultados. Conoce más sobre **TRATAMIENTO Y FILTRADO DE AGUAS PARA ANÁLISIS DE LABORATORIO** en el artículo exclusivo que preparamos sobre este tema.

Algunas soluciones deben prepararse con anticipación, ya que serán necesarias para recolectar las muestras. Para esta preparación, así como para los medios de cultivo, es necesario utilizar una balanza analítica y de precisión, así como una **placa calefactora**.



TE-038/2-MP
Placa calefactora

CONOCER

Entre otros equipos ampliamente utilizados se encuentran los **agitadores magnéticos con calefacción**, campana de extracción de gases, **horno para secar cristalería** y horno mufla para eliminar impurezas de materiales, o en análisis gravimétricos.

Para facilitar el lavado de pipetas, existe el juego de lavadoras de pipetas, que proporciona un gran ahorro de tiempo y una mayor funcionalidad.



TE-393/80L
Horno para secar cristalería

CONOCER



TE-0854
Agitadores magnéticos con calefacción

CONOCER

Colecta, conservación y almacenamiento de muestras

La técnica a adoptar para la recolección de muestras depende de la matriz a muestrear (agua superficial, subterránea, canalizada, aguas residuales, sedimento del fondo, efluente), del tipo de muestreo (muestra simple o compuesta) y también de la naturaleza del ensayo a ser llevado a cabo.

Las muestras recolectadas en los sitios se almacenan en frascos sellados y específicos para cada tipo de análisis. Los frascos se colocan en cajas de icopor con hielo para preservar las características de las muestras y se transportan al laboratorio, dentro del plazo estipulado para la realización de los análisis.

El tiempo requerido entre la recolección y la ejecución de las pruebas de laboratorio es extremadamente importante para la validez del resultado. Los cambios químicos que pueden ocurrir en la estructura de los constituyentes ocurren debido a las condiciones físicas y químicas de la muestra. Según el análisis y la naturaleza de la muestra, se pueden utilizar las siguientes técnicas de conservación: adición química, congelación y refrigeración.

- **Adición química:** método de conservación más conveniente, al que se añade el reactivo previamente (pruebas microbiológicas) o inmediatamente después de la colecta de la muestra, variando la metodología según el tipo de prueba y parámetro evaluado.
- **Congelación:** una técnica aceptable para algunas pruebas, utilizada para prolongar el intervalo entre la colecta y el análisis de la muestra in natura. No es adecuado



TE-385
Cámara de
Conservación

CONOCER

para muestras cuyas fracciones sólidas (filtrables y no filtrables) se alteran con la congelación.

- **Refrigeración:** Es una técnica común en el trabajo de campo y se puede utilizar para la conservación de muestras (con o sin exposición a la luz) incluso después de la adición química, siendo utilizada frecuentemente en la conservación de muestras para ensayos microbiológicos, químicos, físicos, orgánicos e inorgánicos. biológicos y toxicológicos.

Adición de conservantes

Los frascos de colecta de muestras para análisis microbiológico de aguas y efluentes clorados deben contener un agente neutralizante de cloro residual (tiosulfato de sodio) y un agente quelante (EDTA - tetracetato de etilendiamino sodio), en cantidades adecuadas para neutralizar el cloro y quelato de metales pesados que puedan estar presentes en estas muestras. En muestras de lodo de aguas residuales y sedimentos no es necesario añadir reactivos.

Para la esterilización de los recipientes se deben observar los cuidados necesarios según el tipo de recipiente:

- Recipientes de vidrio neutro: esterilizar en **horno** a una temperatura de 170°C a 180°C durante dos horas.
- Recipientes de plástico esterilizables en autoclave: esterilizar en autoclave a 121°C y 0,1 MPa (1 atm), durante 15 a 30 minutos. La prueba de esterilidad de los frascos y la prueba de neutralización del cloro residual libre deben realizarse después de la esterilización.



TE-393/80L
Estufa para secado
y esterilización

CONOCER



TE-4030/1
Cámara fría
con control
de temperatura

CONOCER

Frascos: tipos y esterilización

Los tipos de recipientes más utilizados para coleccionar y conservar las muestras son de plástico autoclavable de alta densidad (polietileno, polipropileno, policarbonato u otro polímero inerte) y de vidrio, con una boca ancha (unos 4 cm de diámetro) para facilitar la colecta y limpieza de muestras.

La limpieza de los recipientes, tapas y toggle es de gran importancia para evitar la introducción de contaminantes en las muestras con el analito de interés. Por lo tanto, se debe tener cuidado de que los procedimientos de lavado sean efectivos para la limpieza y no agreguen interferencia a los resultados analíticos. A continuación se describen los procedimientos manuales más utilizados en la limpieza y preparación de la vidriería:

- **Limpieza básica:** dejar las botellas, tapas y bitoques en remojo en una solución de detergente alcalino al 0,1% durante un tiempo suficiente para facilitar la eliminación de residuos de muestras y posibles etiquetas. Frote los frascos hasta eliminar todos los residuos, incluida la parte externa. Realice un enjuague final con agua destilada o desionizada. Secar en **horno** entre 70°C y 100°C, durante dos horas.

Para los ensayos de metales, fosfatos y fósforo total, compuestos orgánicos (semivolátiles y volátiles), microbiológicos y mutagénicos, se realiza un tipo especial de limpieza, cuyos procedimientos varían según el propósito del ensayo y la metodología adoptada.

DETERMINACIONES IN LOCO

Algunos análisis deben realizarse in loco (en el lugar donde se realiza el muestreo) como se describe a continuación:

Potencial hidrógeno (pH): parámetro importante en el área de saneamiento ambiental, ya que influye en varios balances químicos que ocurren de forma natural o en procesos unitarios de tratamientos de aguas y efluentes. La influencia directa en los ecosistemas acuáticos se debe a sus efectos en la fisiología de diferentes especies. El efecto indirecto, por otro lado, contribuye a la precipitación de metales pesados, cambios en la solubilidad de los nutrientes. El pH es el logaritmo de la concentración de iones de hidrógeno en una muestra, expresada en mol/L y su determinación debe realizarse con electrodos específicos.

Potencial redox: el potencial de oxidación (ORP, del inglés “Oxidation Reduction Potential”) o Eh es una medida indicativa de la actividad de electrones en un medio acuoso, utilizada para evaluar reacciones químicas, a través del balance entre reacciones de oxidación y reducción. Su determinación se realiza con un electrodo específico, utilizando un medidor de pH (pHmetro), ajustado en mV (mili Voltios).

Temperatura: se puede determinar en superficie mediante un termómetro, sumergiéndolo directamente en el cuerpo de agua, o mediante los sensores de temperatura de los equipos electrométricos utilizados para las pruebas de pH, conductividad y oxígeno disuelto.



R-TEC-3P-MP
Medidor de pH

CONOCER

Turbidez: la turbidez es la reducción de la transparencia de una muestra acuosa debido a la presencia de material en suspensión provocada por la presencia de algas, plancton, materia orgánica y contaminantes, resultante del proceso natural de erosión o descarga de efluentes domésticos e industriales. Se determina mediante un Turbidímetro digital y portátil.

Conductividad eléctrica: representa la capacidad de los medios acuosos para transmitir corriente eléctrica debido a la presencia de sustancias disueltas, principalmente inorgánicas. En términos simples, representa la concentración de iones, estando asociada con la concentración de sólidos disueltos totales (SDT) y la salinidad. La conductividad del agua aumenta a medida que se agregan más sólidos disueltos, lo que proporciona una medida indirecta de la concentración de contaminantes en la composición del cuerpo de agua. La determinación de conductividad y salinidad se realiza con el **CONDUCTIVÍMETRO MICROPROCESADO PORTÁTIL R-TEC-4P-MP**.



R-TEC-4P-MP
Medidor de
conductividad
portátil

CONOCER

Oxígeno Disuelto (OD): Concentración de oxígeno (O₂) contenido en el agua, dependiendo de la temperatura, la cantidad de sales presentes y la presión atmosférica. La determinación de la concentración de OD es de fundamental importancia para evaluar la calidad del agua, ya que el oxígeno está involucrado en prácticamente todos los procesos químicos y biológicos. La descarga excesiva de material orgánico en el agua puede resultar en el agotamiento de oxígeno del sistema. Para oxígeno disuelto en agua, se indica el oxímetro.

Cloro residual libre: El cloro residual libre es el presente en forma elemental disuelta (Cl₂), ácido hipocloroso (HClO) o como ion hipoclorito (ClO⁻). La determinación de cloro residual libre es la más común en obras que involucran redes de distribución de agua para consumo humano, ya que se utiliza en su desinfección. Debido a la inestabilidad y rápida degradación del cloro residual libre, su determinación debe realizarse en campo, antes de la recolección de las otras muestras, utilizando un comparador colorimétrico - método DPD.

La determinación de algunos parámetros descritos anteriormente también se puede realizar a través de un analizador multiparamétrico, que puede determinar parámetros como oxígeno disuelto, turbidez, pH, potencial redox, conductividad, sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos, amonio / amoniaco, cloruro, nitrato, densidad, resistividad, profundidad, temperatura entre otros.

DETERMINACIONES DE LABORATORIO

La técnica de volumetría o titulometría es común para la evaluación de parámetros químicos y se utiliza en la determinación de **cloruro, dureza total, demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y alcalinidad** de agua y efluentes. Para tales determinaciones se utiliza una bureta digital portátil o tituladores automáticos: titulador de pH/volteador o titulador potenciométrico automático. Además, durante el análisis se utilizan otros equipos de mesa, como el medidor de pH, el turbidímetro y el conductímetro.

Para la determinación de algunos elementos es necesario utilizar una centrífuga para separar el sobrenadante del precipitado, así como los **concentradores**, que disminuyen el volumen de la muestra para su posterior cuantificación.



TE-0194
Concentrador
de muestras

CONOCER



R-TEC-7/1-MP
Medidor de pH

CONOCER



TEC-4/1-MP
Medidor de
conductividad

CONOCER

Para realizar la determinación/cuantificación de elementos metálicos y semimetálicos contaminantes del agua, es posible utilizar un espectrofotómetro de absorción atómica (EAA), que utiliza lámparas de cátodo hueco que emiten longitudes de onda características de los elementos a determinar. También es posible utilizar un espectrofotómetro de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente que es más sensible que el EAA y realiza análisis de múltiples elementos.

Para la cuantificación de K y Na, el equipo más utilizado es el fotómetro de llama. Para la determinación de fosfatos, sulfatos, sulfuros, fluoruros, nitratos, nitritos y cualquier metodología colorimétrica se utiliza un espectrofotómetro UV-VIS. Este equipo se puede asociar a un flujo continuo para facilitar y agilizar la lectura de las muestras.



TE-034/2
Sistema de
flujo continuo

CONOCER

Alcalinidad

La alcalinidad total del agua viene dada por la concentración de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos, expresada en términos de carbonato de calcio. Se puede decir que la alcalinidad mide la capacidad del agua para neutralizar los ácidos, siendo de fundamental importancia durante el proceso de tratamiento del agua, ya que es en función de su contenido que se establece la dosificación de los químicos utilizados. La alcalinidad total se puede determinar mediante titulación con detección potenciométrica, hasta alcanzar un pH prefijado.

Dureza total

Uno de los parámetros de calidad del agua más analizados se calcula como la suma de las concentraciones de iones de calcio y magnesio en el agua, expresada como carbonato de calcio y representa la capacidad del agua para precipitar jabón. El agua que contiene sales duras no forma espuma en presencia de una solución de jabón, ya que las sales forman precipitados insolubles con los aniones de la solución de jabón. El método más utilizado para determinar la dureza, basado en la titulación con solución de EDTA.

Cloruros

Presentes en agua cruda y tratados en forma de cloruros de sodio, calcio y magnesio en concentraciones variables, y en altas concentraciones de cloruros pueden restringir el uso de agua debido al sabor que imparten

y el efecto laxante. El conocimiento del contenido de cloruros de las aguas tiene como objetivo obtener información sobre su grado de mineralización o signos de contaminación, como las aguas residuales domésticas y los residuos industriales. El cloruro presente en muestras de suministro de agua, aguas residuales domésticas y efluentes se puede determinar mediante titulación con una solución estándar de nitrato de plata, después del pretratamiento de las muestras.

Demanda de oxígeno bioquímico (DBO)

Se refiere a la cantidad de oxígeno molecular requerida para la oxidación de materia orgánica por descomposición microbiana aeróbica a una forma inorgánica estable. La DBO o BOD (Biochemical Oxygen Demand) se considera normalmente como la cantidad de oxígeno consumida durante un cierto período de tiempo, a una temperatura de incubación específica. A menudo se utiliza un período de tiempo de 5 días a una temperatura de incubación de 20°C y se denomina DBO_{5,20}. En general, es un indicador

utilizado para evaluar la eficiencia de un sistema de tratamiento de aguas residuales, al comparar la DBO de las aguas residuales sin tratar y el efluente final, ya sea doméstico o industrial. Para el análisis, se debe usar una **Incubadora TE-371/240L** o **Mini incubadora para BOD TE-381/1**. La determinación de oxígeno disuelto es necesaria para esta determinación y se puede obtener utilizando un oxímetro o un analizador multiparamétrico de mesa.



TE-128/6
Digestor
para DQO

CONOCER

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica de una muestra mediante un agente químico, como el dicromato de potasio. Es un parámetro indispensable en estudios de caracterización de alcantarillado sanitario y efluentes industriales, cuando se utiliza en conjunto con la DBO para observar la biodegradabilidad de los residuos. Para el análisis se utiliza el **digestor para DQO (TE-128/6)** seguido de la determinación por titulación o el **bloque seco TE-021 DRY BLOCK** seguido de la determinación por colorimetría, utilizando un espectrofotómetro digital UV / VIS.

TE-021
Dry Block

CONOCER



Serie nitrogenada

El nitrógeno presente en aguas naturales y efluentes puede presentarse en diferentes formas y estados de oxidación, como nitrógeno orgánico, amoníaco, nitrito y nitrato, siendo los dos primeros reducidos y los dos últimos oxidados. El nitrato, se refiere al último estado de oxidación y puede presentarse en grandes cantidades en aguas subterráneas, provocando problemas ambientales y de salud humana en alta concentración. El nitrito es la forma intermedia de oxidación del nitrógeno, es una forma inestable y se puede oxidar fácilmente a nitrato. El amoníaco está presente de forma natural en aguas superficiales y efluentes, y también proviene de ciertos procesos industriales como los que se observan en las industrias del acero. Es posible asociar las etapas de degradación de la contaminación orgánica a través de la relación entre formas de nitrógeno, por ejemplo si se toma una muestra de agua de un río contaminado con predominio de nitrógeno orgánico o amoniacal significa que el foco de contaminación está cerca; mientras

que, si se detecta la presencia de nitrito y nitrato, la descarga del efluente está distante.

El nitrógeno total es la suma de nitrógeno amoniacal y orgánico, llamado nitrógeno total Kjeldahl, más concentraciones de nitrito y nitrato. La determinación se realiza por el método Kjeldahl, utilizando el **bloque digestor***, la **galería de escape***, el **destilador de nitrógeno** y el **neutralizador de gas - Scrubber TE-152**, y después de la digestión y destilación, el nitrógeno amoniacal se obtiene mediante titulación o espectrofotometría.



TE-0366
Destilador
de nitrógeno

CONOCER

TE-0081/50
Bloque macro
digestor con
touchscreen

CONOCER



TE-008/50-GE
Galería extractora

CONOCER



TE-037
Destilador
de nitrógeno

CONOCER



*Los tamaños utilizados varían según la concentración de nitrógeno esperada en la muestra.

TE-0364
Destilador
de nitrógeno

CONOCER



Azufre (sulfato y sulfuro)

Las transformaciones del azufre en el medio acuático implican reacciones químicas de oxidación y reducción, que pueden ocurrir de forma espontánea o asociadas a procesos biológicos. En condiciones anaeróbicas, los sulfatos se reducen a sulfuros, como el sulfuro de hidrógeno. El sulfato es uno de los iones más abundantes en la naturaleza, presente de forma natural en aguas naturales, a través de la disolución de las rocas y la oxidación del

sulfuro. En aguas superficiales, su presencia se debe al vertido de efluentes domésticos e industriales (celulosa y papel, químicos, farmacéuticos, etc.).

El control del sulfato en el agua tratada es importante porque su ingestión provoca un efecto laxante. En la red de alcantarillado, en tramos de poca pendiente donde se produce el depósito de materia orgánica, el sulfato puede reducirse a sulfuro, provocando la liberación de sulfuro de hidrógeno, lo que genera problemas de corrosión en colectores, a base de concreto, de aguas residuales y de olores, además de ser tóxico.

El sulfuro en medios acuosos se puede cuantificar mediante diversas metodologías, siendo el método colorimétrico más habitual el azul de metileno, seguido de la determinación en espectrómetro. La concentración de sulfato en el agua se puede determinar por precipitación con cloruro de bario y la concentración de sulfato también se obtiene mediante espectrofotometría.

Aceites y grasas

Las sustancias orgánicas de origen mineral, vegetal o animal, son generalmente hidrocarburos, grasas, esteres, entre otros. La presencia de aceites y grasas en los cuerpos de agua se debe al vertido de residuos industriales, alcantarillado doméstico, efluentes de talleres mecánicos, gasolineras, carreteras y vías públicas. En su proceso de descomposición, los aceites y grasas reducen el oxígeno disuelto, debido al aumento de DBO_{5,20} y de la DQO, provocando daños a los ecosistemas acuáticos. Los aceites y grasas, según el procedimiento analítico empleado, consisten en el conjunto de sustancias que pueden ser extraídas de la muestra por un determinado solvente y que no se volatilizan durante la evaporación del solvente a 100°C. La determinación se puede realizar mediante el método “Soxhlet” utilizando la **batería de extracción SEBELIN / SOXHLET TE-1881/6** o mediante el método “Goldfish”, **sistema para la determinación de grassa TE-045/8**.



TE-1881/6
Bateria de extracción
de grasa

CONOCER

El "Goldfish" y "Soxhlet" son métodos gravimétricos, sin embargo, el método "Goldfish" utiliza un sistema de reflujo continuo con solvente, reduciendo el tiempo de extracción. Se puede utilizar el **baño termostático TE-2005**, que contribuye a la optimización del proceso, reduciendo el consumo de agua y contribuyendo a la recuperación de disolventes.



TE-1256
Destilador de fenol

CONOCER

Usted puede encontrar más información en la aplicación notes, exclusiva sobre "Determinación de fenoles en agua y efluentes: método colorimétrico con 4-aminoantipirina".

Cianuro

Considerado uno de los compuestos químicos más tóxicos que existen, el término "Cianuros" se utiliza para todos los compuestos que se pueden determinar como el ion cianuro (CN⁻). La generación de efluentes por parte de las industrias es la principal fuente de liberación de cianuros complejos en el medio ambiente,

TE-045/8
Sistema para
determinación
de grasa

CONOCER



TE-2005
Baño termostático

CONOCER

Fenoles

Los fenoles y sus derivados aparecen en aguas naturales a través de la descarga de efluentes industriales. Son tóxicos para el hombre, los organismos acuáticos y los microorganismos que forman parte de los sistemas de tratamiento de aguas residuales sanitarias y efluentes industriales, siendo catalogados como contaminantes de preocupación prioritaria por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Para esta determinación se utiliza el **destilador de fenol TE-1256** y el **espectrofotómetro**.



formados por la ligación del ion cianuro con iones metálicos. Para el agua potable, los niveles de calidad de referencia varían según la legislación ambiental de cada país. Algunos organismos internacionales han establecido un límite de 0,01 mg/L de cianuro para el agua potable. Para el análisis de cianuro, se puede utilizar el **sistema de destilación de cianuro (TE-126)** seguido de determinación por titulación o espectrofotometría.

Usted puede encontrar más información en la Application Note exclusiva sobre “Cianuro: Definición, riesgos y métodos de análisis”.



TE-126
Sistema de
destilación
de cianuro

CONOCER

Surfactantes aniónicos

Son caracterizados como compuestos orgánicos cuya estructura molecular presenta simultáneamente grupos hidrofóbicos de baja polaridad y grupos hidrofílicos con relativamente alta polaridad. Estos compuestos tienden a acumularse entre el medio acuoso y las demás fases del sistema, como aire, líquidos y partículas oleosas, confiriéndole propiedades como formación de espuma, emulsificación y suspensión de partículas.

Se utilizan en la producción de detergentes para uso doméstico e industrial, por lo que constituyen una parte importante de la carga orgánica de efluentes vertidos al suelo, cursos de agua y océanos. Analíticamente, se definen como compuestos que reaccionan con el azul de metileno en determinadas condiciones, siendo denominados “sustancias activas de azul de metileno” (MBAS - Metilene Blue Active Substances) ya que provocan la transferencia de azul de metileno de una solución a un líquido orgánico inmiscible después del equilibrio.

La intensidad del color azul resultante en la fase orgánica es una medida de MBAS. De acuerdo con Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, el método de determinación comprende tres extracciones sucesivas de medio acuoso ácido que contiene un exceso de azul de metileno en cloroformo (CHCl₃), seguido de un lavado a contracorriente acuoso y medición del color azul en CHCl₃ por espectrofotometría a 652 nm.

Coliformes totales y termotolerantes

Los microorganismos que indican contaminación que se encuentran con mayor frecuencia en los cuerpos de agua son las coliformes, cuya contaminación puede ocurrir durante la distribución del agua en el sistema de abastecimiento. Las coliformes totales son una clase de bacterias clasificadas como gram-negativas, aeróbicas o anaerobias facultativas, no formadoras de esporas y cuya característica principal es la fermentación de lactosa con producción de ácido, gas y aldehído en 48 a 35°C. Normalmente, los géneros más comunes de coliformes son *Escherichia*, *Enterobacter*,

Klebsiella y *Citrobacter*. Las coliformes termotolerantes (antes conocidos como coliformes fecales) son un subgrupo de coliformes que fermentan la lactosa a 44-45°C en 24 horas, siendo *Escherichia coli* una de las principales bacterias de este grupo, ya que su presencia indica contaminación reciente por material fecal. La técnica de membrana filtrante es un método rápido y preciso, siendo el más adecuado para la cuantificación de bacterias en el grupo de coliformes, y para la distinción entre coliformes totales y termotolerantes; pero para esto, el medio de cultivo y la temperatura de incubación de las placas son diferentes. La técnica consiste en filtrar la muestra mediante un **sistema de filtración TE-0591/1**, donde las coliformes quedan retenidas en la membrana. Después de la filtración, las membranas se colocan en medio de cultivo selectivo y se incuban en una **estufa bacteriológica TE-392/170L** a una temperatura adecuada para el desarrollo de microorganismos. Después de la incubación, las colonias bacterianas se numeran visualmente o mediante un conteo automático.



TE-0591/1
Sistema de filtración

CONOCER

CP-600/1
Contador de colonias digital

CONOCER



TE-392/170L
Estufa bacteriológica

CONOCER

Todo el procedimiento debe realizarse en un ambiente aséptico, como una cámara de flujo laminar horizontal específica para la ejecución de protocolos estériles. Los materiales deben estar previamente esterilizados, así como también deben ser esterilizados en autoclave las placas y el agua utilizada en la preparación del medio de cultivo.

Sólidos

La calidad del tratamiento aplicado a las aguas naturales y residuales está directamente relacionada con las distintas sustancias que contienen. Uno de los procedimientos analíticos que debemos realizar para cuantificar estas sustancias es la determinación de sólidos. Se hace referencia a los sólidos en las aguas naturales y residuales como cualquier sustancia remanente después de las operaciones de secado, filtrado y calcinación, clasificándose como:

- **Sólidos totales (ST):** todas las sustancias que permanecen en la cápsula después del secado total de un volumen de muestra dado, separadas en Sólidos totales volátiles (SVT),

caracterizados como la fracción volatilizada después de la calcinación en el horno mufla, y Sólidos totales fijos (SFT), sustancia que queda después de la calcinación en un horno de mufla durante la determinación de los sólidos totales.

- **Sólidos totales disueltos (SDT):** todas las sustancias que no fueron retenidas en la filtración (fibra de vidrio, con porosidad de 1.2 μm) y que permanecieron después del secado total de un cierto volumen de muestra, separadas en Sólidos disueltos fijos (SDF) cuando permanecieron después de la calcinación, y en Sólidos disueltos volátiles (SDV).
- **Sólidos totales suspendidos (SST):** todas las sustancias que, después de la filtración y el secado, quedan retenidas en la membrana (fibra de vidrio, con porosidad de 1,2 μm), separados en Sólidos suspendidos fijos (SSF) cuando permanecen después de la calcinación, y Sólidos suspendidos volátiles (SSV) cuando se volatilizan después de la calcinación.

El análisis de sólidos es importante para monitorear la eficiencia de los sistemas de

tratamiento de aguas naturales y residuales. En el caso del agua potable, la determinación de sólidos implica su calidad, ya que una cantidad excesiva de cualquier tipo (total, suspendida y disuelta), contribuye negativamente al color, turbidez y parámetros microbiológicos.

Las determinaciones de los niveles de concentración de las diferentes fracciones de sólidos dan como resultado un cuadro general de la distribución de las partículas en relación con los tamaños (sólidos en suspensión y disueltos) y con respecto a las naturalezas (fijas o minerales y volátiles u orgánicas). Los métodos utilizados para la determinación de sólidos son gravimétricos, utilizando una balanza analítica o de precisión, horno y mufla.



TE-394/2-MP
Estufa con circulación
y renovación de aire

CONOCER

Ensayo de floculación

El "Jar Test" es un equipo de laboratorio que se utiliza para determinar la dosis ideal de coagulantes/floculantes químicos utilizados en el tratamiento de agua y efluentes. El ensayo reproduce las condiciones del proceso de floculación, considerando las características del agua a tratar, con la aplicación de agentes químicos y el control de los parámetros (tiempo y agitación) involucrados en el proceso, y la dosificación "óptima" se obtiene por intento y comparación, buscando una condición operativa con mayor eficiencia. En resumen, el Jar-test tiene como objetivo determinar las dosis óptimas de agentes químicos además de determinar las velocidades ideales para el proceso de floculación.

Residuos

Además de los efluentes y las aguas residuales, las actividades humanas son responsables de la generación de residuos. Estos, a su vez, engloban los residuos sólidos y semisólidos, resultantes de actividades industriales, domésticas, hospitalarias, comerciales, agrícolas, de servicios y de barrido, incluidos los lodos de los sistemas de tratamiento de aguas, los generados en equipos e instalaciones de control de la contaminación, así como de determinados líquidos cuyas particularidades hacen impracticable su vertido al alcantarillado o cuerpos de agua, o requieren soluciones técnicas y económicamente inviables en vista de la mejor tecnología disponible.

El aumento en la generación de residuos asociados a los requisitos de protección ambiental llevó a la existencia de normas y reglamentos dirigidos a su eliminación segura y ambientalmente sostenible. En este sentido, para garantizar tales especificaciones, es importante caracterizar la calidad de los

residuos, buscando identificar los riesgos de contaminación ambiental.

La norma brasileña ABNT NBR 10005:2004 se basa en el método de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (método 1311 US EPA SW-846), que fue desarrollado para determinar la movilidad de analitos orgánicos e inorgánicos presentes en residuos líquidos, sólidos y multi-fases, a través de la obtención del lixiviado de residuos sólidos, y clasificándolos por toxicidad según la ABNT NBR 10004 (clase I - peligrosos - y clase II - no peligrosos). El **agitador rotatorio para no volátiles TE-743** separa las fases sólida y líquida de las muestras de residuos, utilizándose para la obtención del extracto de lixiviado y clasificación de residuos no volátiles según la norma ABNT - NBR 10005. Después de la obtención del lixiviado, se puede determinar la concentración de compuestos no volátiles, como metales y pesticidas.

Para muestras de residuos sólidos y semisólidos que contienen sustancias volátiles, como isopropanol, acetona o benceno, entre otros, se

utiliza el **Extractor Para Volátiles TE-745** sin espacio libre, es decir, con el llenado completo de la botella mezclando el líquido de extracción y el muestra, “Zero-Head Space Extraction Vessel” ZHE en conjunto con el **Agitador rotativo para extractores TE-744/2**.



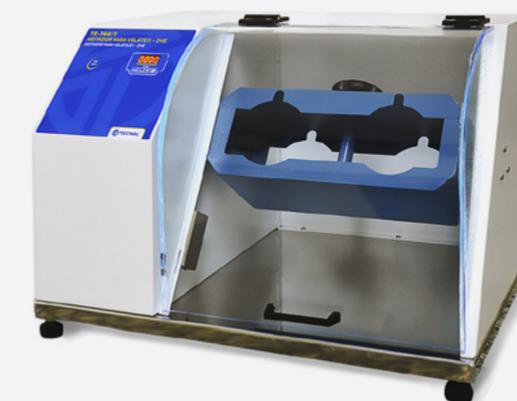
TE-743
Agitador rotatorio
para no volátiles

CONOCER



TE-745
Extractor para
volátiles

CONOCER



TE-744/2
Agitador rotativo
para extractores

CONOCER

CONSIDERACIONES FINALES

Los procedimientos analíticos para el análisis de aguas, efluentes y residuos deben basarse en metodologías reconocidas a nivel internacional y nacional, con un estricto control de la calidad de sus procesos.

En general, el análisis de agua y efluentes se basa en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Algunos métodos de laboratorio utilizan otras metodologías reconocidas, como la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos). Los límites y concentraciones permitidos varían según la normativa y legislación de cada país o región.

Tecnal tiene como misión de contribuir al desarrollo científico y tecnológico del mercado nacional e internacional. Con 45 años de tradición, suministra equipos para una variedad de análisis ambientales, contribuyendo directa e indirectamente a la sostenibilidad y la ciencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10005. **Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólido**. Rio de Janeiro. 2004.

BRASIL. FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Manual prático de análise de água**. 4ª ed. Brasília: Funasa, 2013.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Norma Técnica Interna SABESP NTS 013, 1999. Disponible en: <https://www3.sabesp.com.br/normastecnicas/nts/nts013.pdf>

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP. **Ânions de Interesse em Estudos de Controle de Qualidade das Águas: Sulfato, Sulfeto, Cloreto, Cianeto**.

EPA Method 1311. **TOXICITY CHARACTERISTIC LEACHING PROCEDURE**. SW-846 Ch 8.4. 1992.

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA. **Parâmetros Analíticos**. Disponible en: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/parametros-analiticos/>.

RELATÓRIO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS. **Apêndice D - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade**. CETESB. Disponible en: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Ap%C3%AAndice-D-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-29-04-2014.pdf>>.

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. E.W. Rice, R.B. Baird, A.D. Eaton, L.S. Clesceri, editors. 22ª ed. Washington: American Public Health Association, 2012. 1496p. 5540 C. Anionic Surfactants as MBAS



TRABAJANDO POR LA CIENCIA

tecnal.com.br/es

+55 (19) 2105-6161
comex@tecnal.com.br